



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA CENTROAMERICANA

PROYECTO DE GRADUACIÓN FASE II

DISEÑO ESTRUCTURAL DEL TEATRO Y ANFITEATRO DE PLAZA DE LA CULTURA,

SAN PEDRO SULA

PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO

INGENIERÍA CIVIL

PRESENTADO POR:

21311008

DAVID OTONIEL TERUEL JAAR

21711117

EVA ROCÍO ZEITUN RAMÍREZ

21541299

OSMEL FERNANDO MEDINA DÍAZ

ASESORES TEMÁTICO

ING. LUIS HERNÁN GUILLEN CARDONA

CAMPUS SAN PEDRO SULA

FEBRERO, 2020

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA CENTROAMERICANA

UNITEC

PRESIDENTE EJECUTIVA

ROSALPINA RODRÍGUEZ GUEVARA

VICERRECTOR ACADÉMICO

DESIRE TEJADA CALVO

RECTOR ACADÉMICO

MARLON ANTONIO BREVE REYES

SECRETARIO GENERAL

ROGER MARTÍNEZ MIRANDA

VICEPRESIDENTA CAMPUS SAN PEDRO SULA

CARLA MARÍA PANTOJA ORTEGA

JEFE ACADÉMICO DE INGENIERÍA CIVIL

HÉCTOR WILFREDO PADILLA

TRABAJO PRESENTADO EN CUMPLIMIENTO DE LOS REQUISITOS

EXIGIDOS PARA OPTAR AL TITULO

INGENIERO CIVIL

ASESOR METODOLÓGICO FASE I

ING. MICHAEL JOB PINEDA

ASESOR METODOLÓGICO FASE II

ING. HÉCTOR WILFREDO PADILLA

ASESOR TEMÁTICO

ING. LUIS HERNÁN GUILLEN

MIEMBROS DE LA TERNA

ING. ADA RODRÍGUEZ

ING. MARIO HUMBERTO CÁRDENAS

ING. ÁNGEL FÚNEZ

DERECHOS DE AUTOR

© COPYRIGHT 2020.

DAVID OTONIEL TERUEL JAAR

OSMEL FERNANDO MEDINA DÍAZ

EVA ROCÍO ZEITUN RAMÍREZ

Todos los derechos están reservados

AUTORIZACIÓN

Señores

CENTRO DE RECURSOS PARA EL APRENDIZAJE Y LA INVESTIGACIÓN (CRAI)
San Pedro Sula

Estimados Señores:

La presentación del documento de tesis forma parte de los requerimientos y procesos establecidos de graduación para alumnos de pregrado de UNITEC.

Nosotros, David Otoniel Teruel Jaar, Eva Rocío Zeitun Ramírez y Osmel Fernando Medina Díaz de San Pedro Sula autores del trabajo de grado titulado: "Diseño Estructural Teatro y Anfiteatro Plaza de La Cultura, San Pedro Sula", presentado y aprobado en el año 2019 como requisito para optar al título de Profesional de Ingeniería Civil, autorizamos a:

Las Bibliotecas de los Centros de Recursos para el Aprendizaje y la Investigación (CRAI) de la Universidad Tecnológica Centroamericana (UNITEC), para que, con fines académicos, pueda libremente registrar, copiar y usar la información contenida en él, con fines educativos, investigativos o sociales de la siguiente manera:

Los usuarios puedan consultar el contenido de este trabajo de grado en las salas de estudio de la biblioteca y la página Web de la universidad.

Permita la consulta y la reproducción, a los usuarios interesados en el contenido de este trabajo, para todos los usos que tengan finalidad académica, ya sea en formato CD o digital desde Internet, Intranet, etc., y en general para cualquier formato conocido o por conocer.

De conformidad con lo establecido en el artículo 19 de la Ley de Derechos de Autor y de los Derechos Conexos; los cuales son irrenunciables, imprescriptibles, inembargables e inalienables.

Es entendido que cualquier copia o reproducción del presente documento con fines de lucro no está permitida sin previa autorización por escrito de parte de los principales autores.

En fe de lo cual, se suscribe la presente acta en la ciudad de San Pedro Sula a los 17 días del mes de febrero de dos mil veinte.

David Otoniel Teruel Jaar

21311008

Eva Rocío Zeitun Ramírez

21711117

Osmel Fernando Medina Díaz

21541299

HOJA DE FIRMAS

Los abajo firmantes damos fe, en nuestra posición de miembro de Terna, Asesor y/o Jefe Académico y en el marco de nuestras responsabilidades adquiridas, que el presente documento cumple con los lineamientos exigidos por La Facultad de Ingenierías y los requerimientos académicos que la Universidad dispone dentro de los procesos de graduación.

Ing. Héctor Wilfredo Padilla
Asesor Metodológico UNITEC

Ing. Luis Hernán Guillen
Asesor Temático

Ing. Mario Cárdenas
Coordinador de Terna

Ing. Ángel Fúnez
Miembro de Terna

Ing. Ada Rodríguez
Miembro de Terna

Ing. Héctor Wilfredo Padilla
Jefe de la Facultad de Ingeniería Civil | UNITEC

DEDICATORIA

Primeramente, dedicar esta tesis y cuatro años de trabajo a Dios, mis padres, hermanos, familiares y amigos, que con un granito de ayuda me ayudaron a salir adelante y estar a un paso de culminar esta etapa de mi vida.

Osmel Medina

Les dedico esta tesis a mis padres José Teruel y Jane Jaar, por todo el esfuerzo, cariño y apoyo incondicional que han dedicado para que yo pueda llegar a este punto.

Los amo papás, ¡lo logramos!

También se la dedico a mis compañeras, colegas y hermanas: Daisy Villars que siempre ha sido apoyo para mí desde el principio de la carrera y me gratifica el hecho de completar su tesis de arquitectura con la parte estructural. Y en especial a Daniela Chávez que fue la precursora en tomar la decisión de llevar ingeniería civil como segunda carrera y que con su apoyo y ánimo he logrado llegar hasta aquí. Finalmente, a una persona en especial que me apoya y me anima a continuar esforzándome para lograr mis metas, José Aguiluz.

David Teruel

En todas sus formas concebibles, la familia es un vínculo con nuestro pasado, y nuestro puente al futuro. Dedico este trabajo a mis padres Rubén Zeitun y Evangelina de Zeitun. A mis hermanos Carolina y Elías Zeitun.

A las personas que manifestaron la virtud del compromiso y amistad en su más pura expresión: David Teruel, Osmel Medina, Karen Peña, Jeidi Nadime Zelaya, Luis Enrique Rivera y Ricardo Bustillo.

Paradójicamente, mientras se está ocupado haciendo otros planes, la vida sucede; para el 2019 e Ing. Oquelí Ulloa.

Eva Rocío Zeitun Ramírez

AGRADECIMIENTO

Agradecemos a Dios por la oportunidad de culminar esta etapa educativa de nuestra vida. A nuestros padres por su sacrificio y esfuerzo, así como a nuestros hermanos y familiares por el constante ánimo.

A nuestros catedráticos, y asesores temáticos por su valiosa colaboración: Ing. Luis Hernán Guillén Cardona e Ing. Raúl Alejandro Medina. Al Ing. Michael Pineda por su minuciosa asesoría metodológica, al Ing. Padilla, a los arquitectos: Yohandy Rodríguez, Silvia Aguilar, Daisy Villars, y Sonia Caballero, por la oportunidad de llevar a cabo y realizar el Diseño Estructural del Teatro y Anfiteatro de Plaza de La Cultura, San Pedro Sula.

Al Centro de Recursos para el Aprendizaje y la Investigación (CRAI) por estar siempre atentos en dar respuestas a consultas bibliográficas, especialmente al Lic. Víctor Cuevas y Lic. Rosario Rodríguez.

Finalmente agradecemos a nuestros compañeros y colegas que han servido de apoyo de manera constante a lo largo de nuestra formación académica.

"Por nuestras obras nos conocerán."

Tecnológico de Monterrey, 2019.

RESUMEN EJECUTIVO

Club Rotario San Pedro Sula carece del diseño estructural para el Teatro y Anfiteatro de Plaza de la Cultura, que conforme un juego de planos para su respectiva gestión financiera y desarrollo constructivo. Se genera una propuesta para las áreas mencionadas, empleando el Código Hondureño de Construcción, Edición 2008 (CHOC-08). El propósito del diseño estructural de estas áreas nace de satisfacer las demandas culturales de los usuarios, limitándose a la propuesta arquitectónica previa.

El proceso de cálculo y diseño de este proyecto considera normativa del ACI 318-95 y AISC ASD-89. El modelaje de las estructuras se realiza en Staad Pro, y son evaluados bajo el método de análisis estático conforme lo dictamina el CHOC-08. Posteriormente, elementos como vigas, columnas y cimentación se someten a revisiones usando Midas Set. El Teatro se basa en un sistema de marco rígido, utilizando perfiles W ASTM-A572 G-50. Elementos de arriostres excéntricos, techo y tramoya lo conforman tubos estructurales HSST, cubriendo una luz de 26.20 m. El acero estructural es A-572 G-50; 344.74 MPa (50000 PSI) como esfuerzo mínimo y 400 MPa (58000 PSI) como esfuerzo máximo a la fluencia. La configuración de la gradería del Teatro, son columnas y vigas de 0.40x0.40 m y 0.60x0.50 m, respectivamente. Las columnas y vigas de la gradería del Anfiteatro corresponden a 0.40x0.40 m y 0.50x0.30 m como viga externa y 0.50x0.60 m como interna. La tipología de zapatas aisladas y combinadas, ambas de geometría cuadrada, para el Teatro y su gradería corresponde a un 93% y 7%, respectivamente. Para el área de gradería del Anfiteatro, el 94% resulta en zapatas de tipo aisladas, y un 6% para zapatas combinadas, todas de geometría cuadrada. Se asume una capacidad portante de suelo de 14.1 T/M². En general, vigas, columnas y cimiento son de concreto reforzado; F'_c 27.5 MPa (4000 PSI), el refuerzo es acero Grado 413.7 MPa (60000 PSI), utilizando barras No. 5 y 6. Las longitudes de desarrollo a flexión y compresión favorecen en el diseño de espesores de las zapatas. El Proyecto Teatro y Anfiteatro de Plaza de la Cultura, ambientalmente se categoriza como 3; Código 10B017, resultando en un presupuesto estimado de Lps. 20, 026, 757.63, para ser ejecutado en seis meses. Previo a etapa de construcción, realizar el diagnóstico patológico estructural pertinente de todo el complejo bajo estatutos del Instituto Hondureño de Antropología e Historia (IHAH).

Palabras clave: Código Hondureño de la Construcción (CHOC-08), ACI-95, AISC ASD-89, Teatro, Anfiteatro.

EXECUTIVE SUMMARY

San Pedro Sula's Rotary Club lacks a structural design for the Cultural Plaza's Theater and Amphitheatre correctly plotted for its respective financial management and constructive development. Therefore, a proposal is generated for the mentioned areas, applying the Honduran Code of Construction 2008 (CHOC-08). The purpose of the structural design of these areas is to satisfy the cultural demand of attendants, limiting to the previous architectural proposal.

The process of calculation and design of this project considers normative from ACI 318-95 and AISC ASD-89. The model of the structure was designed in Staad Pro, and are evaluated under the static analysis method as dictated by the CHOC-08. Then, elements like beams, columns and footings are submitted to review using Midas Set. The theater is based in a rigid frame using W ASTM-A572 G-50 profiles. Elements of eccentric bracing, ceiling and theater elevators are conformed by HSST structural tubes, covering a light of 26.20 m. The structural steel is A-572 G-50; 344.74 MPa (50000 PSI) as a minimum effort and 400 MPa (58000 PSI) as a maximum effort to fluency. The theater's tier configuration is columns and beams of 0.40x0.40 m and 0.60x0.50 m, respectively. The columns and beams of the amphitheater's tier corresponds to .40x0.40 m and 0.50x0.30 m as external beam and 0.50x0.60 as internal. The type of footing isolated and combined, both of squared geometry, for the theater and its corresponding tier in a 93% to 7%, respectively. To the amphitheater's tier area, 94% results in isolated footing and 6% for combined footing, all of them of squared geometry. The assumed porting capacity is 14.1 T/M2. In general, beams, columns and foundation are made of reinforced concrete; F'_c 27.5 MPa (4000 PSI), the reinforcement is steel Grade 413.7 MPa (60000 PSI), utilizing No. 5 and 6 bars. The development lengths to bending and compression favor in the thickness design of the footing. The Theater and Amphitheater Project of Plaza de la Cultura, is environmentally categorized as 3; Code 10B017, resulting in an estimated budget of \$ 810, 799.90 to be executed in six months. Prior to the construction stage, carry out the pertinent structural pathological diagnosis of the entire complex under the statutes of the Honduran Institute of Anthropology and History (IHAH).

Key Word: Código Hondureño de la Construcción (CHOC-08), ACI 318-95, AISC ASD-89, Theater, Amphitheater.

ÍNDICE DE CONTENIDO

I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	2
2.1. PRECEDENTES DEL PROBLEMA	2
2.2. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA	4
2.2.1. ENUNCIADO DEL PROBLEMA.....	5
2.2.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	5
2.3. JUSTIFICACIÓN	5
2.4. PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN.....	7
2.5. OBJETIVOS	8
2.5.1. OBJETIVO GENERAL.....	8
2.5.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	8
III. MARCO TEÓRICO	9
3.1. ANÁLISIS DE SITUACIÓN ACTUAL.....	9
3.1.1. ANÁLISIS DE MACROENTORNO	9
3.1.2. ANÁLISIS DE MICROENTORNO	16
3.2. ANÁLISIS INTERNO	25
3.2.1. SAN PEDRO SULA	25
3.2.2. PLAZA DE LA CULTURA.....	27
3.2.3. ANÁLISIS DEL TERRENO	29
3.2.4. BIBLIOTECA PLAZA DE LA CULTURA.....	32
3.3. TEORÍA DE SUSTENTO.....	35
3.3.1. CÓDIGO HONDUREÑO DE LA CONSTRUCCIÓN EDICIÓN 2008	37

3.3.2.	AMERICAN CONCRETE INSTITUTE (ACI)	44
3.3.3.	AMERICAN INSTITUTE OF STEEL CONSTRUCTION (AISC)	44
3.3.4.	TRAMOYA.....	46
3.3.5.	PATOLOGÍA DE EDIFICACIONES.....	53
3.4.	MARCO CONCEPTUAL	55
3.5.	MARCO LEGAL.....	58
3.5.1.	CARTA INTERNACIONAL DE CONSERVACIÓN DE MONUMENTOS.....	58
3.5.2.	INSTITUTO HONDUREÑO DE ANTROPOLOGÍA E HISTORIA (IHAH)	59
IV.	METODOLOGÍA	62
4.1.	ENFOQUE	62
4.2.	VARIABLES DE INVESTIGACIÓN.....	63
4.2.1.	DIAGRAMA DE LAS VARIABLES DE OPERACIONALIZACIÓN.....	65
4.2.2.	TABLA DE OPERACIONALIZACIÓN.....	66
4.3.	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS APLICADOS	68
4.3.1.	INSTRUMENTOS	68
4.3.2.	TÉCNICAS	69
4.4.	METODOLOGÍA DE ESTUDIO	69
4.5.	CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES.....	71
V.	RESULTADOS Y ANÁLISIS	73
5.1.	REVISIÓN DE PATOLOGÍAS EN LA PLAZA DE LA CULTURA.....	73
5.2.	DESCRIPCIÓN DE LA ESTRUCTURA	74
5.2.1.	TEATRO DE PLAZA DE LA CULTURA.....	74
5.2.2.	ANFITEATRO DE LA PLAZA DE LA CULTURA	75

5.3. CRITERIOS DE DISEÑO PARA EL TEATRO Y ANFITEATRO	76
5.3.1. ANÁLISIS CARGAS MUERTAS Y VIVAS DEL TEATRO.....	76
5.3.2. ANÁLISIS DE CARGA DE VIENTO TEATRO	79
5.3.3. CARGA DE SISMO TEATRO	85
5.3.4. CARGAS DE LA TRAMOYA	87
5.3.5. PARÁMETROS DEL SUELO TEATRO	88
5.3.6. RESISTENCIA DE LOS MATERIALES UTILIZADOS TEATRO.....	89
5.3.7. COMBINACIONES DE CARGA PARA EL DISEÑO ESTRUCTURAL TEATRO.....	92
5.3.8. MODELO DE ANÁLISIS TEATRO	93
5.4. CÁLCULO DE LA ESTRUCTURA DEL TEATRO.....	95
5.5. DISEÑO DE LONGITUD DE DESARROLLO	121
5.6. CRITERIOS DE DISEÑO GRADERÍA DEL TEATRO	131
5.6.1. CARGAS MUERTAS Y VIVAS GRADERÍA DEL TEATRO	132
5.6.2. CARGA DE SISMO GRADERÍA DEL TEATRO.....	132
5.6.3. RESISTENCIA DE LOS ELEMENTOS, GRADERÍA DEL TEATRO	133
5.6.4. COMBINACIONES DE CARGA GRADERÍA DEL TEATRO	133
5.6.5. MODELO DE ANÁLISIS, GRADERÍA DEL TEATRO	134
5.7. CALCULO CARGA MUERTA, VIVA Y SISMO GRADERÍA DEL TEATRO.....	134
5.8. DISEÑO DE VIGAS, COLUMNAS Y ZAPATAS GRADERÍA DEL TEATRO.....	139
5.9. CRITERIOS DE DISEÑO PARA EL ANFITEATRO.....	152
5.9.1. CARGAS MUERTAS Y VIVAS ANFITEATRO.....	153
5.9.2. CARGAS DE SISMO, ANFITEATRO.....	153
5.9.3. RESISTENCIA DE LOS MATERIALES UTILIZADOS ANFITEATRO.....	154

5.9.4.	COMBINACIONES DE CARGA PARA EL DISEÑO ESTRUCTURAL ANFITEATRO.....	154
5.9.5.	MODELO DE ANÁLISIS ANFITEATRO	155
5.10.	CÁLCULO DE CARGAS ANFITEATRO.....	155
5.11.	DISEÑO DE VIGAS, COLUMNAS Y ZAPATAS DEL ANFITEATRO	161
5.12.	CONCLUSIONES PARCIALES.....	173
5.13.	CATEGORIZACIÓN AMBIENTAL.....	174
5.14.	PRESUPUESTO Y PLANIFICACIÓN	175
5.14.1.	TEATRO	175
5.14.2.	ANFITEATRO	184
VI.	CONCLUSIONES.....	194
VII.	RECOMENDACIONES.....	196
VIII.	BIBLIOGRAFÍA.....	199
IX.	ANEXOS	204
9.1.	VISITAS DE CAMPO	208
9.1.1.	TEATRO JOSÉ FRANCISCO SAYBE.....	208
9.1.2.	TEATRO NACIONAL MANUEL BONILLA	209
9.1.3.	PLAZA DE LA CULTURA.....	212
9.2.	CHOC CAPÍTULO 1.....	214

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1- Área Interior del Ex Molino “Marconetti”	10
Ilustración 2-Proceso de remodelación interno del Ex Molino “Marconetti”	11
Ilustración 3-Vistas Exteriores de la Estructura de Concreto del Miami Marine Stadium	13
Ilustración 4-Sección Transversal del Miami Marine Stadium	14
Ilustración 5-Vista Interna Teatro Everyman en Liverpool, Inglaterra.....	15
Ilustración 6- Estructura de Concreto Armado Teatro Everyman.....	16
Ilustración 7-Fachada del Teatro Nacional Manuel Bonilla (1915-2019).....	18
Ilustración 8-Armadura Tipo Fan Fink.....	18
Ilustración 9-Disposición de largueros y cuerdas de la Tramoya	19
Ilustración 10-Profesionales y Técnicos en Teatro José Francisco Saybe.....	21
Ilustración 11-Armadura Tipo Tijera Warren utilizado en el Teatro José F. Saybe.....	21
Ilustración 12- Vigas Tijera Tipo Warren Teatro Saybe	22
Ilustración 13-Pasillo Luminaria sobre el Área del Escenario	23
Ilustración 14-Anfiteatro Casa Galeano, Gracias, Lempira.....	24
Ilustración 15-Edificaciones realizadas en el Distrito Cultural.....	26
Ilustración 16- Fachada frontal Plaza de la Cultura, San Pedro Sula	29
Ilustración 17-Curvas de Nivel Complejo Plaza de la Cultura, San Pedro Sula	31
Ilustración 18-Análisis 3D Terreno Plaza de la Cultura	32
Ilustración 19-Plano de Cimentación de Estructura Existente de la Biblioteca	34
Ilustración 20-Etapas de un Proyecto Estructural Típico.....	35
Ilustración 21-Cargas Permisibles para las Bambalinas.....	46
Ilustración 22-Ficha Técnica de Tubería Estructural por JR Clancy	47
Ilustración 23-Ficha técnica de las cortinas de fuego especificada por JR Clancy.....	48
Ilustración 24-Ficha Técnica del “Motion Control System” para la Cabina de Sonido	49
Ilustración 25- Izador Helios Hoist (Sistema de Suspensión Automatizada)	51
Ilustración 26-Ficha Técnica del Sistema de Suspensión Automatizado	52
Ilustración 27-Diagrama de Tipos de Enfoque de Investigación	62
Ilustración 28- Diagrama de Variables de Operacionalización.....	65

Ilustración 29- Diseño Metodológico.....	70
Ilustración 30-Cronograma de Actividades (Diseño Estructural Plaza de la Cultura).....	72
Ilustración 31-Plano Referencia de Nomenclatura de Columnas y Área Tributaria	78
Ilustración 32-Diagrama de Aplicación de Viento en Dirección WX.....	82
Ilustración 33-Aplicación de Cargas de Viento en WX Staad.....	82
Ilustración 34-Diagrama de Aplicación de Viento en Dirección -WX.....	83
Ilustración 35-Aplicación de Cargas de Viento en -WX Staad.....	83
Ilustración 36-Diagrama de Aplicación de Viento en WZ y -WZ.....	84
Ilustración 37-Aplicación de Carga de Viento en -WZ Staad	84
Ilustración 38-Aplicación de Carga de Viento en WZ Staad.....	85
Ilustración 39-Salida de Datos de Peso Propio del Teatro, Staad Dirección X y Z.....	86
Ilustración 40- Correlación Aproximada entre la Clasificación de Suelos y CBR	89
Ilustración 41-Aplicación de Carga de Peso Propio Staad.....	94
Ilustración 42-Aplicación de Carga Viva Staad.....	94
Ilustración 43-Aplicación de Carga de Techo Staad.....	95
Ilustración 44-Diseño de Columnas para el Teatro W12x45 (CT-1).....	99
Ilustración 45-Diseño de Columnas para el Teatro W12x50 (CT-2).....	100
Ilustración 46-Diseño Estructural de los Arriostres Laterales para el Teatro.....	102
Ilustración 47-Render Staad Ala Sur y Norte del Teatro	103
Ilustración 48-Revisión Viga Principal V1 W12x40 del Teatro	104
Ilustración 49-Revisión Viga Secundaria V1-A W10x19 para el Teatro.....	105
Ilustración 50-Revisión Viga Secundaria V1-B W4x13 para el Teatro.....	106
Ilustración 51-Ubicación Viga Secundaria V1-C, V1-D, y V1-D para el Teatro.....	107
Ilustración 52- Vigas de Arriostres V3 W8x18 para las Vigas del Teatro	108
Ilustración 53- Nomenclatura para HSST de Tramoya y Techo en el Teatro	109
Ilustración 54-Revisión HSST 3x2.5x1/2" para miembros internos de la Tijera Warren.....	110
Ilustración 55- Esquema Conexión Simple Apoyada Tijera y Columna.....	111
Ilustración 56- Revisión HSST 6x6x1/2" para miembros de la Tramoya	112
Ilustración 57-Diseño Estructural de los Arriostres de Techo y Canaletas para el Teatro.....	113

Ilustración 58- Revisión Arriostre 3.5x3.5x3/16" en el Teatro	114
Ilustración 59- Revisión Cuerda Inferior HSST 6x6x1/4" Tijera Warren	115
Ilustración 60-Revisión Cuerda Inferior HSST 5x5x3/8" Tijera Warren	116
Ilustración 61-Columnas CT-3, Vigas V2 Cabina de Iluminación y Audio del Teatro	117
Ilustración 62- Revisión de la Columna 61 (CT-3)	118
Ilustración 63- Revisión Viga 98 en Cabina de Iluminación y Audio del Teatro	120
Ilustración 64- Revisión Zapata ZT-1 Teatro ID 25.....	126
Ilustración 65- Revisión de Zapatas Excéntricas en Cabina de Iluminación y Audio.....	130
Ilustración 66-Geometría de la Estructura Vista Isométrica.....	134
Ilustración 67-Vista Planta de la Estructura con Dimensiones.....	134
Ilustración 68-Propiedades Vigas y Columnas.....	135
Ilustración 69-Distribución de Cargas Muertas Graderías del Teatro	136
Ilustración 70-Distribución Cargas Vivas Graderías del Teatro.....	136
Ilustración 71-Distribución Cargas Sismo EX.....	137
Ilustración 72-Distribución Cargas Sismo EZ.....	138
Ilustración 73-Grupo Viga V1 Vista en Isométrico	140
Ilustración 74- Revisión Viga VGT-1 Gradería Teatro MIDAS SET	141
Ilustración 75-Grupo Columnas Vista Isométrica	142
Ilustración 76- Revisión Columna CGT-1 Gradería Teatro MIDAS SET	144
Ilustración 77-Grupo Zapatas Aisladas y Combinadas Gradería Teatro Vista Planta.....	147
Ilustración 78-Planta Zapatas Combinadas.....	147
Ilustración 79- Revisión Zapata ZGT-4 MIDAS.....	148
Ilustración 80- Revisión Zapata ZGT-1 MIDAS.....	151
Ilustración 81-Geometría de la Estructura en Vista Isométrica.....	155
Ilustración 82-Vista en Planta de la Estructura con Dimensiones.....	155
Ilustración 83-Propiedades de Vigas y Columnas	156
Ilustración 84-Distribución de Cargas Muertas	156
Ilustración 85-Distribución de Cargas Vivas	157
Ilustración 86-Distribución Cargas Sismo EX.....	158

Ilustración 87-Distribución Cargas Sismo EZ.....	158
Ilustración 88-Grupo Vigas 1 Vista Planta	161
Ilustración 89- Revisión Viga Anfiteatro 0.30x0.50 m (VGA-1)	162
Ilustración 90-Grupo Vigas 2 Vista en Planta	163
Ilustración 91- Revisión Viga Anfiteatro 0.50x0.60 m (VGA-2)	164
Ilustración 92- Columnas C1 Vista Isométrica.....	165
Ilustración 93- Revisión Columna Anfiteatro CA-1 0.40x0.40 m.....	166
Ilustración 94-Revisión ZA-4 Combinada	170
Ilustración 95- Grupo Zapatas Aisladas Vista Planta	171
Ilustración 96- Precio por Cantidad de Obra Teatro Plaza de la Cultura.....	177
Ilustración 97- Ficha de Costo Zapata Aislada ZT-1	178
Ilustración 98-Ficha de Costo Unitario Aquapanel Teatro	179
Ilustración 99-Ficha de Costo Unitario, Placa de Anclaje Columna-Pedestal Teatro	180
Ilustración 100-Ficha de Costo Unitario Columna de Acero W12x45.....	181
Ilustración 101-Ficha de Costo Unitario Viga W8x18 Teatro.....	182
Ilustración 102-Ficha de Costo Unitario Estructura de Tramoya y Puente de Iluminación Teatro	183
Ilustración 103- Precio Cantidad de Obra Anfiteatro Plaza de la Cultura	185
Ilustración 104-Ficha de Costo Unitario de Zapata ZA-1 de Concreto Anfiteatro.....	186
Ilustración 105- Ficha de Costo Unitario Excavación y Relleno Estructural Anfiteatro.....	187
Ilustración 106- Ficha de Costo Unitario Viga Externa VGA-1 Anfiteatro	188
Ilustración 107- Presupuesto Consolidado del Proyecto Teatro y Anfiteatro Plaza de la Cultura	189
Ilustración 108- Configuración "A" Acero A-572 G-50 Teatro Plaza de la Cultura	205
Ilustración 109- Configuración "B" Acero A-572 G-50 Teatro Plaza de la Cultura.....	206
Ilustración 110- Configuración "C" Acero A-572 G-50 Teatro Plaza de la Cultura	207
Ilustración 111-Pasillo de servicio de luces, Teatro Saybe	208
Ilustración 112-Marca de iluminación utilizada en el Teatro Saybe.....	208
Ilustración 113-Distribución de cuerdas de la tramoya Teatro Nacional Manuel Bonilla	209

Ilustración 114- Vista desde un mezzanine lateral a la Tramoya Teatro Manuel Bonilla	209
Ilustración 115-Detalle de unión en Armadura Tipo Fan Fink Teatro Manuel Bonilla.....	210
Ilustración 116-Vista Disposición de Armadura Teatro Nacional Manuel Bonilla.....	210
Ilustración 117-Poleas y cuerdas en Tramoya Teatro Nacional Manuel Bonilla	211
Ilustración 118-Empotramiento de armadura a pared Teatro Nacional Manuel Bonilla.....	211
Ilustración 119-Excavación realizada por el Club Rotario en el sitio a 1.5 metros.....	212
Ilustración 120-Fotografía Conceptual tomada en el concurso "INSTAMEET"	212
Ilustración 121-Fotografía Conceptual tomada en el concurso "INSTAMEET"	213
Ilustración 122-Fotografía con los participantes del "INSTAMEET" en la Fachada Principal Plaza de la Cultura	213
Ilustración 123-Velocidad Mínima Básica del Viento, km/h	214
Ilustración 124-Mapa de Zonas Sísmicas.....	214
Ilustración 125- Tabla A.12 Longitud de Desarrollo a Compresión.....	215
Ilustración 126- Tabla A.8 Cantidad máxima de barras en una sola fila en almas de vigas y Tabla A.2	216
Ilustración 127- Render Gradería Teatro Plaza de la Cultura	217
Ilustración 128- Render Cabina de Audio e Iluminación	217
Ilustración 129- Gradería y Techo Miami Marine Stadium.....	218

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1- Referentes en Macroentorno Plaza de la Cultura, San Pedro Sula.....	25
Tabla 2-Referentes en Microentorno Plaza de la Cultura, San Pedro Sula	25
Tabla 3-Indicador de Infraestructura en San Pedro Sula - UNESCO	27
Tabla 4-Crecimiento Poblacional en Barrio Los Andes.....	27
Tabla 5- Clasificación de los suelos Proyecto Fase IV	30
Tabla 6- Presupuesto de la Biblioteca de la Plaza de la Cultura	33
Tabla 7-Deflexión Permisible Máxima para Miembros Estructurales.....	37
Tabla 8-Tabla Resumen de Cargas Uniformes y Concentradas	38
Tabla 9-Presión estática del viento q_s a la altura estándar de 10 metros	38
Tabla 10-Coeficiente Combinado C_e , para Altura, Exposición y Factor de Ráfaga.....	39
Tabla 11-Sección de la Tabla 1.2.3-3 Coeficiente de presión C_q	39
Tabla 12-Categoría de Ocupación y Factores de Importancia	40
Tabla 13-Factor de Zona Sísmica Z	41
Tabla 14-Sección de la Tabla 1.3.4-6 Coeficiente R_w para Sistemas Estructurales	42
Tabla 15-Factores de Reducción de Resistencia para el Método de Esfuerzos Admisibles	45
Tabla 16. Ancho de la grieta tolerable en Concreto Reforzado	54
Tabla 17-Tabla de Variables de Investigación.....	63
Tabla 18-Descripción de las Variables de Operacionalización	66
Tabla 19-Visitas de Campo (Referentes de Microentorno).....	69
Tabla 20-Cálculo de Áreas Tributarias para carga de Aquapanel en Columnas.....	78
Tabla 21-Cálculo de Barlovento y Sotavento con Áreas Tributarias en WX y -WX.....	81
Tabla 22-Cálculo de Barlovento y Sotavento en Z	81
Tabla 23- Resumen Longitud de Desarrollo	123
Tabla 24-Parámetros para diseño de Zapatas en Staad Foundation	124
Tabla 25- Zapatas Aisladas del Teatro	125
Tabla 26- Conclusiones Parciales: Análisis Acero A572 G-50 Teatro Plaza de la Cultura	127
Tabla 27- Resumen Tipología Zapatas Teatro y Cabina de Iluminación y Audio.....	128
Tabla 28- Listado Vigas Medianas W	131

Tabla 29- Fuerza Resultante de Sismo Aplicación Nodal	137
Tabla 30- Zapatas Gradería Teatro.....	146
Tabla 31- Zapatas Combinadas Gradería Teatro	147
Tabla 32- Resumen Tipología Zapata, Viga y Columna Gradería Teatro.....	152
Tabla 33- Fuerza Resultante Sísmica Nodal.....	158
Tabla 34- Salida Zapatas Aisladas Staad Foundation Gradería Anfiteatro.....	167
Tabla 35- Resumen Tipología Zapata, Viga y Columna Gradería Anfiteatro.....	172
Tabla 36-Categoría para Permiso Ambiental según Áreas Plaza de la Cultura.....	174
Tabla 37- Sección Tabla de Categorización Ambiental	174
Tabla 38-Programación de la Obra (Teatro).....	190
Tabla 39-Programación de la obra (Anfiteatro).....	192
Tabla 40- Matriz de Recomendaciones acorde CHOC-08.....	197
Tabla 41- Resumen Estructural Teatro y Anfiteatro Plaza de la Cultura, San Pedro Sula	204

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1- Presión de Diseño de Viento.....	41
Ecuación 2- Cortante de Diseño en la Base para Fuerzas Sísmicas.....	43
Ecuación 3- Variable C para el Cortante de Diseño en la Base.....	43
Ecuación 4- Periodo de la estructura (T)	43

ÍNDICE DE PLANOS

Plano 1- Planta de Distribución de Columnas-Cimiento Teatro	219
Plano 2- Planta de Entrepiso Teatro	220
Plano 3- Detalle de Zapatas del Teatro	221
Plano 4- Sección Transversal del Teatro y Detalle de Viga y Losa de Entrepiso	222
Plano 5- Plano de Cimentación y Detalles.....	223
Plano 6- Distribución de Vigas-Detalles y Sección-Gradería del Teatro.....	224
Plano 7- Distribución de Columnas-Zapatas y Detalles de Anfiteatro	225
Plano 8- Distribución de Vigas y Sección de Anfiteatro.....	226
Plano 9- Detalle de Zapatas del TeatroPlano 10- Plano de Detalles de Union	227
Plano 11- Plano de Detalles de Vigas de Concreto.....	229
Plano 12- Secciones Estructurales Teatro	230
Plano 13- Secciones Estructurales Teatro – 2.....	231
Plano 14- Secciones Estructurales Teatro 3.....	232
Plano 15 Secciones Estructurales Teatro 4.....	233
Plano 16 Secciones Estructurales Teatro 5	234

I. INTRODUCCIÓN

Tras el deterioro y abandono del edificio "Instituto José Trinidad Reyes" ocupado en (1955-1990), y también por "INTAE" (1990-2000), el Club Rotario San Pedro Sula en 2011, solicita al ayuntamiento bajo la dirección del Instituto Hondureño de Antropología e Historia, tal espacio para convertirlo en ícono cultural; Plaza de la Cultura.

El máster plan del proyecto contempla: Centro de educación prebásico, básico y media gubernamental, biblioteca pública, anfiteatro, teatro, jardín botánico, estacionamiento público, galería de arte y área de sostenibilidad. Actualmente, el centro prebásico, básico, medio, y la biblioteca pública avanzan constructivamente. Para el Teatro contando con tramoya, y Anfiteatro, se han realizado propuestas arquitectónicas de las cuales, se hará la pertinente revisión estructural. Los espacios restantes del complejo no se ven implicados en este documento.

El reto para el diseño estructural del Teatro y Anfiteatro es cumplir con el planteamiento arquitectónico previo. De esta manera seguir los principios de conservación e integración de monumentos que permitan dotar a la edificación existente de una nueva estructura que forme los espacios propuestos en los anteproyectos. Para este proyecto se considera normativa de diseño y construcción nacional, CHOC-08, mismo que alude al ACI 318-95 y AISC ASD-89. Bajo los criterios mencionados, se modelan las estructuras en Staad. Pro. La revisión de dimensiones de columnas, zapatas, y vigas se constatan con Midas Set. La selección de métodos constructivos que traspasen la barrera costo vs. tiempo, adaptándolos al medio que se ensamblan, generar el menor impacto ambiental, realizar los menores cambios a la fachada original y cumplir con los dictámenes de dimensiones, acondicionamiento y detalles en los acabados de los espacios son unas de las observancias en este proyecto.

Revitalizar una edificación que por muchos años estuvo abandonada, refleja el interés público por formar parte de la culturalización local. Finalmente, la construcción de este hito cultural no sólo beneficia al Club Rotario de San Pedro Sula, sino a la comunidad sampedrana y hondureña en general.

II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Plaza de la Cultura como Patrimonio Cultural en San Pedro Sula, procura fomentar y robustecer la identidad nacional brindando oportunidades para que los ciudadanos desarrollen, expongan, e intercambien conocimientos, ideas y expresiones a través de actividades educativas, artísticas y culturales.

Para el progreso del proyecto, la fase arquitectónica de teatro con tramoya y anfiteatro, han sido propuestos. Juntamente, se requiere el diseño y revisión de elementos estructurales que conforman los mencionados.

2.1. PRECEDENTES DEL PROBLEMA

En 1943, el gobierno hondureño realiza la compra de un terreno ubicado en Barrio Los Andes, 5 Calle N.O entre 12 y 13 Avenida, para la construcción de la escuela pública "Instituto José Trinidad Reyes". Dicha construcción comienza en 1952, culminando en 1954, bajo la dirección del Ing. Amílcar Gómez Robelo, y en 1955 la escuela inicia operaciones. Posteriormente, en 1990 y hasta mediados de la primera década del año 2000, el INTAE utilizó las instalaciones del "Instituto José Trinidad Reyes".

El arqueólogo Eliseo Fajardo (2012) justifica: "El uso del inmueble ha sido eminentemente educativo y fue proyectado hasta el 2020 habiéndose considerado la posibilidad de agregar un segundo nivel en caso de convertir el inmueble en universidad".

Posterior al abandono y carencia de mantenimiento de la edificación es que surge la iniciativa del Club Rotario San Pedro Sula por adquirir el mismo, apuntando a desarrollar Plaza de la Cultura. De la misma manera, surge una medida de impulsar un movimiento llamado "Distrito Cultural", el cual cuenta con las siguientes edificaciones: Plaza de la Cultura, Museo de la Naturaleza con anfiteatro, Plaza Mundialista, entre otros.

De acuerdo con un convenio realizado entre la Municipalidad y el Club Rotario de San Pedro Sula en 2012, se asigna a esta última entidad el antiguo edificio del "Instituto José Trinidad Reyes" con la finalidad de desarrollar el proyecto Plaza de la Cultura.

“(…) un complejo cultural que impulse y fortalezca la identidad nacional a través de brindar oportunidades a los ciudadanos para el desarrollo e intercambio de conocimientos, ideas y expresiones por medio de acciones educativas, artísticas y culturales” (Club Rotario San Pedro Sula, 2019).

En ese mismo año, se inician preparativos para obtener un plan maestro en busca de mejorar las condiciones de la edificación. En esta acción, se ven involucrados los arquitectos Benjamín Krauss, Alejandra Vaquero y Julieta Colliart quienes desarrollaron las primeras áreas para la transformación de la plaza de la cultura el cual cuenta con lobby, biblioteca pública, oficinas administrativas, centro de educación gubernamental de arte y cultura, teatro, galería de artes, talleres, anfiteatro, galería de arte, estacionamiento público y jardín botánico. Una vez aprobado el proyecto por el Instituto Hondureño de Antropología e Historia, se dio inicio a las labores de remodelación y sobre todo conservación de los espacios existentes.

Seguidamente, como proyecto de graduación y vinculación, se efectuó la arquitectura del teatro implicando una tramoya, anfiteatro, jardín botánico, áreas exteriores como estacionamiento y plazas exteriores respectivamente. Correspondiendo lo aludido, se detalla la disposición de elementos estructurales, claros y alturas requeridas según los cortes arquitectónicos que serán empleados en la fase estructural.

A fin de obtener un panorama amplio de este proyecto, se cuenta con los precedentes: “DISEÑO ARQUITECTÓNICO DEL TEATRO PARA LA PLAZA DE LA CULTURA, SAN PEDRO SULA, JULIO, 2017” por Silvia Aguilar y “DISEÑO DE ANFITEATRO Y JARDÍN BOTÁNICO EN PLAZA DE LA CULTURA, SAN PEDRO SULA, ABRIL 2019” por Daisy Villars y Sonia Caballero.

El proyecto de la Plaza de la Cultura se encuentra desarrollado en un 20% contando con la estructura de techo para el área de lobby, administrativa y talleres, una fachada con acabados de pintura, ventanas de vidrio con estructura de aluminio y balcones, paredes restauradas y pintadas, además existe la estructura metálica en el área de la biblioteca.

Ciertas áreas están restauradas con cerámica, y las paredes han sido restauradas con los materiales originales. En las áreas exteriores se ha mantenido el orden cercando el perímetro y dándole mantenimiento al césped.

Plaza de la Cultura espera satisfacer la demanda de la comunidad sampedrana en cuanto a espacios de esparcimiento, exposición de cultura y arte, nuevas formas de comunicar y expresar el talento artístico e intelectual de la ciudad.

Según un censo realizado por el Instituto Nacional de Estadística (INE) en 2013, la población presente en donde está ubicado el proyecto, Barrio Los Andes en San Pedro Sula, es de 517 personas. Dicha información es auxiliada por Daisy Villars y Sonia Caballero en 2019 datando de 792 personas. Referente a la asistencia esperada para visitar el complejo cultural, la estimación por el Club Rotario es de 2,982 personas al mes, 994 a la semana y 165 en un día.

Por otro lado, los ingenieros Alfaro, Ulloa y Bustillo, presentan como proyecto de investigación "Zonificación de los suelos de la ciudad de San Pedro Sula Sector Suroeste Fase Cuatro, abril 2014" concluyendo en sondeos de suelo aledaño al proyecto y bajo el Método SUCS, muestra de Arena Mal Graduada (SP) (v. Tabla 5).

Solucionando componentes arquitectónicos de teatro y anfiteatro, se procede al desarrollo estructural tomando en cuenta la tipología de estructura más adecuada para el sitio, el estudio de suelo pertinente y considerando las cartas de conservación de monumentos para la preservación y salva guarda de los elementos arquitectónicos que hacen icónico el establecimiento.

2.2. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

Ejecutar el diseño estructural que cumpla con las restricciones dadas por la edificación existente referente a Teatro y Anfiteatro en Plaza de la Cultura. Además, que cumpla las normativas nacionales para que el mismo pueda ser aprobado y ejecutado a su tiempo. Finalmente, que sirva como medio para enriquecer la cultura y el arte de la ciudad.

2.2.1. ENUNCIADO DEL PROBLEMA

“Club Rotario San Pedro Sula carece de un diseño estructural para el Teatro y Anfiteatro en Plaza de la Cultura, que conforme un juego de planos para su respectiva gestión financiera y desarrollo constructivo.”

2.2.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Qué características estructurales eficientizan el cumplimiento de condicionantes arquitectónicas sin interferir con elementos existentes, aplicando normativa nacional para el diseño y revisión de elementos de acero y concreto armado para el Teatro y Anfiteatro en Plaza de la Cultura?

2.3. JUSTIFICACIÓN

El proyecto Plaza de la Cultura nace de suplir un porcentaje de infraestructura destinada a la cultura y a las artes, faltante en la sociedad sampedrana y hondureña en general.

Según datos realizados por la UNESCO en el 2017, la ciudad de San Pedro Sula representa el ocho por ciento de la población nacional y cuenta con no más del seis por ciento de la infraestructura cultural del país; esto representa un déficit del desarrollo cultural en la zona. El proyecto de la Plaza de la Cultura representará y ayudará a suplir el uno por ciento de la demanda de espacios de esparcimientos públicos para el desarrollo integral del plan “Distrito Cultural”.

La implementación del proyecto “Plaza de la Cultural” como tal, representa un paso al progreso y al desarrollo de las actividades artísticas poniendo a disposición del usuario un espacio con mayor cultura y menor violencia dentro de la ciudad.

El antiguo recinto del Instituto José Trinidad Reyes luego de ser abandonado fue utilizado como albergue clandestino para personas sin hogar, punto de basura en lugares de interés público y un punto de apoyo a la prostitución por más de diez años. Descuidado y sin ningún fin social aparente, con el traspaso de este inmueble al Club Rotario de San Pedro Sula: se reduce completamente en el sitio la propagación de flagelos sociales antes mencionados, complementa la trama urbana e imagen de la ciudad, desarrolla paso a paso el “Distrito Cultural” y gana un lugar de esparcimiento social y cultural en San Pedro Sula.

Bien señala Serra (2005) en un artículo del Diario El País, las palabras del arquitecto brasileño Jaime Lerner: "Una ciudad puede cambiar en dos años, no importa la escala ni los recursos financieros. Sin interferir en la planificación general se pueden realizar actuaciones rápidas de mejora en puntos concretos, es lo que yo denomino acupuntura urbana".

La antigua edificación del Instituto José Trinidad Reyes fue declarada mediante un acta, patrimonio histórico cultural de la nación en 2012 por el Instituto Hondureño de Antropología e Historia (IHAH). Esto permite utilizar los principios de conservación de monumentos dictaminados por la carta de Venecia publicado en 1964, el cual dictamina:

"La conservación y restauración de monumentos tiende a salvaguardar tanto la obra de arte (aspecto formal) como el testimonio histórico (significado y valoración)" (International Council on Monuments and Sites, 1964).

A su vez se hace referencia al principio de integración, configurando la nueva estructura sobre la existente o fortaleciendo la misma para adaptar los espacios al diseño previsto por el área arquitectónica.

El apoyo social realizado por las entidades público-privadas ayuda a la recaudación de fondos para las obras de carácter cultural, así como las acciones por IHAH. De igual manera, el proyecto Plaza de la Cultura ejerce actividades cada cierto tiempo para motivar al ciudadano a frecuentar los sitios públicos y poder diversificar las fuentes de diversión dentro de la misma.

Los sampedranos no deben de estar obligados a esperar una vez al año que se desarrollen actividades y centros de ocio. El desarrollo de Plaza de la Cultura se encuentra a un paso de la ejecución y para esto hemos diseñado la parte estructural basada en lo arquitectónico concluyendo en la entrega de planos taller y presupuesto.

2.4. PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN

- 1) ¿Qué elementos en acero, como columnas y vigas, cumplirán con los criterios de rigidez conforme al AISC-ASD 89, sin afectar paredes y cimiento existente, a causa de la tramoya?
- 2) ¿Qué dimensión y tipología de zapata es adecuada para evitar el daño a paredes y cimiento existente del Teatro?
- 3) ¿Qué propiedades constructivas deben contemplar los elementos estructurales que conforman el área de gradería para el anfiteatro; siendo estos: vigas porta gradas, cimentación y losa escaleras?
- 4) De acuerdo con la Tabla de Categorización Ambiental por Mi Ambiente, ¿a qué categoría pertenece el complejo de Plaza de la Cultura?
- 5) ¿A cuánto asciende el presupuesto estructural del Teatro y Anfiteatro Plaza de la Cultura?
- 6) ¿Cuánto tiempo es necesario para ejecutar el proyecto Teatro y Anfiteatro en Plaza de la Cultura?

2.5. OBJETIVOS

Se habrá de definir en función de la necesidad estructural del sitio un objetivo general y seis específicos. La intención de estos es fundamentar las actividades a realizar y la toma de decisiones pertinentes.

2.5.1. OBJETIVO GENERAL

Generar una propuesta de diseño estructural para el Teatro y Anfiteatro de Plaza de la Cultura, a beneficio de la comunidad a través del Club Rotario San Pedro Sula, brindando normativa para sustentar cálculos estructurales y presentar a nivel de anteproyecto el juego de planos y presupuesto correspondiente en un periodo de seis meses.

2.5.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- 1) Determinar la nueva estructura de acero del Teatro, incluyendo una tramoya, sin afectar paredes y cimiento existente.
- 2) Detallar las dimensiones, tipologías y refuerzo de zapatas requeridas para la estructura del Teatro, sin afectar paredes y cimiento existente.
- 3) Indicar las especificaciones constructivas que conforman los elementos estructurales del Anfiteatro, correspondiente a vigas porta grada, cimentación y losa escaleras.
- 4) Categorizar ambientalmente, según la Tabla de Categorización Ambiental por Mi Ambiente, el complejo Plaza de la Cultura.
- 5) Brindar el costo de los elementos estructurales diseñados para el Teatro y Anfiteatro en Plaza de la Cultura.
- 6) Estimar el tiempo en la ejecución y construcción del Teatro y Anfiteatro en Plaza de la Cultura.

III. MARCO TEÓRICO

El enlace entre la definición del problema y el análisis de la situación actual, refieren a estudios de casos de estructuras que contemplan situaciones similares, dificultades y soluciones que esclarecen las interrogantes presentes durante el proceso de diseño. El marco teórico en un análisis de situación actual buscando referentes locales y globales, marco conceptual denotando conceptos relacionados con la investigación y finalmente el marco legal sustentando lo requerido para que el proyecto sea realizado bajo el marco de la ley nacional e internacional.

3.1. ANÁLISIS DE SITUACIÓN ACTUAL

A nivel de macro y microentorno se aborda el análisis de situación actual, lo relacionado con las estructuras, comportamiento y adaptación a obras existentes aludiendo a la conservación de monumentos históricos. El diseño de tramoyas en el mundo y el análisis de la única existente en Honduras, (Teatro Manuel Bonilla).

3.1.1. ANÁLISIS DE MACROENTORNO

En los últimos años, la humanidad se ha preocupado por la conservación y restauración de monumentos históricos. Desde la primera convención internacional realizada en 1941, luego de los estragos ocasionados por las guerras, se dictaminó la conservación y salvaguarda de los monumentos históricos. A su vez en muchas ocasiones, intelectuales, artistas o arquitectos reúnen sus recursos para remodelar y revitalizar una edificación abandonada.

3.1.1.1. Revitalización del Ex Molino "Marconetti"

Este es el caso de la revitalización del ex molino "Marconetti". Obra llevada a cabo por los arquitectos de la subsecretaria de obras de arquitectura – Gobierno de la Ciudad de Santa Fe, Argentina. La estructura estuvo a cargo de Gustavo Perini en el 2017.

El edificio ocupa un predio de dos hectáreas, contando con un auditorio con capacidad para 2,000 personas y aulario taller.

El equipo del proyecto y Ott (2017) indican:

El edificio se ubica en la zona portuaria de la ciudad de Santa Fe, un área que a partir de la obsolescencia de las infraestructuras ferro-portuarias, se ha convertido en el sector de mayor crecimiento y desarrollo de la ciudad. La construcción del edificio data de los años 1920 y 1921, y representa una clara muestra de la arquitectura industrial de la época.

El proyecto pasa de ser un molino abandonado a una estación destinada a la actividad académica de las escuelas dentro del Liceo Municipal en la Ciudad de Santa Fe, los arquitectos pasan a la etapa de análisis minucioso de los planos originales de la edificación y un levantamiento adicional del estado conservativo de la estructura original. Se menciona en el documento referente Ott (2017) que para la etapa de recuperación procedieron a eliminar los agregados realizados por las malas intervenciones realizadas con anterioridad con la finalidad de liberar la volumetría original del edificio.

En la Ilustración 1 se observa la adaptación de la estructura metálica a la estructura existente de ladrillo rafón.

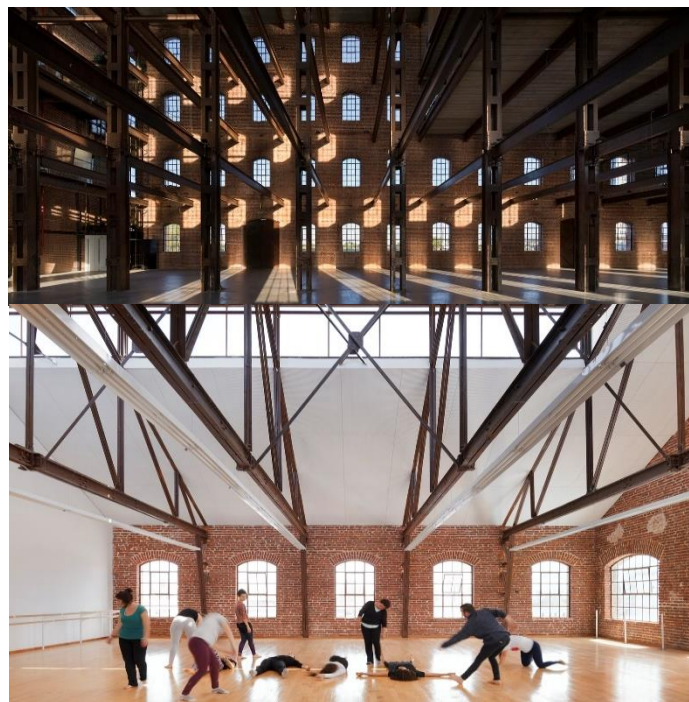


Ilustración 1- Área Interior del Ex Molino "Marconetti"

Fuente: Ott, 2017.

La Ilustración 1 señala la disposición de las columnas y cerchas que fueron ancladas a las paredes exteriores de la estructura existente. Este referente proporciona una visión de cómo idear un diseño para el área del Teatro en Plaza de la Cultura, San Pedro Sula.

Los diseñadores aprovecharon el espacio libre que representaba la estructura existente para realizar modulaciones nuevas permitiendo la doble y triple altura que potencian la espacialidad existente.

Para la recuperación de las fachadas, Clara (2017) también recalca:

La intervención matérica sobre el edificio plantea la recuperación de la caja muraria de la envolvente, la restauración de los cerramientos exteriores y la estructura metálica original, dejando los ladrillos a la vista, tanto en el exterior como en el interior.

En la Ilustración 2 se visualiza el trabajo de construcción, remodelación y montaje de los elementos metálicos que componen la estructura nueva.

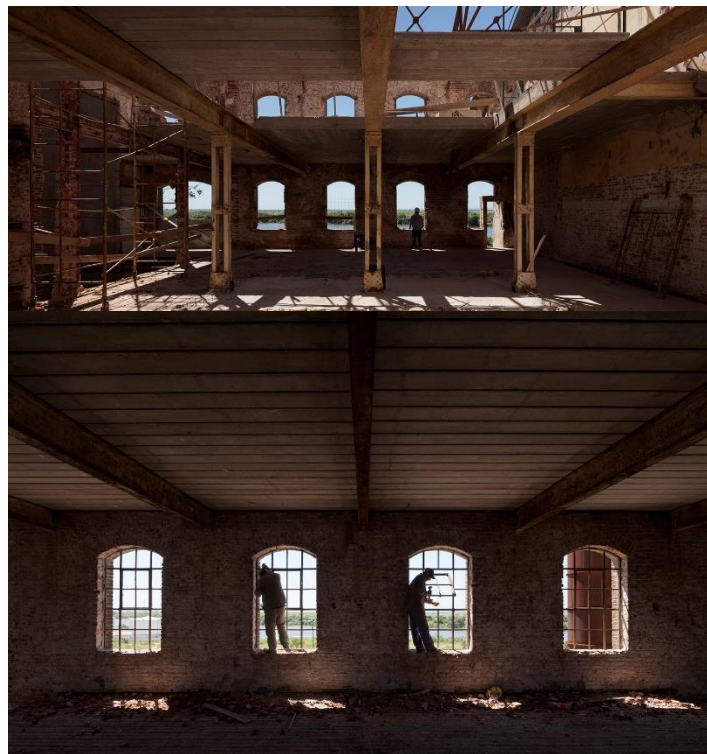


Ilustración 2-Proceso de remodelación interno del Ex Molino "Marconetti"

Fuente: Ott, 2017.

Los elementos metálicos que componen la nueva estructura se encuentran anclados a la parte exterior de la estructura antigua.

La restauración de este recinto revitaliza la ciudad de manera cultural y socioeconómica. El análisis de esta edificación en Argentina aporta un valor a la estructura existente, basándose en los principios de conservación de monumentos y presentando una estructuración y disposición del espacio permitiendo revitalizarlo. Este último es uno de los enfoques de la propuesta integro-estructural para Plaza de la Cultura en San Pedro Sula.

3.1.1.2. *Miami Marine Stadium*

Reinventándose en una maravilla moderna el Miami Marine Stadium oriundo de Virginia Key en Miami, Florida tiene una capacidad de 6,566 espectadores, según datos obtenidos del *National Trust for Historic Preservation*. El estadio es conformado por vigas reforzadas con una disposición de columnas en forma de "V" que sostienen a su vez la estructura del techo.

El arquitecto Hilario Candela diseña la gradería a principios de 1963. Esta obra dio lugar al desarrollo de actividades recreativas, y por su disposición a la orilla del mar se logró una conexión inmediata entre audiencia y escenario.

Minner (2011) expone:

"(...) organizó muchos eventos: manifestaciones políticas, carreras de botes, conciertos, servicios religiosos, programas de televisión, plató de cine para Clambake mirando a Elvis Presley, y fue una parte importante del área de Miami hasta 1992 cuando cayó en mal estado".

A pesar de encontrarse en abandono, artistas famosos como Gloria Estefan y la fundación de Elvis Presley han logrado recaudar fondos para su restauración y mantenimiento en el 2013. La Ilustración 3 muestra vistas exteriores del Miami Marine Stadium.



Ilustración 3-Vistas Exteriores de la Estructura de Concreto del Miami Marine Stadium

Fuente: Miami Marine Stadium, 2019.

La estructura espacial del techo es sostenida por las columnas que resisten la carga de la viga porta grada como se observa en la posición superior derecha de la Ilustración 3.

Según se menciona en el texto referente; la estructura de las columnas en forma de "v" hacen la fácil conexión con las vigas transversales de dos metros de peralte, a su vez contienen cargas de las vigas porta gradas de un metro de peralte. La estructura del techo conformado con losa de cascarón trabaja conectada con las columnas que sostienen las vigas. En lo que corresponde a cimiento, se genera una zapata a la que le recaen tres columnas en un extremo y otra zapata al otro, sosteniendo el final de la viga porta grada.

La Ilustración 4 muestra una sección del Miami Marine Stadium, visualizando los elementos estructurales principales. En la Sección Anexos, se visualizan renders del Miami Marine Stadium.

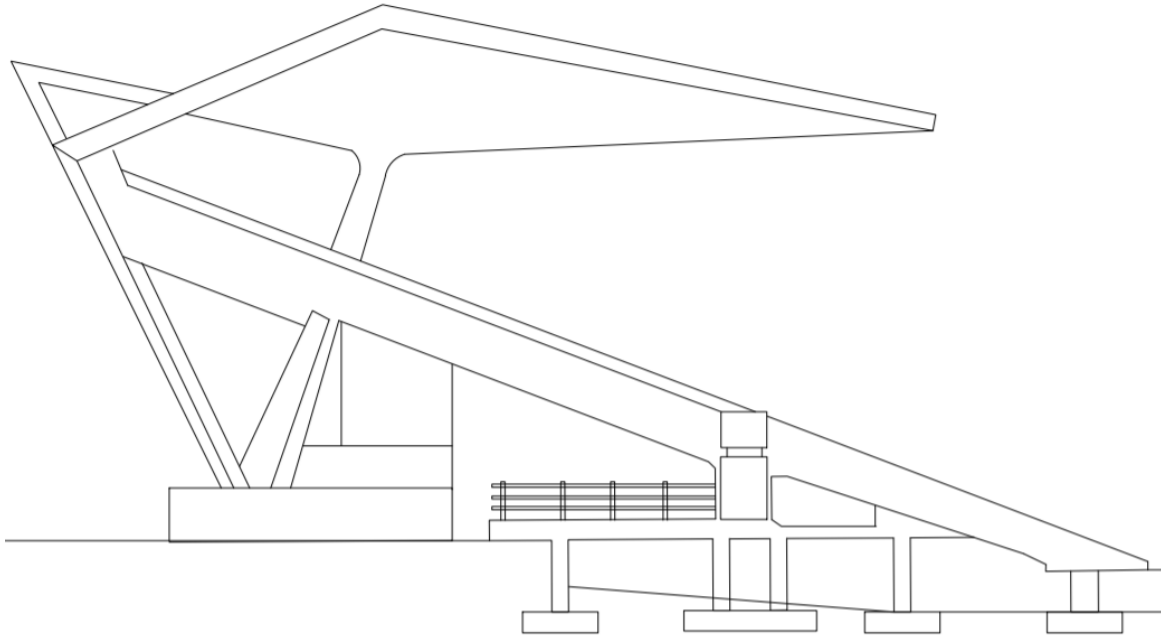


Ilustración 4-Sección Transversal del Miami Marine Stadium

Fuente: Sketch Sección Transversal Miami Marine Stadium, 2019.

Los elementos estructurales principales se componen de cimentación con pilotes, columnas en forma de "V" y vigas porta gradas conectadas con el mismo.

3.1.1.3. Everyman Theater

El teatro *Everyman* fue diseñado por los arquitectos *Haworth Tompkins*, los ingenieros estructurales *Alan Baxter & Associates* para la fundación *Liverpool & Merseyside Theatre Trust*.

Esta edificación se trata de una adaptación realizada a una edificación del siglo XIX, según datos proporcionados "*MPA The Concrete Centre*". El teatro ahora funciona con 406 asientos dispuestos en cimentaciones diseñadas cuidadosamente debido a la aparición de restos arqueológicos en el sitio.

Fueron utilizados pilares, columnas y vigas de concreto coladas *in-situ* para la realización del segundo nivel. La utilización de un material como el concreto permite aprovechar los beneficios de la masa térmica para la ayuda con la ventilación natural.

La disposición de las butacas está colocada alrededor de una fuente arqueológica.



Ilustración 5-Vista Interna Teatro Everyman en Liverpool, Inglaterra

Fuente: MPA The Concrete Centre, 2018.

La colocación de la cimentación de esta parte del teatro se coloca cuidadosamente por los restos arqueológicos encontrados en el sitio. La Ilustración 6 muestra la súper estructura de concreto dispuesta alrededor de la existente.

El documento en su caso de estudio menciona que la estructura de gran magnitud de concreto armado ayuda con el aislamiento térmico y la ventilación natural. (MPA The Concrete Centre, 2018).

El documento consultado destaca que el concreto expuesto presenta un color cremoso debido a la combinación con escoria granulada de alto horno (GGBS) (V. Marco Conceptual) como remplazo de cemento, en este proyecto también fueron incorporados otros materiales reciclados extraídos de la construcción existente tales como: los ladrillos de la edificación antigua,

encofrados de madera que también se utilizaron como material para acabados y revestimiento de paredes y puertas dentro de la edificación. (MPA The Concrete Centre, 2018).



Ilustración 6- Estructura de Concreto Armado Teatro Everyman

Fuente: MPA The Concrete Centre, 2018.

3.1.2. ANÁLISIS DE MICROENTORNO

En Honduras existen veintidós teatros y cuatro anfiteatros distribuidos en las ciudades más grandes. Sin embargo, estos primeros se encuentran en condiciones no favorables, y espacios reducidos con poca capacidad para los usuarios. Por mencionar algunos de los doce dentro de la ciudad siendo de uso privado están: Teatro José Francisco Saybe, Auditorio del Centro Cultural Sampedrano, Teatro los Zorzales, Auditorio del Centro Cultural Infantil, y el Auditorio del Centro de Artes Sampedrano.

3.1.2.1. *Teatro Nacional Manuel Bonilla*

En Honduras, actualmente, solo un teatro cuenta con un diseño de tramoya que permite la suspensión de escenografía y personas para realizar obras con efectos fantásticos, esta estructura cuenta con 104 años de antigüedad y está ubicado en la capital del país, Tegucigalpa. El Teatro Nacional Manuel Bonilla inicia la etapa de construcción el 5 de mayo de 1905 diseñado para 425 espectadores. En 2018, se realiza una remodelación para generar una nueva capacidad de usuarios: 315 en butacas, 150 palcos, y 215 en la galería, resultando en 700 asientos, según mencionó el tramoyista encargado de la edificación Joaquín Bardales. (Bardales, 2019). El porcentaje de espectadores aumentó en un 64%.

Según se menciona en la página oficial del Teatro Nacional Manuel Bonilla que previo a su construcción, intelectuales hondureños amantes de las artes, forman un comité para la conmemoración de los trescientos años de la obra Don Quijote de la Mancha, entre ellos Froylan Turcios, Lis Landa Escobar y Rómulo Ernesto Durón, y, solicitaron en el año de 1905 al presidente Manuel Bonilla, la construcción de un lugar honrando al escritor Miguel de Cervantes. V. (Teatro Nacional Manuel Bonilla, 2009).

El sistema de armado del teatro está conformado por una estructura de madera y concreto, siendo la primera utilizada para la mecánica de la tramoya junto con las poleas de acero que movilizan escenografía y telones. Para el área restante de platea, palcos, galería, foyer y vestíbulo fue utilizado concreto reforzado y ladrillo en las fachadas remodeladas. El Lic. Valeriano (2016), asegura en un artículo denominado "Un pequeño aporte a la Historia de Nuestras Instituciones" lo siguiente:

En los años treinta se cambió la fachada quitándole las hermosas columnas que le dieron por muchos años una elegancia al hermoso Teatro construido por don Cristóbal Prats Fonellosa, quien después de finalizada la obra hizo de Honduras su segunda patria.

El Teatro Nacional Manuel Bonilla es referente por ser el único en Honduras al tener un sistema de suspensión y desplazamiento de escenografías llamado tramoya. Desde su construcción hasta la fecha ha sufrido remodelaciones, y a pesar de ello no restringe que se desarrollen funciones utilizando el sistema mencionado. La Ilustración 7 muestra el estado anterior y actual de la fachada del Teatro Nacional Manuel Bonilla previo a su restauración y remodelación en el 1935.

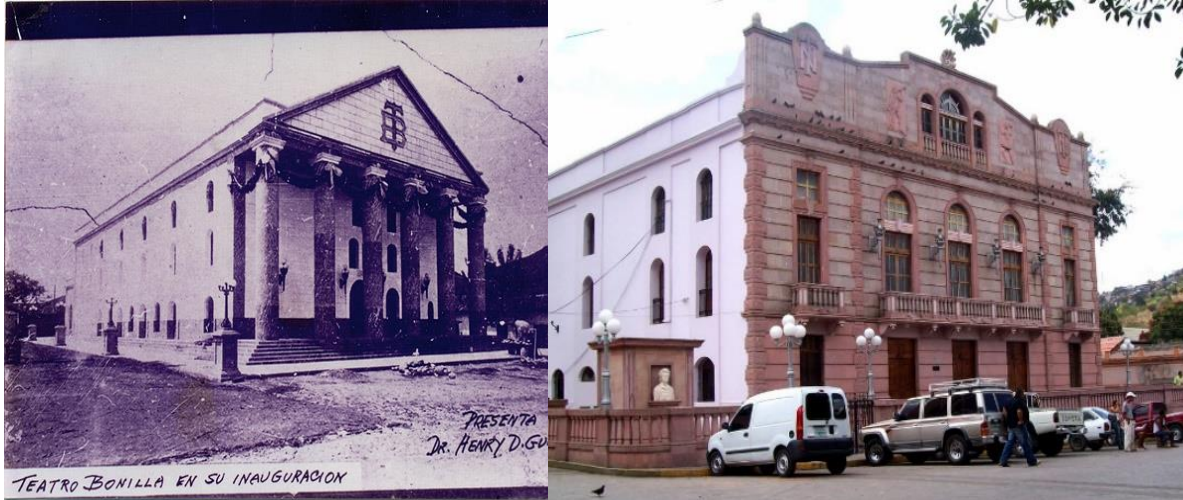


Ilustración 7-Fachada del Teatro Nacional Manuel Bonilla (1915-2019)

Fuente: Henry Gung, 2019. Contraste Elevación 1920 vs. 2019.

El cambio de fachada fue realizado luego de los daños sufridos por el paso del tiempo. En el teatro Nacional Manuel Bonilla se utiliza la armadura tipo Fan Fink como se muestra en la Ilustración 8.

El sistema de tramoya, apoyado en la cuerda inferior de la armadura de acero, se compone de largueros de madera según la necesidad y el espaciamiento requerido por la obra, igualmente se vale de poleas a fin de controlar las cuerdas para la suspensión de escenografía y elenco.



Ilustración 8-Armadura Tipo Fan Fink

Fuente: Truss Fact Book, 2010.

En la cuerda inferior de la armadura se coloca la estructura de madera de la tramoya, se cuelgan todos los sistemas de poleas y cuerdas.

Como es mostrado en la ilustración anterior, para claros de más de nueve metros se utiliza la configuración de armaduras de acero, en el caso del Teatro Nacional, el tipo Fan Fink. Para todo tipo de armaduras se aplica por la carga alta que ejerce el techo sobre cuerda superior.

(MULTINAIL, 2010, pág. 25). Las estructuras observadas sobre el escenario son mostradas en la Ilustración 9.



Ilustración 9-Disposición de largueros y cuerdas de la Tramoya

Fuente: Propia.

Las cuerdas visualizadas son colocadas en medio de los tramos, sobre poleas, a 12 metros de altura del escenario, y mediante poleas es suspendido el sistema. La tramoya consta de una serie de tablones de madera dispuestos horizontalmente paralelos a la boca del escenario con un espaciamiento de un pie de ancho entre ellos. Las bambalinas que cuelgan de tubos de acero con cables juntamente con la tramoya recaen en la armadura de acero. V. (Teatro Nacional Manuel Bonilla). Los tres *mezanines* localizados en el perímetro al fondo de escenario están para manejar las cuerdas y buscar un equilibrio de los elementos a colgar en cada lado. Esta forma de distribución de los tramos es un sistema muy antiguo, de la misma manera se cuenta con una configuración de contra pesos que mediante manijas controladoras se sube o baja según la necesidad del usuario.

No obstante, en actos particulares para la presentación teatral se utiliza una operación de contrapesos con poleas de manejo mecánico manejado electrónicamente facilitando el trabajo de nivelación y suspensión en el escenario.

3.1.2.2. *Teatro José Francisco Saybe*

“Este teatro nace con la idea y la perseverancia de un hombre amante del teatro escénico (...)” (Opsa, 2017, pág. 26).

Según menciona la revista Opsa, el teatro inicia construcciones en 1995 a cargo de la Fundación Cultural de San Pedro Sula. Este proyecto fue realizado por diferentes fundaciones y colaboradores que ayudaron a su culminación hasta el 2003. Cuenta con una capacidad de 506 butacas, así mismo con un Green Room. (Opsa, 2017, pág. 28)

El diseño del teatro fue compuesto por especialistas en distintas ramas de la construcción, (v. Ilustración 10). El teatro cumple con los más altos estándares de confort, óptica, acústica y aislamiento de manera que la obra puede estar en funcionamiento sin que se vea afectada por algún suceso de índole climático.

La información recopilada el día de la visita de campo en el Teatro José Francisco Saybe fue guiada por el Ing. Elías Enrique Zablah, que ha trabajado como actor y director en 36 obras presentadas por el Centro Teatral Sampedrano.

Zablah, (2019) señala:

El diseño del teatro cumple con los más altos requerimientos acústicos. Stephan Koning, ingeniero acústico holandés, prestó sus servicios a mitad del precio que normalmente cobra. Cabe agregar que el gobierno holandés hizo la donación del candelabro que recibe a las personas en el foyer, contando con 5,000 piezas de cristal de roca y 1,000 más de repuesto.

La Ilustración 10 hace mención honorífica de los colaboradores involucrados en la construcción de la obra.

Coordinación y Conceptualización	Ingeniero Acústico	Ingeniero Estructurales	Ingenieros Supervisores
Jose Francisco Saybe	Stephan Koning	Walter Rivera	Gustavo Alfaro
Administración	Ingenieros Electromecánicos	INMSA	Jose Alberto Vasquez
German Salinas	ICCE	Ingenieros Diseño	Jose Alfredo Matute
Arnoldo Mancia	Arnaldo Martinez	Miguel Arturo Rivera	Carlos del Cid
Nelson Bueso	Ruben Espinal	Jose Luis Gutierrez	Inspectores de Campo
Teffy Osegueda	Melvin Colindres	Arquitecto Paisajista	Juan Peraza
Promotor Donaciones	Gabriel Valladares	Roberto Elvir Zelaya	Adalberto Ryenaud
Henry Kawas	Edwin Chavarria	Ingenieros de Costo	Asesores Especiales
Norbert Bart	Marco Tulio del Arca	Miguel Andres Sanchez	Abel Fonseca
Arquitectos	David Rodríguez	Ramiro Marín	Gerardo López
Jose Angel Galdamez	Air Quality	Heriberto Zelaya	Beisy Canaca
Jose Raul Cardenas	Juan Ortiz	Maestro Constructor	Alessio Urso
Leda Barrientos	Fernando Lozano	Ismael Guardado	Miguel Joaquín Melgar
Arquitecto Fachada	Ingenieros Electromecánicos	Subcontratista Electrico	Arquitecto Diseño Interior
Mariadel de Mellage	Onias Peralta	Basilio Aguilar	Regina Yones

Ilustración 10-Profesionales y Técnicos en Teatro José Francisco Saybe

Fuente: Propia.

Se hace mención honorífica al ingeniero acústico holandés por su trabajo dentro del teatro José Francisco Saybe. El teatro cuenta con una estructura mixta, compuesta de columnas metálicas en la parte del lobby y sala de audiovisuales, tal como en el área del auditorio, escenario y taller. Esta parte metálica está compuesta de perfiles W 7 x 7" in, los cuales soportan las tijeras con un claro de 14 metros sobre el escenario. El tipo de armadura metálica utilizada en el Teatro José F. Saybe se muestra en la Ilustración 11.

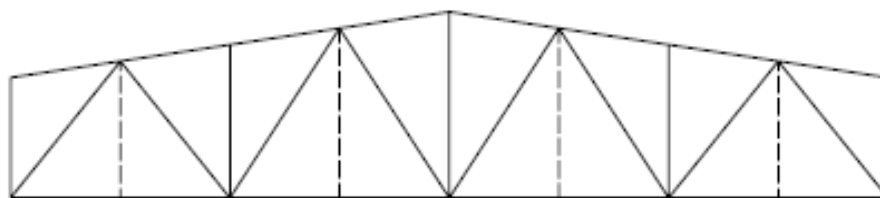


Ilustración 11-Armadura Tipo Tijera Warren utilizado en el Teatro José F. Saybe

Fuente: Panel Rey, 2017. Manual del Diseño Estructural, p. 52.

Esta tipología de estructura cubre largos claros y cargas mayores comparada a una viga de concreto.

Las cargas a las que están expuestas las tijeras Tipo Warren (v. Ilustración 12) es la estructura de techo, siendo losa de concreto de 27.5 MPa (4,000 PSI), y todo el material aislante. A su vez recibe

la carga de tres pasillos de adaptación tubular, con espesor de 7", sosteniendo la iluminación y personal correspondiente.

Por último, menciono el Ing Zablah, las tijeras soportan cinco rieles de las cortinas desplazables y la pantalla proyectora en el área del escenario. (Zablah, 2019). La disposición de las vigas en el teatro Saybe ayuda a la colocación de los puentes de servicio debajo de estos.



Ilustración 12- Vigas Tijera Tipo Warren Teatro Saybe

Fuente: Propia.

Las vigas en el Teatro soportan las cargas de las cabinas de iluminación y la losa de concreto formando parte de los puentes de servicio principales. En los pasillos se detecta un promedio de 20 lámparas colgando de un extremo y del otro un material acústico.

El pasillo de estructura tubular metálica y cubierta de piso de tabla yeso cuenta con un ancho de un metro y dos de alto. Para el caso del diseño estructural Teatro Plaza de la Cultura, únicamente se cuenta con un pasillo de servicio de luminaria sobre el auditorio y el segundo sobre el telón en el área del escenario.

El acceso hacia esta área de servicio es a través de una puerta oculta que conlleva a una escalera de caracol metálica. El tubo central de la escalera es de 7" de diámetro. Se analiza que el material predominante es metal, observando que ayuda a soportar mayores cargas en los claros requeridos y consta con una densidad menor que el concreto lo que lo hace más liviano que el concreto.

Un puente de servicio es utilizado para la disposición de iluminación y sistema de sonido en caso de ser necesario. Como se muestra en la siguiente imagen, este puente sostiene la iluminación directa hacia el escenario.



Ilustración 13-Pasillo Luminaria sobre el Área del Escenario

Fuente: Propia.

El Teatro José Francisco Saybe cuenta con tres puentes de servicio, los cuales cambian sistema de iluminación según la necesidad requerida.

3.1.2.3. Anfiteatro Casa Galeano

Uno de los pulmones culturales yacidos en Gracias, Lempira se vale de Casa Galeano, contando con un museo histórico, jardín botánico y anfiteatro.

“El anfiteatro, dentro de Casa Galeano fue presentado en el año 2016, resultado de un convenio entre Instituto Hondureño de Turismo, Mancomunidad Colosuca y la Agencia Española de Cooperación Internacional para el Desarrollo ” (Roatán, 2017).

El Anfiteatro se encuentra justo al centro del Jardín Botánico y tiene una capacidad para 80 personas. Se menciona en la revista *Honduras Tips* que: a finales del año 2017, se finalizó la etapa de construcción del anfiteatro, los senderos principales y el sistema de iluminación por un monto de \$ 93,000.00.

La revista también menciona que la Casa Galeano es un ejemplo clásico de arquitectura vernácula con la tradicional planta colonial en forma de "L", pero decorada con las influencias del estilo neoclásico en sus dos fachadas externas. (Roatán, 2017).

El Anfiteatro de la casa Galeano forma parte del jardín, este consta con una disposición de tres niveles de graderíos.



Ilustración 14-Anfiteatro Casa Galeano, Gracias, Lempira

Fuente: Casa Galeano, 2017.

Para un orden esquemático de las secciones de Macro y Microentorno (v. Tabla 1 y Tabla 2) respectivamente.

Tabla 1- Referentes en Macroentorno Plaza de la Cultura, San Pedro Sula

Descripción	Lugar	Año de Construcción	Capacidad
Revitalización del ex molino "Marconetti"	Santa Fe, Argentina	1920	2,000
Miami Marine Stadium	Virginia Key, Miami, Florida (EEUU)	1963	6,566
Teatro Everyman	Liverpool, Reino Unido	1970	406

Fuente: Propia.

Tabla 2-Referentes en Microentorno Plaza de la Cultura, San Pedro Sula

Descripción	Lugar	Año de Construcción	Capacidad
Teatro Nacional Manuel Bonilla	Tegucigalpa, Fco. Morazán	1905	700
Teatro José Francisco Saybe	San Pedro Sula, Cortés	1995	506
Anfiteatro Casa Galeano	Gracias, Lempira	2016	80

Fuente: Propia.

Se seleccionaron referentes que se acercasen a la realidad y tengan relación con los proyectos desarrollados en el diseño estructural para la Plaza de la Cultura.

3.2. ANÁLISIS INTERNO

Para obtener un panorama amplio de lo que ocurre alrededor del complejo Plaza de la Cultura, es requerido un análisis interno. Se debe tomar en cuenta referentes cercanos al sitio y otras obras estructurales de la misma índole que faciliten el estudio del comportamiento de las mismas. A su vez se divide sectorialmente en San Pedro Sula, Plaza de la Cultura y el análisis propio del terreno a intervenir.

3.2.1. SAN PEDRO SULA

Actualmente San Pedro Sula es la segunda ciudad más poblada del país, luego de Tegucigalpa, con una extensión territorial de 898.6 km², Según el atlas municipal de San Pedro Sula, en el 2015 se registró que esta ciudad comprende el 8% de la población (AMSPS, 2015).

Para las ciudades emergentes en la periferia como El Progreso, Choloma, Villanueva y Lima, San Pedro Sula representa una ciudad de servicios, a la que pueden adquirir los servicios básicos de educación, salud, comercio, diversión y trabajo, lo que provoca que la población de la ciudad sea fluctuante de día y de noche.

En los últimos cinco años, dentro de la ciudad se han realizado importantes obras de infraestructura pública de carácter vial, como ser: Puente Intercambiador Gala, Puente Peatonal del Instituto Hondureño de Seguridad Social, Puente a desnivel Col. Santa Marta, Túnel de la 27 Calle, entre otros.

Estas importantes obras ayudan a disminuir el congestionamiento vial, sin embargo, se han realizado muy pocas obras de carácter cultural en el mismo lapso.

Como parte del "Distrito Cultural" se ha realizado: la Avenida Mundialista, Restauración del Estadio Morazán y el Museo de la Naturaleza. También, la restauración y mantenimiento del Parque Central de San Pedro Sula y otras obras de carácter social como los parques de Vida Mejor con la finalidad de mejorar la calidad de vida de los ciudadanos.

Aún resta por cumplir la realización de La Plaza de la Cultura, siendo esta la obra de mayor magnitud de carácter público-cultural en la ciudad. La Ilustración 15 muestra las obras realizadas como parte del "Distrito Cultural".



Ilustración 15-Edificaciones realizadas en el Distrito Cultural

Fuente: AMSPS, 2019.

Obras observadas: Plaza Mundialista frente al Estadio Morazán y remodelación del Museo de la Naturaleza y anfiteatro. La Tabla 3 muestra el Indicador Cultural Público, estudio desarrollado por la UNESCO en 2015.

Tabla 3-Indicador de Infraestructura en San Pedro Sula - UNESCO

Ciudad	Infraestructuras Culturales Publicas (ICP)	Población	ICP respecto a ICP a nivel nacional	Población respecto a la población nacional
San Pedro Sula, Cortes	6	766,000	10%	8%

Fuente: UNESCO, 2015.

Según la UNESCO, la construcción de la Plaza de la Cultura ayudará con el 1% de la infraestructura cultural pública a nivel nacional.

Este factor de infraestructura cultural nace como iniciativa de revitalizar las ciudades y fomentar nuevas instalaciones de carácter cultural. En San Pedro Sula, la culminación de la Plaza de la Cultura por su valor histórico y magnitud aporta y aumenta este índice cultural.

3.2.2. PLAZA DE LA CULTURA

La Plaza de la Cultura, está ubicado en el barrio Los Andes, 3ra. y 4ta. Calle, entre 12 y 13 Avenida, San Pedro Sula, Cortes. Para el análisis de la población circundante en la zona, las arquitectas Villars y Caballero realizan una proyección de la misma desde el año 2003 al 2019 con la finalidad de observar las personas beneficiadas por el cambio de imagen de la edificación. (Caballero & Villars, 2019). La Tabla 4 muestra el crecimiento poblacional del Barrio Los Andes.

Tabla 4-Crecimiento Poblacional en Barrio Los Andes

	2003	2013	2015	2017	2018	2019
Población de SPS	515,458.00	719,064.00	754,254.00	766,000.00	777,877.00	789,938.00
Tasa		1.395	1.0489	1.0155	1.0155	1.0155
Barrio Los Andes	517.00	721.22	756.51	768.29	780.20	792.30

Fuente: (Caballero, S. & Villars, D. 2019, p.24)

Con un crecimiento promedio de 1.2% se espera una afluencia de 792 en un radio de un kilómetro. A su vez, con la información provista por el Club Rotario de San Pedro Sula, las arquitectas anteriormente mencionadas hacen una relación con la tasa de crecimiento promedio de la

afluencia obtenida en el predio una vez construido a corto, mediano y largo plazo a lo que concluye: 804 en el 2020, 855 en el 2024 y 924 en el 2029. Tomando esta proporción para el diseño arquitectónico del Teatro y Anfiteatro de la Plaza de la Cultura.

El proyecto surge como una propuesta de remodelación presentada por el Club Rotario de San Pedro Sula, esto sustentándose en el artículo No. 2 del Decreto 220-97 en el cual es considerado el "Antiguo Edificio del Instituto José Trinidad Reyes" como un Patrimonio Cultural de la nación en el 2012.

Este edificio fue adquirido por el gobierno de Honduras en 1943 y la construcción dirigida por el Ing. Amílcar Gómez Robelo en 1952. En 1955 inicio su función como instituto, hasta 1990 que pasó a ser INTAE hasta el 2000.

El inmueble fue destinado a ser de índole educativa hasta el 2020, año que se incorporaría la función de centro de educación superior según menciona el arqueólogo Eliseo Fajardo en una entrevista para La Prensa en el 2012.

La realización de este proyecto ha sido mediante la colaboración de distintos convenios, principalmente por la Cooperación Institucional, presentado en el diario La Gaceta, bajo la denominación de "El desarrollo de proyectos o programas que promuevan o fomenten la cultura, las artes y los deportes en la zona noroccidental de Honduras, muy especialmente en el Valle de Sula" (La Gaceta, Cooperacion Interinstitucional, 2016).

A su vez, varias entidades han participado en la realización del proyecto como INGELCO y UNITEC, siendo este último encargado de presentar las propuestas para el diseño arquitectónico del teatro, anfiteatro y jardín botánico de Plaza de la Cultura.

Las actividades realizadas demandan la reconstrucción de elementos estructurales en paredes, limpieza y nivelación de áreas verdes, instalaciones de pisos nuevos y adoquín en los exteriores. A causa de presupuesto, se han detenido los trabajos, efectuando la organización de eventos público-familiares con la finalidad de recaudar fondos para pintura en paredes externas y mantenimiento interno del sitio.

La estructura principal del recinto se encuentra en condiciones aceptables. Sin embargo, la losa de techo presenta rajaduras por el paso del tiempo. A través de un diagnóstico patológico estructural es posible concluir en la restauración o reconstrucción de los anteriores. La Arq. Silvia

Aguilar menciona que la estructura de acero de la biblioteca fue colocada en el año 2015 y sus paredes han sido reconstruidas con el mismo material existente. Las obras de mantenimiento y construcción se ven mayormente en el área de talleres el cual presenta una estructura nueva de techo, paredes pintadas y pisos con firmes de concreto y que en algunas habitaciones están forrados de cerámica.

En el área de teatro no se ha realizado ningún tipo de restauración e informa de una excavación realizada con 1.5 metros de profundidad en la parte posterior, ayudo a visualizar la disposición y el material del cual fue concebida la cimentación. (v. Anexos Plaza de La Cultura Ilustración 119). La Ilustración 16 muestra la fachada de Plaza de La Cultura.



Ilustración 16- Fachada frontal Plaza de la Cultura, San Pedro Sula

Fuente: Mejía, 2015.

La fachada fue restaurada en el 2015 con esfuerzos de recaudación monetaria por parte del Club Rotario San Pedro Sula.

3.2.3. ANÁLISIS DEL TERRENO

Al realizar un análisis interno, usualmente en arquitectura es pertinente hacer un diagnóstico de asoleamiento, ventilación y topografía para consolidar el diseño en base a esto.

El terreno de la Plaza de la Cultura está ubicado geográficamente en 15°30'32.13" latitud norte y 88°1'55.63" longitud oeste, conformado por un polígono regular entre la 3ra y 4ta Calle, 12 y 13 Avenida, colindando a este el Instituto María Auxiliadora, viviendas y comercio y el Estadio Francisco Morazán hacia el sur.

El levantamiento topográfico realizado por parte de las autoridades de Club Rotario de San Pedro Sula brinda una visión más clara de las curvas de nivel presente.

Esta información fue utilizada por el área de arquitectura para aprovechar el desnivel y plasmar las nuevas estructuras a construir.

En el caso del anfiteatro, según condicionantes expuestas en el diseño arquitectónico, se requiere de una excavación de 2.5 metros y una nivelación en el área oeste del predio donde se encontrará el estacionamiento.

Conforme al estudio de Zonificación de Suelos de la Ciudad de San Pedro Sula, Cortés Sector Noroeste Fase III por Caballero, Raudales, & Fúnez en 2013, determinan que el sector noreste de San Pedro Sula presenta un suelo de tipo arenoso limoso, compuesto principalmente de arcilla con restos vegetales y arena fina. Los anteriores cuentan con profundidades de un metro y analizados con el Método SUCS.

Por su parte, los ingenieros Alfaro, Ulloa, y Bustillo en 2014, realizan sondeos bajo el Método SUCS para brindar una Clasificación del Suelo en el Sector Suroeste de San Pedro Sula rotulada como: "Área Colindante, Antiguo Edificio INTAE". El sondeo resulta en Tipo (SP), siendo Arena Mal Graduada (v. Tabla 5).

Tabla 5- Clasificación de los suelos Proyecto Fase IV

Sondeo	Ubicación	SUCS	Descripción
S1	Terreno Contiguo "La Salle"	SW	Arena Bien Graduada
S2	2 y 3 Calle N.O Terreno atrás KFC	SP-SM	Arena Mal Graduada con Limo
S3	Terreno Frente al Antiguo Cine "Géminis" 1ª. Calle 12 Ave. S.O	SP	Arena Mal Graduada
S4	2 y 3 Calle N.E y 1era. Ave. Terreno atrás Parqueo "Hotel Bolívar"	SW-SM	Arena Bien Graduada con Limo
S5	Área Colindante Antiguo Edificio "INTAE"	SP	Arena Mal Graduada

Fuente: Alfaro, Ulloa, & Bustillo, (2014)

La Tabla 5 hace reconocimiento del tipo de terreno estudiado con un resultado SP, Arena Mal Graduada.

Club Rotario San Pedro Sula contrata al cuerpo correspondiente para efectuar el levantamiento de puntos topográficos. La Ilustración 17 muestra las curvas de nivel generadas del complejo.



Ilustración 17-Curvas de Nivel Complejo Plaza de la Cultura, San Pedro Sula

Fuente: Propia.

El terreno presenta una topografía levemente accidentada con desniveles de 0.25 metros por cota, el desnivel total del punto más alto al más bajo es de 3.50 metros. La modelización tridimensional obtenida por la nube de puntos topográficos permite la visualización ligeramente accidentada del terreno.

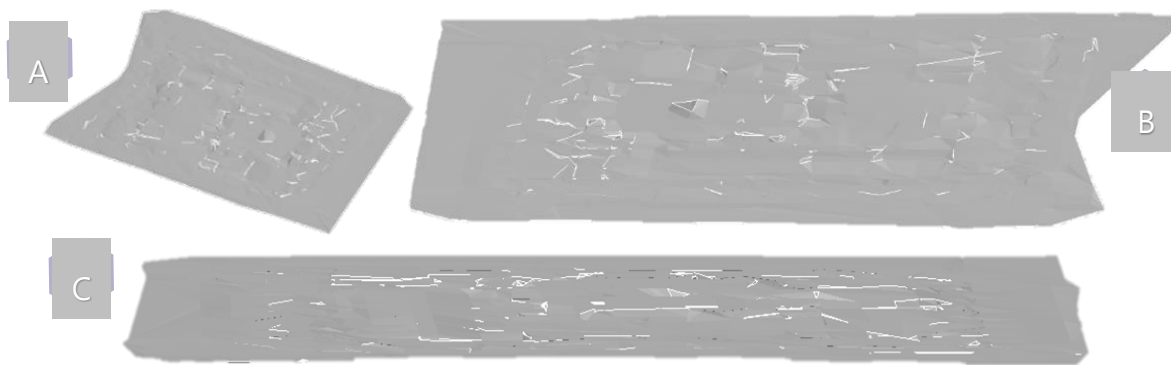


Ilustración 18-Análisis 3D Terreno Plaza de la Cultura
A) Vista Superior, B) Vista Lateral, C) Vista Longitudinal

Fuente: Propia.

La Ilustración 18 conceptualiza tridimensionalmente el terreno en Plaza de la Cultura.

3.2.4. BIBLIOTECA PLAZA DE LA CULTURA

Elaborado por Ing. Mario H. Mejía Tegucigalpa M.D.C 16 de mayo del 2014: Proyecto Biblioteca Plaza de la Cultura (2000.00 m²).

Justificación del Proyecto

En Honduras el 67.3% (4, 992,792) de la población son menores de 30 años y de estos el 54% (2,698.463) son jóvenes entre 12 y 30 años de edad. Representan, por tanto, el 38% de la población, siendo el 52% mujeres. Más de la mitad de las y los jóvenes (52%) habitan en las áreas rurales, mientras que el resto se distribuye en las ciudades; un 13.5% en Tegucigalpa, el 7.9% en San Pedro Sula y un 26.4% en otras zonas urbanas.

Uno de los problemas que enfrentan la juventud en el país en general y en San Pedro Sula en particular es el fenómeno de exclusión social que se traduce en no tener acceso a oportunidades y no ser tomados en cuenta (INDH, PNUD, 2009).

El reto de los jóvenes es convertirse en ciudadanos activos conscientes de sus derechos y responsabilidades a partir del incremento de sus oportunidades que las genera la educación, el empleo digno y la participación ciudadana.

La primera fase consiste en la edificación de la biblioteca en el lado sur del edificio y la habilitación de la fachada Principal.

Tiene un costo aproximado total de \$3, 000,000.00 distribuido:

Obra Civil \$2, 141,744.62

Equipamiento \$ 1, 500,000

\$ 3, 641,744.62

En la Tabla 6 se desglosa detalladamente la inversión requerida.

Tabla 6- Presupuesto de la Biblioteca de la Plaza de la Cultura

Espacio	Área (m2)	Costo (\$)
Biblioteca	2015.09	2141744.62
Interior	1561.11	1927039.32
Exterior	453.98	214705.3
Archivo Histórico	268.32	125023.36
Sala de Arte	661.51	312894.23
Auditorio	1756.35	830753.55
Primer Piso	1502.35	710611.55
Segundo Piso	254	120142
Jardines	9420	157000
Circulación Exterior	1130	43047.62
Locales Comerciales	336.24	159021.35
Locales (4)	246.89	116764.16
Artesanías	36.63	17323.79
Librería	52.72	24933.4
Cafeterías	574.11	271519.58
Café	39.5	18681.13
Restaurante	237.44	112294.87

Continuación Tabla 6

Locales (3)	112.91	53399.66
Mesas	184.26	87143.92
Oficinas	185.79	87867.52
Turismo	36.63	17323.79
Oficinas (3)	149.16	70543.73
Salones/Aulas/Conferencias	595.42	281597.93
Baños	195.12	92280.05
Circulación Interior	1017.98	481443.46
Caseta de Seguridad	39.69	18770.99
Anfiteatro	252	37200
Costo Total		5,040,164.26 USD
Costo Total		126,004,106.50 HNL

Fuente: Club Rotario San Pedro Sula, 2019.

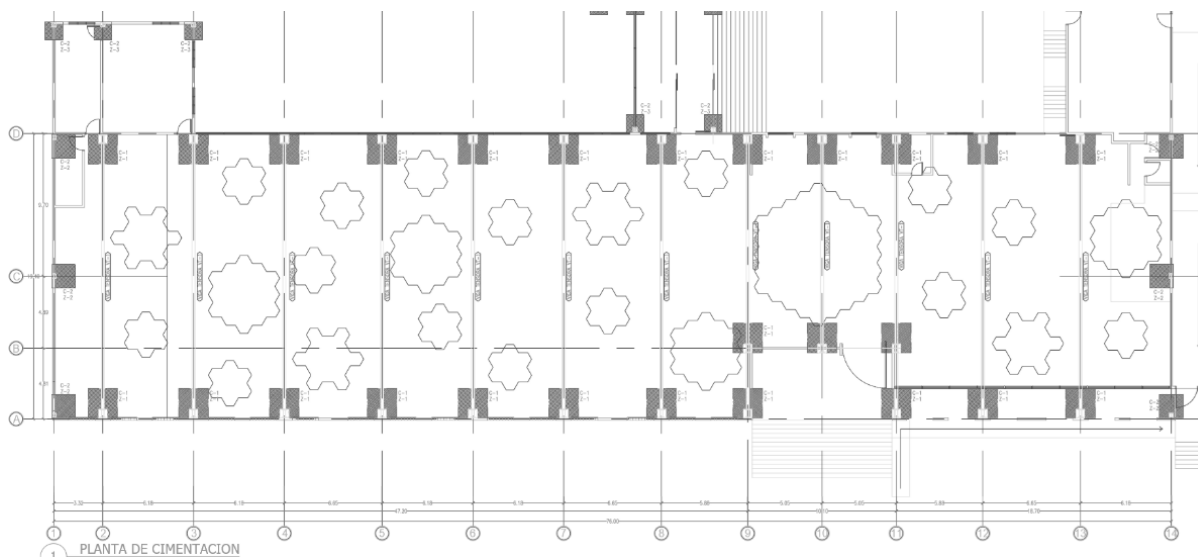


Ilustración 19-Plano de Cimentación de Estructura Existente de la Biblioteca

Fuente: Fernández, Iván (2012).

La cimentación de la Biblioteca de Plaza de la Cultura fue construida en el 2012. El diseño responde a las cargas de un entepiso de concreto y techo verde para la biblioteca. También contempla la ampliación a un segundo nivel.

Las zapatas de tipo aisladas y excéntricas, fueron diseñadas bajo una capacidad soportante asumida de 20 T/m² (27.5 PSI) a lo que resulta en dimensiones cuadradas de 1x1x0.3 hasta 2x2x0.35 metros como la más crítica. Conforme al aspecto conservador de diseño del software Staad Pro., se proyecta que la dimensión del cimiento aislado para las nuevas estructuras induzca al rango de 1.00 hasta 2.00 metros superficiales y de 0.30 hasta 0.35 metros en profundidad.

3.3. TEORÍA DE SUSTENTO

A través de la propuesta arquitectónica de Silvia Aguilar para teatro y Daisy Villars junto a Sonia Caballero de anfiteatro en Plaza de la Cultura San Pedro Sula, se realiza el diseño y revisión de elementos estructurales que conforman los anteriores mediante sustento teórico pertinente.

“El análisis y diseño estructural es una parte integral de cualquier proyecto, cuya función comienza con la predicción del comportamiento de la estructura.” (Kassimali, 2015). El proceso es iterativo y generalmente consiste como se muestra en la Ilustración 20.

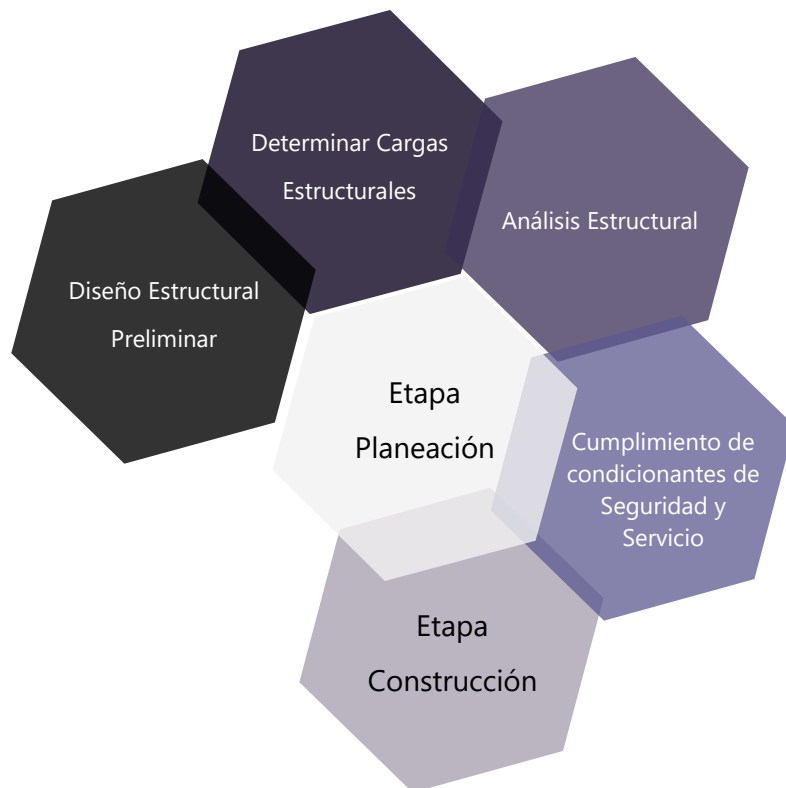


Ilustración 20-Etapas de un Proyecto Estructural Típico

Fuente: Análisis Estructural p.21. Kassimali, 2015.

Para el diseño estructural eficiente, se debe de cumplir con una serie de normativas y restricciones nacionales e internacionales de la construcción.

Esta sección aporta a las edificaciones el argumento necesario para ser diseñadas bajo parámetros constructivos, dividiéndose en el área del teatro con columnas de acero y vigas tijeras; la estructura de la tramoya con sus cargas máximas aplicables, armados y sistemas de poleas; el área de exterior del anfiteatro que abarca la excavación y pavimentación de la gradería, considerando las salidas de las aguas pluviales, finalmente las vigas porta-gradas que soportan las cargas de los espectadores.

Para concretar este proyecto, los teóricos sustanciales se basan en los siguientes documentos:

- Código Hondureño de la Construcción Edición 2008 (CHOC-08)
- American Concrete Institute 318-95
- American Institute of Steel Construction – Allowable Strength Design ASD-89

Inicialmente se evalúan cargas a la que se someterá la estructura. Tomando en cuenta el peso propio, ocupacional, viento y sismo del edificio, se hace referencia al Código Hondureño de la Construcción Edición 2008 (CHOC-08). Por otro lado, en vista del empleo de elementos en acero en el Teatro Cargas de Diseño: muerta, viva, viento y sismo.

La predicción del comportamiento de una estructura dada bajo cargas prescritas y otros efectos externos, o bajo ambas. Las características de comportamiento que por lo común interesan en este apartado son:

- Esfuerzos o resultantes de esfuerzos como fuerzas axiales, fuerzas cortantes y momentos flexionantes.
- Deflexiones.
- Reacciones en apoyos.

3.3.1. CÓDIGO HONDUREÑO DE LA CONSTRUCCIÓN EDICIÓN 2008

Las cargas para el diseño de teatro y anfiteatro de la Plaza de la Cultura son obtenidas de las normativas nacionales dispuestas por el Código Hondureño de la Construcción. Para el cual se toman las cargas vivas, cargas de viento y cargas sísmicas que aplican en la construcción.

Deflexión

Se define que: "la deflexión de cualquier miembro estructural no deberá exceder los valores indicados a la Tabla 1.1.8-1" (v. Tabla 6) (CHOC, 2008, pág. 16).

La deflexión más restringida es la que debe de utilizarse en una manera consistente con las disposiciones de la sección siguiendo los requisitos de la contra flecha. En la siguiente tabla se muestra la deflexión permisible máxima para miembros estructurales siguiendo el tipo de miembro y viendo las cargas vivas más muerta según las combinaciones $LL + K \times DL$.

Tabla 7-Deflexión Permisible Máxima para Miembros Estructurales

Tipo de Miembro	Miembro cargado solamente con carga viva (LL)	Miembro cargado con carga viva más carga muerta ($LL+K*DL$)
Miembro de techo que soporta repello o miembro de piso	L/360	L/240

Fuente: CHOC, 2008, pág. 16.

La Tabla 7 la relacion de deflexion permisible en los casos de aplicarse carga viva y carga muerta.

Cargas Vivas

El diseño de un edificio o una estructura se basa en el diseño de la resistencia última presente para las estructuras de concreto y el diseño plástico para las de acero. El edificio se ve sometido a distintas combinaciones de cargas, entre estas a) muerta más viva de piso más viva de techo, b) muerta más viva de piso más viento, c) muerta más viva de piso más sismo. También debe tomarse en cuenta la presión lateral utilizando la combinación más crítica.

El Código Hondureño de la Construcción en su Tabla 1.1.4-1 (v. Tabla 7) muestra las cargas uniformes y concentradas según el área determinando la carga uniforme y carga concentrada, para lo que se coloca en la siguiente tabla las cargas que aplican para La Plaza de la Cultura.

Las cargas presentes resumidas son las utilizadas para el diseño del teatro y anfiteatro de la Plaza de la Cultura.

De igual manera las cargas de techo también son definidas en el CHOC como cargas vivas mínimas de techo. Se utilizan los métodos de distribución de cargas seccionado con una carga uniforme mínima de techo de 60 kg/m².

Tabla 8-Tabla Resumen de Cargas Uniformes y Concentradas

Categoría	Descripción	Carga Uniforme kg/m ²	Carga Concentrada kg
Área de reuniones públicas y auditorios	Área con asientos fijos Escenarios y Plataformas	250 625	0 0
Bodegas y almacenes	Liviana	625	0
Cuartos de baños		<250	0
Graderías, palcos, bancas		500	
Oficinas		250	1000
Salidas de lugares públicos		500	0
Terraza en techos	Igual al área servida o para el tipo de ocupación acomodada		

Fuente: CHOC, 2008, pág. 17.

Carga de Viento

Para la determinación de las cargas de viento se define el tipo de estructura de acuerdo con la exposición, el cual es exposición B "es para un terreno con edificios, árboles o irregularidades en la superficie, que cubren por lo menos el 20% del área del terreno parejo extendiéndose 1,600 metros o más desde el sitio." (CHOC, 2008, pág. 20)

Luego se obtiene la presión estática del viento, coeficiente q_s presentado en la Tabla 9.

Tabla 9-Presión estática del viento q_s a la altura estándar de 10 metros

Velocidad básica del viento Km/h	Presión estática del viento q_s Kg/m ²
100	48.4
110	58.5
120	69.6
130	81.7
140	94.8
150	108.8
160	123.8
170	139.8
180	156.7
190	174.6
200	193.4

Fuente: CHOC, 2008, pág. 20.

La velocidad del viento para la ciudad de San Pedro Sula es de 120 km/h según el mapa de la figura 1.2.4-1 en el CHOC mostrada en la Ilustración 123 (v. Anexos)

Seguido se obtiene el coeficiente combinado C_e , que según la exposición y altura de rafata que es afectada por la cantidad de niveles que tiene el edificio mostrado en la Tabla 10.

Tabla 10-Coeficiente Combinado C_e , para Altura, Exposición y Factor de Ráfaga

Altura Promedio sobre el Nivel del Terreno (m)	Exposición B	Exposición C	Exposición D
0-5	0.62	1.07	1.39
7.5	0.71	1.17	1.49
10	0.78	1.25	1.56
12.5	0.84	1.31	1.67
15	0.89	1.37	1.67
20	0.98	1.46	1.75
25	1.06	1.53	1.82
30	1.12	1.60	1.87
40	1.24	1.7	1.97
50	1.33	1.79	2.04
75	1.53	1.96	2.18
100	1.68	2.09	2.29
125	1.81	2.19	2.38

Fuente: CHOC, 2008, pág. 20.

Se toma en cuenta la altura de la edificación y el tipo de exposición para determinar el coeficiente combinado.

Se continua con el procedimiento visualizando el coeficiente de presión C_q que es representado por los sistemas y marcos principales, elementos y componentes en áreas sin discontinuidades, chimeneas tanques y torres solidas, tipos de armadura, accesorios en torres y los rotulos, astas, postes, entre otros. Para el caso del teatro de la Plaza de la Cultura se toma en cuenta el "Metodo 2" mostrado en la Tabla 11-Sección de la Tabla 1.2.3-3 Coeficiente de presión C_q Tabla 11.

Tabla 11-Sección de la Tabla 1.2.3-3 Coeficiente de presión C_q

Estructura o parte	Descripción	Factor C_q	Efecto
	Método 2 (Método del área proyectada)		
1-Sistema y marcos principales	Estructuras con altura menor o igual a 12m	1.3	Succ. Y Emp.
	Estructuras con altura mayor que 12m	1.4	Succ. Y Emp.

Fuente: CHOC, 2008, pág. 21.

Se seleccionan únicamente el sistema utilizado en el teatro y anfiteatro de La Plaza de la Cultura. Como paso siguiente se busca el factor de importancia para la edificación I_w para viento, I_p para sísmico presentado en la Tabla 12.

Tabla 12-Categoría de Ocupación y Factores de Importancia

Categoría de Ocupación	Descripción de la ocupación o funciones de la estructura	Factor de Importancia Sísmica I	Factor de importancia sísmica I_p	Factor de importancia de viento I_w
Estructuras Esenciales	Hospitales Estaciones de bomberos Garajes y refugios Estructuras y centro de reparación Torres de control Estructuras de gobierno Centros de comunicación Planta y equipos generadores de energía Tanques y otras estructuras	1.25	1.50	1.15
Estructuras Peligrosas	Estructuras que albergan y contienen sustancias tóxicas o explosivos.	1.25	1.50	1.15
Estructuras de Ocupación Especial	Centros de reuniones para más de 300 personas Escuelas y centros para niños Centros de inválidos Todas estructuras para más de 5000 personas	1.00	1.00	1.00
Estructuras Ordinarias	Todas las estructuras que tienen una ocupación o función no incluida en Cat. 1, 2 o 3	1.00	1.00	1.00

Fuente: CHOC, 2008, pág. 31.

Se selecciona el factor de importancia adecuado para viento y sismo para la Plaza de la Cultura.

Para el cálculo de la presión de viento aplicada, se recolectan todos los factores previamente mencionados y obtenidos utilizando la siguiente ecuación:

$$P = C_e C_q q_s I_w$$

Ecuación 1- Presión de Diseño de Viento

Fuente: CHOC, 2008, pág. 22.

El Código Hondureño de la Construcción menciona dos métodos para el cálculo de viento cuando se obtienen marcos principales o sistemas resistentes a cargas laterales, se expresa que “el momento volcante en la base de toda la estructura, (...), no deberá exceder 2/3 del momento resistente para carga muerta” (CHOC, 2008, pág. 23)

Se designa en el documento que el método 1 (Método de fuerza normal) se utiliza para el diseño de marcos rígidos con techo a dos aguas, como es el caso de La Plaza de la Cultura. En este método se debe suponer que las “(...) presiones del viento actúan simultáneamente y normales a todas las superficies exteriores” (CHOC, 2008, pág. 22). Para presiones en techos y muros de sotavento, C_e deberá evaluarse para la altura media del techo o muro.

Cargas de Sismo

Como generalidad, el Código Hondureño de la Construcción menciona: “Las estructuras y sus partes deberán diseñarse y construirse para resistir, como mínimo, los efectos de los movimientos sísmicos del terreno (...)” (CHOC, 2008, pág. 25)

El documento afirma que los procedimientos y limitaciones para el diseño de las estructuras se debe de determinar tomando en cuenta la zonificación, las características del sitio, la ocupación de la edificación, la configuración, el sistema estructural y la altura de esta.

Como base de diseño para las cargas sísmicas tomando en cuenta el factor de la zona Z de acuerdo con la Tabla 13.

Tabla 13-Factor de Zona Sísmica Z

ZONA SISMICA	1	2	3a	3b	4a	4b	5a	5b	6
Z	0.10	0.15	0.20	0.25	0.30	0.35	0.40	0.45	0.50

Fuente: CHOC, 2008, pág. 28.

La ciudad de San Pedro Sula se encuentra en la Zona 4a con un coeficiente Z de 0.30, según el mapa de ubicación sísmica. V. Anexos Ilustración 124.

Para conocer el coeficiente del suelo S se necesitan los parámetros para curvas de espectro, determinando primero el tipo de suelo S3 que según la "Tabla 1.3.4-2" (v. Anexos) del Código Hondureño de Construcción se trata de: "Un perfil de suelo que contiene predominantes de suelo medio-denso a denso, o medio-duro a duro, pero no más de 12 metros de arcilla blanda" (CHOC, 2008, pág. 30).

Para lo que se obtiene un coeficiente de suelo S3 de 1.5, el periodo en segundos T_a de 0.233, T_b de 0.818 y un exponente e de 2.0.

Para definir el coeficiente R_w , depende de la altura de la edificación y el sistema estructural que presenta la misma. El CHOC en la "Tabla 1.3.4-6" (v. Tabla 14), expone los distintos casos para evaluarlos en Plaza de la Cultura.

Tabla 14-Sección de la Tabla 1.3.4-6 Coeficiente R_w para Sistemas Estructurales

Sistema Básico Estructural	Descripción del Sistema Resistente a Fuerzas Laterales	Altura (m)	R_w
3. Sistema de Marco Rígido	1. Marcos Rígidos Especiales (MRE) a) Concreto	S.L.	12
	4. Marcos Rígidos Comunes (MRC) a) Acero	50	6

Fuente: CHOC, 2008, pág. 33.

"Un sistema de marco rígido común es un marco resistente a momento que no cumple con los requisitos especiales de diseño para un comportamiento dúctil".

"Un sistema de marco especial es un marco resistente a momento detallado especialmente para proporcionar un comportamiento dúctil y cumple con los requisitos de la Sección 21 de las normas técnicas complementarias para estructural de concreto de este código. (CHOC, 2008, pág. 34).

Se aplica un Sistema de Marco Rígido Común (MRC) de Acero para el Teatro y Marco Rígido Especial (MRE) de Concreto para el Anfiteatro.

Seguidamente se obtiene el cortante de diseño de la base para la determinación de las fuerzas sísmicas a través del Análisis Estático, por lo que se utilizan las siguientes ecuaciones obtenidas del CHOC-08.

$$V = \frac{ZIC}{R_w} * W$$

Ecuación 2-Cortante de Diseño en la Base para Fuerzas Sísmicas

Fuente: CHOC, 2008, pág. 36.

Donde la variable C es:

$$C = \frac{1.25 S}{T^{2/3}}$$

Ecuación 3-Variable C para el Cortante de Diseño en la Base

Fuente: CHOC, 2008, pág. 36.

Se determina que el valor C no necesita exceder 2.75, el valor mínimo de $\frac{C}{R_w}$ deberá ser 0.075, excepto para las disposiciones donde la fuerza prescritas por estas normas aumentadas por $3(R_w/8)$.

Seguido se calcula el periodo de la estructura, el valor T deberá ser determinado por el siguiente método con la ecuación siguiente:

$$T = C_t(h_n)^{3/4}$$

Ecuación 4-Periodo de la estructura (T)

Fuente: CHOC, 2008, pág. 36.

Donde:

C_t = 0.0853 para marcos rígidos de acero.

C_t = 0.0731 para marcos rígidos de concreto reforzado y marcos arriostrados excéntricamente.

C_t = 0.0488 para todos los otros edificios.

Estructuras de Acero

Se categoriza según el Código Hondureño de la Construcción tres tipos básicos de construcción y suposiciones asociados a lo siguiente:

Tipo 1. Son designadas como "marco rígido" esto supone que las conexiones de viga-columna tienen rigidez suficiente para mantener el ángulo original entre los miembros que se interceptan.

Tipo 2. Son designadas como "marco simple" esto supone que los extremos de las vigas y trabes están conectados por cortante solamente y que son libre de rotar bajo cargas gravitacionales.

Tipo 3. Se designa a "marco semirrígido" supone que las conexiones de vigas y trabes poseen una rigidez de rotación conocida que se encuentra en un rango intermedio entre la rigidez de Tipo 1 y la flexibilidad de Tipo 2.

Esfuerzo permisible: se menciona en el documento que todos los miembros estructurales incluyendo conexiones y conectores deberán tener dimensiones de manera que los esfuerzos producidos por las cargas de trabajo no excedan los esfuerzos permisibles.

3.3.2. AMERICAN CONCRETE INSTITUTE (ACI)

El American Concrete Institute (ACI) contiene la información necesaria para el diseño y trato de las estructuras de concreto reforzado, esta guía ha sido reconocido internacionalmente como un documento autorizado para la buena práctica de este.

Partes de los códigos de esta institución ha sido incorporado en el CHOC como parte de las secciones de concreto reforzado, de igual manera el ACI realiza importantes publicaciones que implican recomendaciones y análisis en caso de estructuras especiales de concreto.

3.3.3. AMERICAN INSTITUTE OF STEEL CONSTRUCTION (AISC)

Tratándose de un proyecto de diseño estructural, para la plaza de la cultura se utiliza el código relacionado con el uso y manejo de elementos estructurales de acero.

El AISC tiene como objetivo "hacer del acero estructural el material de elección, siendo el instituto líder en información técnica relacionada con el acero estructural, incluyendo especificaciones, elaboración de detalles especiales, investigaciones, educación, asistencia técnica, certificaciones calificadas y desarrollo de mercado" (American Institute of Steel Construction, 1994, pág. 24).

La institución se dedica en la publicación de manuales, códigos de diseño y especificaciones técnicas, el más usado es el Steel Construction Manual de donde se toman secciones para la realización del CHOC en el Capítulo 3.

Para el diseño en acero se emplea el Método ASD-89 del Código AISC que muestra las siguientes combinaciones de carga:

1. DL
2. DL+LL
3. DL+ (Lr o S o R)
4. DL + 0.75LL + 0.75 (Lr o S o R)
5. DL+-(W o 0.7E)
6. DL+0.75(W o 0.7E) + 0.75L + 0.75(Lr o S o R)
7. 0.6 DL +- (W o 0.7E)

Tabla 15-Factores de Reducción de Resistencia para el Método de Esfuerzos Admisibles

Condición de Carga	AISC ASD-89
Cortante	1.67
Compresión	1.67
Flexión	1.67
Tensión por fluencia	1.67
Tensión por ruptura	2.0
Combinación de carga axial y momento	1.67
Soldadura a tensión	1.88
Soldadura a compresión	1.88
Soldadura a cortante	2.0
Tensión y cortante en pernos	2.0
Aplastamiento de placas	2.0

Fuente: (American Institute of Steel Construction, 1994, pág. 28)

3.3.4. TRAMOYA

Las cargas generales de la tramoya son determinadas mediante la investigación con el fabricante, en este caso "JR CLANCY" institución estadounidense dedicada a realizar productos tecnológicos para teatros y auditorios, desde luces, proyectores, telones, y mecánica teatral.

El sistema estructural de la tramoya se compone de dos partes importantes, las bambalinas y su sistema mecánico teatral, según el manual JR Clancy, se especifica una carga de pesos basado en el diámetro, cedula del tubo estructural y la separación entre cables de suspensión, es utilizado el de 2.4 m = 8 ft. Utiliza una carga distribuida de 110 kg/m y una carga puntual de 90 kg, estas cargas consideras estatus de deflexión. La siguiente ilustración se muestra la tabla de especificaciones resaltando el elemento a utilizar.

Allowable Batten Loads

BATTEN	WT/FT	LOAD TYPE	CRITERIA	SPAN BETWEEN LIFT LINES									
				8'	9'	10'	11'	12'	13'	14'	15'		
1" Sched. 40	1.68	Uniform	Strength	27	21	17	14	11	9	8	7	lb/ft	
		Uniform	Deflection	20	13	9	7	5	4	3	2	lb/ft	
		Point	Strength	93	82	74	67	62	57	53	49	lb	
		Point	Deflection	56	44	36	29	25	21	18	16	lb	
1 1/4" Sched. 40	2.27	Uniform	Strength	48	37	30	24	20	17	14	12	lb/ft	
		Uniform	Deflection	45	31	22	16	12	9	7	5	lb/ft	
		Point	Strength	160	142	128	116	107	98	91	85	lb	
		Point	Deflection	124	98	79	65	55	47	40	35	lb	
1 1/4" Sched. 80	3	Uniform	Strength	61	48	38	31	26	21	18	15	lb/ft	
		Uniform	Deflection	56	39	28	20	15	11	9	6	lb/ft	
		Point	Strength	206	183	165	150	137	127	118	110	lb	
		Point	Deflection	155	123	99	82	69	59	51	44	lb	
1 1/2" Sched. 40	2.72	Uniform	Strength	66	52	41	34	28	23	20	17	lb/ft	
		Uniform	Deflection	72	50	36	26	20	15	12	9	lb/ft	
		Point	Strength	221	196	176	160	147	136	126	118	lb	
		Point	Deflection	197	155	126	104	87	74	64	56	lb	
1 1/2" Sched. 80	3.63	Uniform	Strength	86	67	54	44	36	30	26	22	lb/ft	
		Uniform	Deflection	91	63	45	33	25	19	15	11	lb/ft	
		Point	Strength	288	256	230	209	192	177	164	153	lb	
		Point	Deflection	250	197	160	132	111	95	82	71	lb	
2" Sched. 40	3.66	Uniform	Strength	113	89	71	58	48	41	34	30	lb/ft	
		Uniform	Deflection	156	109	78	58	44	34	27	21	lb/ft	
		Point	Strength	374	332	299	272	249	230	213	199	lb	
		Point	Deflection	421	333	269	223	187	159	137	120	lb	

Ilustración 21-Cargas Permisibles para las Bambalinas

Fuente: JRCLANCY, 2018, pág. 4.

El sistema según el espaciamiento seleccionado permite tener un total de 15 bambalinas, incluyendo el telón de la boca del escenario, la cortina de fuego y el ciclorama ubicado en la parte posterior del escenario.

A su vez el manual contempla la utilización de los tubos estructurales con las dimensiones y espaciamiento específico según la selección como se muestra en la Ilustración 22.

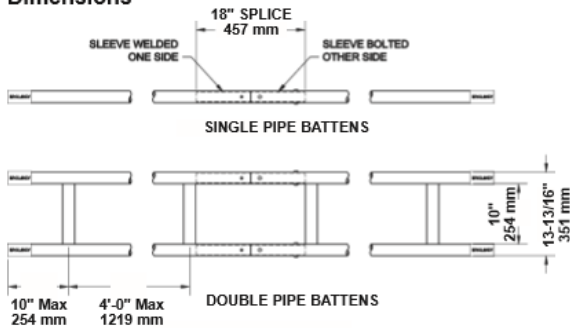
TECHNICAL SHEET



Battens

- Battens are made from seamless pipe and are supplied with a matte black finish.
- Battens up to 21' (6.4 m) long are supplied as a single piece; longer battens are provided with 18" (457 mm) long internal splice sleeves.
- Standard 1-1/2" (38 mm) battens are provided with safety yellow vinyl end caps, making the batten ends easier to see.
- Two pipe ladder trusses are constructed from two 1-1/2" (38 mm) sch 40 pipes with flat bar spacers on 4' (1.219 m) centers. Other special constructions are available, consult factory.

Dimensions



Batten
015-67R

Order Information

Number	Description	I.D.	O.D.	Weight
015-67R	1-1/2" (38 mm) Sch 40 batten	1.610" (40.9 mm)	1.900" (48.26 mm)	3 lbs./ft. (4.45 kg/m)
015-67H	1-1/2" (38 mm) Sch 80 batten	1.500" (38 mm)	1.900" (48.26 mm)	4 lbs./ft. (5.9 kg/m)
015-68R	2" (51 mm) Sch 40 batten	2.067" (52.5 mm)	2.375" (60.325 mm)	4 lbs./ft. (5.9 kg/m)
015-69R	2-1/2" (64 mm) Sch 40 batten	2.469" (62.7 mm)	2.875" (73.025 mm)	6 lbs./ft. (8.9 kg/m)
015-67T	Two pipe truss batten	1.610" (40.9 mm)	1.900" (48.26 mm)	7 lbs./ft. (10.4 kg/m)
015-67S	1-1/2" (38 mm) Batten sleeve, no holes, 18" long (457 mm)	-	-	3 lbs. (1.3 kg)
015-68S	2" (51 mm) Batten sleeve, no holes, 18" long (457 mm)	-	-	4 lbs. (1.8 kg)
015-69S	2-1/2" (64 mm) Batten sleeve, no holes, 18" long (457 mm)	-	-	9 lbs. (4 kg)
099-BATCAP	Yellow batten end caps, 4" (102 mm) long	-	-	0.1 lb. (0.04 kg)

Ilustración 22-Ficha Técnica de Tubería Estructural por JR Clancy

Fuente: JRCLANCY, 2018, pág. 5.

La Ilustración 22 menciona la pintura utilizada para los tubos estructurales, los tubos de hasta 21' de largo se colocan como una sola pieza, más largo a esto se coloca un empalme interno de 18", provistas de tapas de seguridad de vinilo amarillo que hacen que los extremos se puedan visualizar más fácilmente. También se menciona dos armaduras de escalera de tubería que deberá de estar construida de dos tuberías de cedula 40 con espaciadores de barra plana en los centros de 4'. Para otras construcciones especiales se consulta al fabricante. (JRCLANCY, 2010, pág. 6)

TECHNICAL SHEET



Fire Curtains

- Provides a fire-rated barrier between the stage and auditorium, as required by the International Building Code (IBC) and other building codes.
- Brail or Straight Lift styles, to suit your stage architecture.
- Manual or Motorized – all curtains close automatically when activated, non-emergency operations can be motorized for convenience or code compliance.
- Zetex® Plus 1210ZP curtains (40 oz./sq. yd. [1.36 kg/m²]) are Listed by the State of California Fire Marshall (1670-1164.0101), and by the NYC Department of Buildings Materials and Equipment Acceptance Division (MEA 212-08-M). Listings are for curtains with or without wire insertion.
- Zetex® Plus 1210ZP curtains have a 30 minute rating and meet or exceed most fire code requirements.
- Fabric is available in natural (tan) or black.
- Framed-type curtains also available.
- Fire curtain systems meet ANSI E1.22 – 2009 "Entertainment Technology Fire Safety Curtain Systems" or NFPA 80 "Standard for Fire Doors and Other Opening Protectives – 2007".



Straight Lift Fire Curtain

Order Information

Number	Description
017-1201	Zetex Fire Curtain, Straight Lift
017-1201B	Zetex Fire Curtain, Straight Lift, Black
017-1201BW	Zetex Fire Curtain, Straight Lift, Black, Wire Inserted
017-1201W	Zetex Fire Curtain, Straight Lift, Wire Inserted
017-1203	Zetex Fire Curtain, Brail
017-1203B	Zetex Fire Curtain, Brail, Black
<i>Please provide section and elevation drawings of the proscenium wall area when requesting a quotation.</i>	

Ilustración 23-Ficha técnica de las cortinas de fuego especificada por JR Clancy

Fuente: JRCLANCY, 2018, pág. 7.

La ficha técnica anterior menciona que la cortina de fuego proporciona una barrera resistente al mismo entre el escenario y el auditorio, según es indicado en el International Building Code (IBC)

y otros códigos de construcción. Los utilizados comúnmente que se logran adaptar a la arquitectura del escenario son los *Straight Lift* y *Brail*.

Se menciona también que las cortinas deben de ser motorizadas, estas se cierran automáticamente cuando se activan, las otras operaciones que nos son de emergencia se pueden motorizar para conveniencia o cumplimiento de códigos nacionales. (JRCLANCY, 2010, pág. 7)

Las cortinas *Zetex Plus 1210* tienen un tiempo de 30 minutos resistiendo al fuego, esto cumple o excede la mayoría de los códigos. Estas cortinas poseen un peso de 1.36 kg/m² (JRCLANCY, 2010, pág. 7).

Specifications

- Unlimited programming of shows
- Unlimited number of channels (axes)
- Multilingual interface
- Illuminated software function macros keys
- Unlimited numbers of cues per show
- Synchronized group operation
- Illuminated STOP/GO buttons

Safety

- Emergency Stop Operator
- Safety constraint algorithms
- Status/Alarm page
- Hold-to-Run bar
- Multi-level security
- Event log

Networking and Processing

- Networks with other J.R. Clancy consoles
- 32G Hard drive free storage space
- Redundant Parallel Processing
- 3D Flight path programming capable

Monitors and Screens

- Dual 24" 1920 x 1080 TFT HDMI monitors
- Full QWERTY keyboard
- 2 Joysticks for axis jogging
- 15.6" 1080p capacitive Master Helm touch screen
- Touchpad

Weight

- Without external monitors: 64 lbs. (29 kg)
- With external monitors: 96 lbs. (43.5 kg)

Dimensions

- Without external monitors: 31.5" w x 23.5" d x 3.75" h (800 mm x 600 mm x 95 mm)
- With external monitors: 31.5" w x 23.5" d x 22" h (680 mm x 600 mm x 558 mm)

System

- Operating System: MS Windows embedded
- Motion Control Software: Raynok for J.R. Clancy

Warranty and Support

Three-Year Warranty against defects in materials or workmanship is provided on all J.R. Clancy equipment. Our warranty is contingent on operation by trained personnel and an annual equipment inspection of a J.R. Clancy authorized technician.

24/7 factory technical support with additional service and assistance provided by a worldwide network of J.R. Clancy authorized dealers.

Inspection and maintenance are available through J.R. Clancy's T.I.M.* (Train, Inspect, Maintain) Program. For more information call 1-800-836-1885 or email service@jrclancy.com.



Order Information

Number	Description
064-SC24+	SceneControl 24+ Console

Ilustración 24-Ficha Técnica del “Motion Control System” para la Cabina de Sonido

Fuente: JRCLANCY, 2018, pág. 9.

El sistema de control de audio expuesto por la compañía JR Clancy se utiliza en grandes espacios que ejecutan complejos sistemas de control, se puede considerar la programación de rutas de vuelo en 3D como: teatros, centros de artes escénicas, conciertos y operas, arenas, colegios y universidades, casinos y giras. Además, cuenta con programación de shows ilimitados, una interface plurilingüe, sincronización automatizada por operación, softwares de iluminación, operador manual de emergencias, estado de alarma (JRCLANCY, 2010, pág. 9).

El manual menciona el peso y dimensionamiento del equipo, siendo este: 96 lbs (43.5kg) con presencia de monitores externos. Cuenta con una dimensión de 31.5" w x 23.5" d x 22" h (680mm x 600 mm x 558 mm), (JRCLANCY, 2010, pág. 9).



Automation in a cost-effective, feature-packed, compact design

Helios™ is an economical, automated hoist ideal for smaller venues and available in fixed or variable speeds. The patent-pending drum and innovative brake design offer a compact solution where space is a premium. Helios' access panel and operation lights provide state-of-the-art diagnostic capabilities with ease-of-use serviceability.

Safety features include slack line detection and load sensing and the unique drum design allows for hoist-mounting on a single beam.

Capability

Speed: Up to 180 fpm (0.9 m/s)

Capacity: Up to 2000 lb (907 kg)

Travel: Up to 7 lines @ 60 ft (18.3 m)

Hoists can be mounted vertically or horizontally

Wire rope diameter: 3/16" (4.8 mm)




Ilustración 25- Izador Helios Hoist (Sistema de Suspensión Automatizada)

Fuente: JRCLANCY, 2018, pág. 10.

El sistema HELIOS HOIST se trata de un equipo de suspensión contando con un izador automatizado con capacidad de levante de hasta 2000 lb (907 kg), una velocidad de 180 fpm (0.9 m/s), este cuenta con capacidad de hasta 7 líneas por equipo, estos pueden alzar tanto horizontal como verticalmente mediante una cuerda de 3/16" (4.8mm) de diámetro. (JRCLANCY, 2010, pág. 10).

La Ilustración 26 muestra las características del producto, los elementos de seguridad que este posee, la garantía y soporte técnico y una tabla que muestra las opciones de equipo según la necesidad de los pesos en el escenario.



HELIOS™ HOIST

Features

- Secondary braking system
- Load sensing and sophisticated load learning system
- Presets and targeting to allow quick load-ins and setups
- ANSI E1.6 compliant
- Versatile mounting clamps allow installation utilizing a multitude of structural configurations
- Optional robust backbone
 - Does not impose horizontal forces on building steel
 - Position anywhere lift lines
- Lightweight and compact design
- Easy-open access panels
- Hoists can be mounted vertically or horizontally
- Center to center spacing 16" (406 mm) side by side, 8" (200 mm) offset

Safety


- Emergency-stop system meets NFPA 79 (Electrical Standard for Industrial Machinery) with ramped stops for high speed equipment to reduce mechanical shock loads.
- Two levels of limit switches with normal travel and over travel switches using separate, redundant circuits for added safety.

Options

- Load sensing
- 7 Lines 60' (18.3 m) of travel
- 208V or 480V three phase motor. Other voltages available.
- Cable management for electric and other powered sets

Control Options

Helios works with the entire range of J.R. Clancy motion control systems.



Warranty and Support

Three-Year Warranty against defects in materials or workmanship is provided on all J.R. Clancy equipment. Our warranty is contingent on operation by trained personnel and an annual equipment inspection of a J.R. Clancy authorized technician.

24/7 factory technical support with additional service and assistance provided by a worldwide network of J.R. Clancy authorized dealers.

Inspection and maintenance are available through J.R. Clancy's T.I.M.® (Training, Inspection, Maintenance) Program.

Order Information

PART NUMBER	SPEED	CAPACITY	HOIST WEIGHT
018-H0220	20 FPM (0.1 M/S)	2,000 LB (907 KG)	550 LB (249 KG)
018-H1212	0-120 FPM (0-0.6 M/S)	1,200 LB (544 KG)	550 LB (249 KG)
018-H1217	0-120 FPM (0-0.6 M/S)	1,750 LB (794 KG)	680 LB (308 KG)
018-H1812	0-180 FPM (0-0.9 M/S)	1,200 LB (544 KG)	680 LB (308 KG)

Ilustración 26-Ficha Técnica del Sistema de Suspensión Automatizado

Fuente: JRCLANCY, 2018, pág. 11.

3.3.5. PATOLOGÍA DE EDIFICACIONES

Mediante un análisis de expertos brindado por la Ing. Marlen López, representante de la empresa SOLINFRAC una empresa hondureña basada con venta de productos europeos para dar soluciones que reparen y permitan la restauración de la edificación; esta fue expuesta el 5 y 6 de septiembre del 2019 en las instalaciones del CICH (Colegio de Ingenieros Civiles de Honduras) Se define la información base de patología de edificaciones como:

Las patologías en las edificaciones se definen como el conjunto de causas como los deterioros, daños y defectos presentes en las estructuras que se subdividen en deterioros por erosiones, reacciones álcali-agregado, corrosión de metales, ataques de sulfatos, daños por sobrecarga, derrame químico, sismos, exposición al fuego, defectos de diseño, materiales y mano de obra.

Las causas de deterioro más comunes a las que son sometidas las edificaciones en la Honduras son por:

Deterioro:

- Desintegración por erosión: esto es provocado por el efecto de la abrasión, uso de capas de desgaste, resistencia a la compresión, las propiedades que tienen los agregados, el método del acabado final y el curado del concreto. Lo más común que resulta es el daño por cavitación que va degenerando el concreto y debilitando la estructura.
- Reacción álcali-agregado: se determina mediante la observación de expansión y deformación de miembros estructurales, fisuras en forma de Y o como es comúnmente llamado la piel de cocodrilo, presencia de gel que es formado luego de la expansión y el roce entre el agregado y la mezcla de concreto.
- Corrosión de metales ahogados: es presentado por la exposición de metal al oxígeno y agua, mediante el flujo de electrones en la zona catódica del metal, ingresando a través de las grietas. Los promotores de la corrosión son el oxígeno, agua, corriente eléctrica, ambiente químico disparejo, ambientes reductores de PH y la presencia de cloruros.
- Agrietamiento y asilamiento inducidos por la corrosión: esto es presente por la resistencia a la tensión del concreto, calidad y espesor del recubrimiento, adherencia entre la varilla de

refuerzo y el concreto, diámetro de la varilla de refuerzo y el porcentaje de corrosión de la varilla.

- Presencia de cloruros: esto afecta al acero desde el colado por la cantidad de cloruros, cantidad de humedad presente, permeabilidad del concreto y el PH del concreto.
- Penetración de cloruros a través de grietas o juntas mostrado en la Tabla 16.

Tabla 16. Ancho de la grieta tolerable en Concreto Reforzado

Condición	Ancho tolerable de la grieta en mm
Aire seco	0.41
Humedad, aire húmedo, contacto con suelo	0.30
Químico	0.18
Agua de mar y rociado con agua de mar	0.15
Estructuras que retienen agua (presión)	0.10 (ancho de cabello)

Fuente: ACI 224R-90, 2015.

Daños:

- Efectos de la humedad: el secado inadecuado del concreto es afectada por el tipo de cemento, tamaño y tipo de agregado, contenido del cemento, revenimiento, curado, temperatura de colocación y la limpieza del agregado.
- Efectos de temperatura: agrietamiento térmico temporada que ocurre cuando el concreto está recién colado, provocado por el calentamiento de hidratación y posterior enfriamiento. El cambio de volumen y alabeo por temperatura que se basa en la restricción de movimiento que ocurre por agrietamiento. El movimiento térmico en grietas existentes y sobre todo el daño por fuego.
- Efectos de las cargas: esto ocurre generalmente en el concreto reforzado y los miembros postensados, cuando se sufren danos por cortante, flexión y contacto.

Defectos:

- Defectos de la construcción: esto es provocado por la inapropiada colocación del acero, inadecuado recubrimiento, huecos, mala adherencia entre acero y concreto. Mal efecto de vibrado, congestionamiento, colocación incorrecta de cable potenziado y la inadecuada

localización de estribos. Estos efectos son causados por la remoción anticipada de las cimbras (encontrado), la colocación inadecuada de cimbras "robando" sección a los elementos estructurales, la presencia de juntas frías, pendiente inadecuada de las losas y el desplome y realineamiento.

Otros efectos son los huecos y bolsas de agregado, segregación por mal manejo o vibrado y sobre todo el asentamiento plástico afectado por el revenimiento, tamaño de varilla, el recubrimiento y la forma irregular de los agregados.

- Agrietamiento por contratación plástica y el mal curado.

3.4. MARCO CONCEPTUAL

Para la máxima comprensión y análisis de las terminologías y palabras claves utilizadas se realiza una lista de las mismas con su significado. Las palabras son seleccionadas según su nivel de importancia y relevancia en cuanto al diseño estructural, mediante la implementación de fuentes de información externas.

1) Teatro: "Esta palabra se refiere a una edificación, sitio, lugar o paraje destinado a la representación de obras dramáticas o a otros eventos públicos propios de la escena. Sitio donde se hace un acto ante espectadores o participantes. Cualquier escena o escenario. Acción de componer o escribir obras dramáticas. Acción o acto disimulado, fingido y exagerado" (Definiciona, 2019).

2) Anfiteatro: "Un edificio que tiene en forma ovalada o elíptico en que celebraba eventos y espectáculos en la antigüedad como los combates y un piso más elevado con asiento en escalinata en los teatros y salas de cine" (Definiciona, 2019).

3) Telón: "Lienzo de gran tamaño que se pone en el escenario de un teatro, de manera que se pueda subir o bajar, también puede ser una cortina corredera que aparta el escenario de un teatro de la sala y los espectadores" (Definiciona, 2019).

4) Tramoya: "Es un sistema mecánico que sirve para realizar cambios en el escenario, como la decoración o efectos. El tramoyista forma parte del cuerpo técnico y se encarga de ejecutar este trabajo" (Noriega, 2017).

- 5) Camerino: "El camerino es la posada destinada para los actores. Para que puedan prepararse antes y después de una obra" (Noriega, 2017).
- 6) Proscenio: "Comprende la porción del escenario que está más cercana a los espectadores hasta llegar al telón delantero" (Revista Educativa Partesdel , 2017).
- 7) Límite Elástico: "El mayor esfuerzo que un material puede resistir sin deformarse permanentemente" (Csernak, 2012, pág. 13).
- 8) Acero: "Es una aleación que está compuesta casi por completo de hierro (generalmente más del 98%). Contiene también pequeñas cantidades de carbono, silicio, manganeso, azufre, fósforo y otros elementos" (Csernak, 2012, pág. 18).
- 9) Carga Muerta: "Son cargas de magnitud constante que permanecen fijas en un mismo lugar. Estas son el peso propio de la estructura y otras cargas permanentemente unidas a ella" (Csernak, 2012, pág. 41).
- 10) Carga Viva: "Carga móvil externa situada sobre una estructura que incluye el peso propio de la estructura, el mobiliario, el equipamiento, las personas, etc., actuando verticalmente, por ello no incluye la carga del viento (horizontal)" (Construmatica, 2016).
- 11) Columna Inclinada: "Es aquella que se considera terminada en un alfiler y no participa en proporcionar estabilidad lateral a la estructura" (American Institute of Steel Construction, 1994, pág. 210).
- 12) Columna: "Una columna es un soporte vertical, de forma alargada, que permite sostener el peso de una estructura. Lo habitual es que su sección sea circular: cuando es cuadrangular, recibe el nombre de pilar" (Herrera, 2019).
- 13) Viga Porta Grada: "Es un elemento de hormigón armado y su función es soportar las gradas en todas sus variantes. Su morfología permite que ésta se adapte a la geometría de la grada" (Grupo Pujol, 2019).
- 14) Conservación de Monumentos: "Siempre resulta favorecida por su dedicación a una función útil a la sociedad; tal dedicación es por supuesto deseable pero no puede alterar la ordenación o decoración de los edificios" (Carta de Venecia , 1964, pág. 4).

- 15) Patología de Edificaciones: "Pequeños daños y molestias para sus ocupantes, hasta grandes fallas que pueden causar el colapso de la edificación o parte de ella" (Astorga & Rivero, 2009).
- 16) Cerchas Metálicas: "Son estructuras reticuladas, usadas en cubiertas que pueden soportar grandes cargas o que cubren superficies extensas. Los materiales utilizados son perfiles de acero galvanizado liviano de secciones variables y tornillos auto perforantes" (TECNOPOR S.A., 2017).
- 17) Perno: "Perno o espárrago. Es una pieza metálica larga de sección constante cilíndrica, normalmente hecha de acero o hierro. Está relacionada con el tornillo, pero tiene un extremo de cabeza redonda, una parte lisa, y otro extremo roscado para la chaveta, tuerca, o remache, y se usa para sujetar piezas en una estructura, por lo general de gran volumen" (EcuRed, 2017).
- 18) Electrodo: "Electrodo. Es un conductor eléctrico utilizado para hacer contacto con una parte no metálica de un circuito, por ejemplo, un semiconductor, un electrolito, el vacío (en una válvula termoiónica), un gas (en una lámpara de neón), etc." (EcuRed, 2017).
- 19) Anclaje Estructural: "Un anclaje estructural es un elemento o conjunto de elementos fijados a una estructura de forma permanente al que es posible sujetar un dispositivo de anclaje o un equipo de protección individual (EPI) contra caídas, tales como anclajes mecánicos o químicos, tornillería, remaches, etc." (WIKIPRL, 2018).
- 20) Soldadura: "La soldadura por arco es el método de unir dos piezas de metal en una sola pieza sólida. Para que esto ocurra, el calor de un arco eléctrico se concentra en los bordes de dos piezas de metal a unir. El metal se funde, mientras que los bordes están todavía en proceso de fundición, y se añade metal fundido adicional. Esta masa fundida se enfría y se solidifica en una sola pieza" (The LinconIn Electric Company, 2018, pág. 5).
- 21) Electrodo Revestido: "Es una vara corta de metal de relleno de soldadura que consiste en un núcleo de electrodo, revestido con una capa de materiales químicos o metálicos que proporcionan protección al arco de soldadura contra el aire circundante" (The LinconIn Electric Company, 2018).
- 22) Aislante acústico: "Este tipo de aislación se refiere a ciertos materiales que sirven para disminuir o prácticamente eliminar el ruido en una habitación o determinado espacio" (Volcan, 2017).

23) Ingeniería Estructural: "La ingeniería estructural es una rama clásica de la ingeniería civil que se ocupa del diseño y cálculo de la parte estructural en elementos y sistemas estructurales tales como edificios, puentes, muros (incluyendo muros de contención), presas, túneles y otras obras civiles" (Certicalia, 2019, pág. 4).

3.5. MARCO LEGAL

La importancia de la justificación de un marco legal en un proyecto estructural es de vital importancia. Para esto se cita todo lo relacionado con las leyes y códigos de construcción, conservación de monumentos, leyes ambientales y permisos de construcción.

En este caso en específico por tratarse de un monumento de relevancia cultural e historia, cae en la categoría de patrimonio nacional según el Instituto Hondureño de Antropología e Historia, es por esto que se agrega a la justificación legal un campo relacionado con la gestión de monumentos a salva guardar y preservar, en este caso La Plaza de la Cultura.

3.5.1. CARTA INTERNACIONAL DE CONSERVACIÓN DE MONUMENTOS

Luego de los destrozos realizados a las edificaciones europeas al culminar la primera y segunda guerra mundial, los gobiernos aliados se unieron para celebrar el primer congreso internacional de arquitectos y técnicos de monumentos históricos en 1964. Llevándose a cabo la Carta de Atenas el cual hace mención general de las disposiciones a las que se ven sometidas las estructuras antiguas en caso de: ser patrimonio cultural, conflicto armado, sismo, jardines históricos, entre otros. En este caso de la Plaza de la Cultura, la carta aplicable es la de Venecia.

3.5.1.1. *Carta de Venecia*

Esta fue suscitada en Venecia, Italia y tuvo como objetivo establecer nuevos principios que deben prevalecer en la conservación y restauración de monumentos históricos, esto justificado porque los monumentos presentan gran carga espiritual del pasado, un testimonio vivaz de las tradiciones anteriores. La carta de Venecia abarca temas de conservación, restauración, excavaciones, documentos y publicaciones, que abordan artículos y responsabilidades para cada uno de los representantes y firmantes de los países participantes.

En la carta se menciona un apartado con respecto a la integración de nuevos elementos estructurales, aplicables en La Plaza de la Cultura.

Artículo 15:

Cualquier trabajo de reconstrucción deberá, sin embargo, excluirse a priori; sólo la anastomosis puede ser tenida en cuenta, es decir, la recomposición de las partes v existentes pero desmembradas. Los elementos de integración serán siempre reconocibles y constituirán el mínimo necesario para asegurar las condiciones de conservación del monumento y restablecer la continuidad de sus formas. (ICOMOS, 1964, pág. 12)

Rescatando el artículo 15 de la carta de Venecia, se desarrolla la estructura nueva para el teatro de la Plaza de la Cultura por fuera del mismo, haciendo cuidado de no tocar las paredes ni la estructura existente. Esto mediante el previo a disposiciones de los diseños arquitectónicos.

3.5.2. INSTITUTO HONDUREÑO DE ANTROPOLOGÍA E HISTORIA (IHAH)

El Instituto Hondureño de Antropología e Historia es el ente encargado de las regulaciones a nivel nacional de los edificios, vestigios y restos patrimoniales y culturales, ya sean estos tangibles o intangibles. En este caso la Plaza de la Cultura, por tratarse de una edificación de más de sesenta años de antigüedad, se presta para la obtención del título de Patrimonio Cultural el cual fue otorgado en el 2012, basados en el decreto 220-97.

El IHAH como ente regulador de los patrimonios culturales, decreta en el artículo 22:

“Solamente el Instituto Hondureño de Antropología e Historia, será la institución que podrá realizar (...) modificación de monumentos, demolición o remodelación de las estructuras que formen parte del patrimonio cultural, respetando el derecho de propiedad” (IHAH, Decreto 22, 2012, pág. 3).

3.5.2.1. Decreto 220-97

El Instituto Hondureño de Antropología e Historia en el año 1998 definieron el Decreto 220-97, el cual define lo que conforma un patrimonio cultural para la nación, los bienes culturales que constituyen los fundamentos de la cultura, basándose en la aprobación por la UNESCO en 1964 sobre la declaración de los patrimonios culturales de la nación en cada país.

La finalidad de este decreto es la "(...) defensa, conservación, reivindicación, rescate, restauración, protección, investigación, divulgación, acrecentamiento y transmisión a las generaciones futuras (...)" (La Gaceta, Ley para la Protección del Patrimonio Cultural de la Nación, 1998, pág. 5).

La Plaza de la Cultura, entra en el rango de los bienes culturales de uso público y de cultura popular, que son propiedad de las comunidades que lo producen.

En el artículo se declara que ninguna otra institución aparte del IHAH puede realizar o autorizar trabajos de excavación, modificación de monumentos, demolición o remodelación de las estructuras de los bienes que forman parte del Patrimonio Cultural. Esto limita la aplicación de nuevas técnicas o remodelaciones en la Plaza de la Cultura sin el consentimiento del IHAH.

3.5.2.2. Ley Orgánica del IHAH

El Instituto Hondureño de Antropología e Historia se basa en el estudio de medios y medidas que ayuden a la solución de edificaciones que requieran defensa, explotación, restauración, conservación, recuperación, acercamiento y custodia de los monumentos de todo tipo de entidades como arqueológicos, antropológicos, históricos y demás tesoros considerados artísticos y culturales de la nación. Por tanto, esta entidad recibe y resuelve las solicitudes relacionadas con la investigación arqueológica, terrestre y acuática, antropológica, histórica y paleontológica.

Para la declaración de un patrimonio cultural, para el caso de La Plaza de la Cultura en el artículo 29 de la ley orgánica se define: el instituto publica en LA GACETA el anuncio del inmueble declarado como monumento nacional, la ejecución de la reconstrucción o reparación siendo estos previamente aprobados por el instituto.

El propietario del inmueble, Club Rotario de San Pedro Sula, está obligada a conservar debidamente el documento histórico y realizar las reparaciones necesarias. (IHAH, Ley Organica, 1969)

Se declara también que los monumentos nacionales siguen bajo los efectos de declaración aun estos pasen a ser propiedad de otras entidades o personas, por lo que se inscribe en el registro público como tal según el artículo 30. Finalmente, bajo la cooperación de la Universidad Nacional Autónoma de Honduras y la Secretaria de Educación Pública, con el fin de proteger y despertar el interés por los sitios arqueológicos y demás, están en la obligación de realizar con los medios universitarios escolares y como extraescolares con campañas de divulgación para hacer conciencia social en el pueblo hondureño sobre la necesidad de conservar y defender dichos tesoros.

IV. METODOLOGÍA

El capítulo metodológico describe el procedimiento, técnicas e instrumentos, enfoque y demás variables de investigación empleados para la recopilación y desarrollo de la información pertinente al diseño estructural de la Plaza de la Cultura, esto desarrollado en un periodo de seis meses para la propuesta de diseño del Teatro y Anfiteatro.

4.1. ENFOQUE

En la presente investigación se aborda un método cuantitativo según el enfoque proporcionado por Sampieri, de esta forma se cuantifica la muestra y población, se obtienen planteamientos acotados y se miden los fenómenos que puedan recurrir en la estructura a diseñar. Se obtienen una respuesta precisa y replicable en función de los elementos a estudiar. (Sampieri & Mendoza, 2008). La Ilustración 27 muestra los enfoques de investigación planteados por Sampieri.

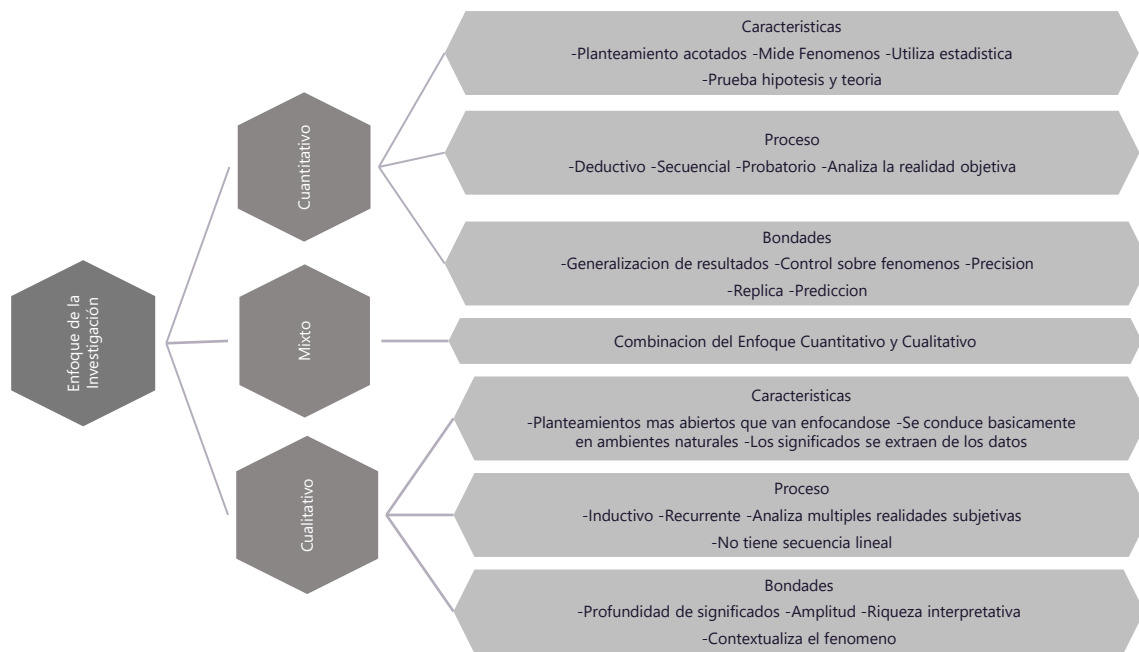


Ilustración 27-Diagrama de Tipos de Enfoque de Investigación

Fuente: Propia.

Para mejorar la comprensión, como se muestra en la ilustración anterior; lo señalado en verde es el enfoque aplicado en la investigación.

4.2. VARIABLES DE INVESTIGACIÓN

La Tabla 17 resume los principales puntos de la operacionalización del proyecto, presentando las partes principales del planteamiento del problema, objetivos generales y específicos, preguntas de investigación y las variables dependientes e independientes.

Tabla 17-Tabla de Variables de Investigación

Titulo "Diseño Estructural del Teatro y Anfiteatro de Plaza de La Cultura, San Pedro Sula"					
Problema	Objetivo General	Preguntas De Investigación	Objetivos Específicos	Variables Independientes	Variables Dependientes
¿Qué características estructurales eficientizan el cumplimiento de condicionantes arquitectónicas sin interferir con elementos existentes, aplicando normativa nacional para el diseño y revisión de elementos de acero y concreto armado para el Teatro y Anfiteatro en Plaza de la Cultura?	Generar una propuesta de diseño estructural para el teatro y anfiteatro de Plaza de la Cultura, a beneficio de la comunidad a través del Club Rotario de San Pedro Sula, mediante la utilización de softwares en cálculos estructurales y presentar a nivel de anteproyecto el juego de planos y presupuesto correspondiente en un periodo de seis meses.	1. ¿Qué elementos en acero, como columnas y vigas, cumplirán con los criterios de rigidez conforme al AISC-ASD 89, sin afectar paredes y cimiento existente, a causa de la tramoya?	1. Determinar la nueva estructura de acero del Teatro, incluyendo una tramoya, sin afectar paredes y cimiento existente.	Columnas	"Diseño Estructural del Teatro y Anfiteatro de Plaza de La Cultura, San Pedro Sula"
		2. ¿Qué dimensión y tipología de zapata es adecuada para evitar el daño a paredes y cimiento existente?	2. Detallar las dimensiones, tipologías y refuerzo de zapatas requeridas para la estructura del Teatro, sin afectar paredes y cimiento existente.	Zapatatas	
		3. ¿Qué propiedades constructivas deben contemplar los elementos estructurales que conforman el área de gradería para el Anfiteatro; vigas porta gradadas, cimentación y losa escaleras?	3. Indicar las especificaciones constructivas que conforman los elementos estructurales del Anfiteatro, correspondiente a vigas porta grada, cimentación y losa escaleras.	Gradería	

Continuación Tabla 17

4. De acuerdo con la Tabla de Categorización Ambiental por Mi Ambiente, ¿a qué categoría pertenece el complejo de Plaza de la Cultura?	4. Categorizar ambientalmente, según la Tabla de Categorización Ambiental por Mi Ambiente, el complejo Plaza de la Cultura.	Clasificación Ambiental
5. ¿A cuánto asciende el presupuesto estructural del Teatro y Anfiteatro Plaza de la Cultura?	5. Brindar el costo de los elementos estructurales diseñados para el Teatro y Anfiteatro en Plaza de la Cultura.	
6. ¿Cuánto tiempo es necesario para ejecutar el proyecto Teatro y Anfiteatro en Plaza de la Cultura?	6. Estimar el tiempo en la ejecución y construcción del Teatro y Anfiteatro en Plaza de la Cultura.	

Fuente: Propia.

4.2.1. DIAGRAMA DE LAS VARIABLES DE OPERACIONALIZACIÓN

El diseño estructural del teatro y anfiteatro de la Plaza de la Cultura será la variable dependiente, las variables independientes son las variables que afectan directamente el diseño como las columnas en su relación de esbeltez, las zapatas con la razón de carga estructural y tipología de suelo, las graderías con respecto a la longitud y proceso constructivo, finalmente, la clasificación ambiental reconociendo el impacto ambiental y el tamaño de la obra.

La Ilustración 28 ejemplifica algunas de las variables de operacionalización que el proyecto cuenta para cada una de las Variables Independientes del mismo.

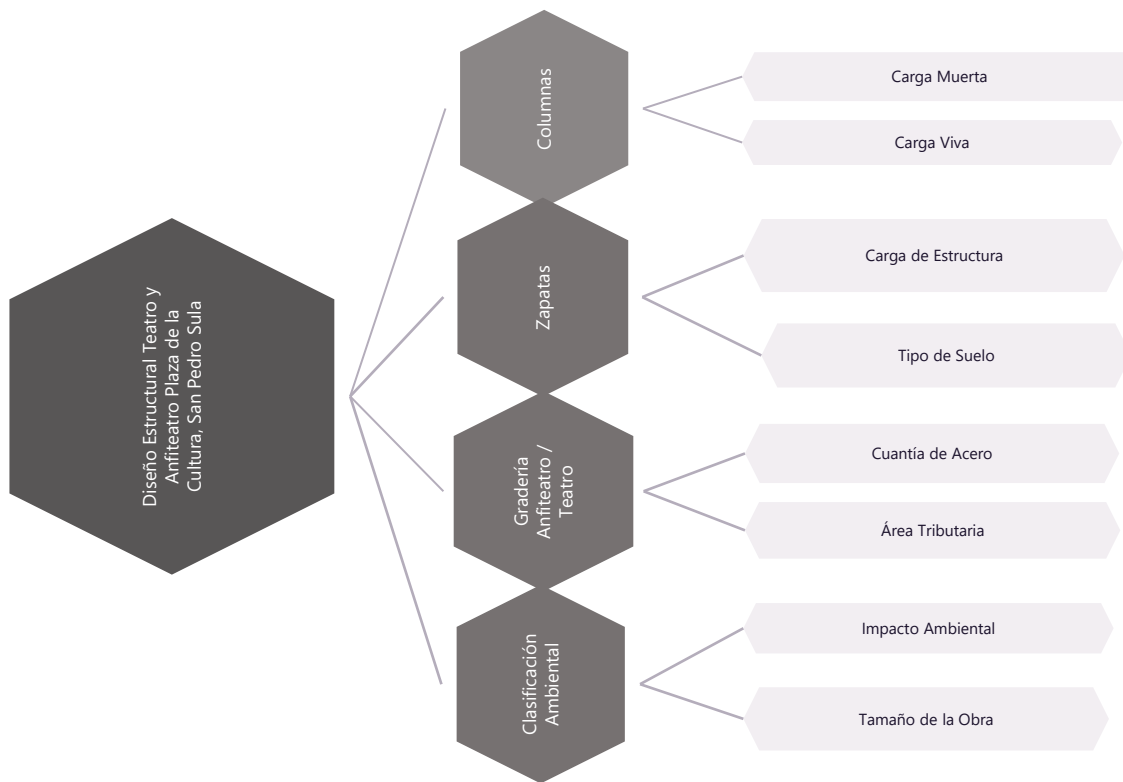


Ilustración 28- Diagrama de Variables de Operacionalización

Fuente: Propia.

4.2.2. TABLA DE OPERACIONALIZACIÓN

Tabla 18-Descripción de las Variables de Operacionalización

Variables Independientes	Definición		Dimensiones	Indicadores	Ítem	Unidades	Escala
	Conceptual	Operacional					
Columnas	Elemento arquitectónico de soporte, esbelto que funciona para soportar la estructura horizontal de un edificio, arco u otra construcción.	Es parte de la estructura principal de la obra y su función es soportar las cargas que le llegan de la viga.	Carga Muerta	Cargas del peso propio de la estructura y demás elementos estructurales que recaen sobre las mismas	¿Qué dimensión de columna se necesita para suplir la demanda de cargas?	Kg/m ²	
			Carga Viva	Cargas según la ocupación del edificio determinadas por el CHOC	¿Qué dimensión de columna se necesita para suplir la demanda de cargas?		
Zapatas	Son un tipo de cimentación superficial que sirve de base de elementos estructurales, amplía la superficie de apoyo hasta lograr que el suelo soporte sin problemas la carga que le transmite.	Es el cimiento de la obra, lo que soporta todo el peso para luego transmitirlo al terreno en cual se edificó.	Carga Estructural	Q Admisible del suelo del lugar	¿Qué dimensión de zapata se ocuparía para cubrir la carga de la estructura?	m ²	
			Tipo de Suelo	Basado en sondeos realizados con anterioridad y asumiendo la capacidad soportante del mismo	¿Qué tipología de cimentación se utiliza según la capacidad soportante del suelo?	psi	

Continuación Tabla 18

Variables Independientes	Definición		Dimensiones	Indicadores	Ítem	Unidades	Escala
	Conceptual	Operacional					
Gradería	Una grada que esta escalonada y que se emplea como asiento en varios lugares públicos como un coliseo, plaza de toros o un anfiteatro.	Gradería de concreto hidráulico en forma de arco, que funciona como asientos para los espectadores del Anfiteatro.	Área tributaria	Claro Admisible y las restricciones de la disposición por los planos arquitectónicos	¿Qué claro de viga a viga es recomendable para lograr un mejor diseño?	m	
			Cuantía de Acero	Área de acero necesario de acuerdo con las cargas aplicadas	¿Qué área de acero es necesario para la resistencia de las cargas aplicadas?	in ²	
Clasificación Ambiental	La necesidad de realizar una evaluación de impacto ambiental de detalle y el tipo de categoría ambiental requerido.	Es el tipo de categoría que el proyecto recibirá por su magnitud y cambios al ecosistema que le rodea.	Impacto Ambiental	Conservación de espacios y monumentos culturales	¿Qué impacto ambiental tendrá la obra ya que se trata de un espacio conservado?	unidad	Categoría
			Tamaño de la Obra	Categorización ambiental en base al dimensionamiento del complejo	¿Qué categoría ambiental se le otorga al complejo de la Plaza de la Cultura?	unidad	Categoría

Fuente: Propia.

4.3. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS APLICADOS

El despliegue de técnicas e instrumentos aplicados al procedimiento de investigación y desarrollo ayuda a la cuantificación de la información para el diseño estructural del teatro y anfiteatro de Plaza de la Cultura en San Pedro Sula.

4.3.1. INSTRUMENTOS

ETABS: "Ofrece herramientas inigualables de modelado y visualización de objetos 3D, alta capacidad de poder analítico lineal y no lineal, opciones de dimensionamiento sofisticadas y que abarcan una amplia gama de materiales, esclarecedores gráficos, informes y diseños esquemáticos" (CSI SPAIN, 2019).

Staad Pro: "Es un software de análisis y diseño de elementos finitos integrados, capaz de calcular toda estructura expuesta a cargas estáticas, esfuerzos dinámicos e interacciones de las estructuras con el terreno, con viento, cargas por terremotos o cargas en movimiento" (Genin&Garces, S.L. , 2019).

MIDAS: "Software para diseño de componentes estructurales de concreto armado y acero, facilita significativamente los trabajos de diseño diarios del ingeniero estructural. MIDAS SET, diseña y verifica diseños de acuerdo a una serie de códigos de diseño vigentes, tales como AISC" (3D CAD PORTAL , 2019).

Civil 3D Metric: "Es una herramienta de diseño y cálculo muy útil en el desarrollo de diseño de sitio, diseño urbanístico, carreteras, movimiento de tierras, cálculo topográfico y replanteo de información" (Tuttelus, 2018).

Microsoft Word: "Es un software informático procesador de texto, de los más utilizados a la hora de trabajar con documentos digitales en la actualidad" (Concepto, 2019).

Microsoft Excel: "Pertenece a la categoría de programas informáticos conocida como hojas de cálculo. Las hojas de cálculo fueron desarrolladas desde la década de 1960 para simular las hojas de trabajo contables de papel y de esa manera ayudar en la automatización del trabajo contable" (ExcelTotal , 2019).

Microsoft Project: "Es un software de planificación de proyectos diseñado, desarrollado y comercializado por Microsoft para asistir a administradores de proyectos en el desarrollo de planes, asignación de recursos a tareas, dar seguimiento al progreso, administrar presupuesto y analizar cargas de trabajo" (NetCurso, 2019).

Microsoft PowerPoint: "Es un paquete completo de herramientas para presentaciones gráficas que ofrece todo lo necesario para producir una presentación profesional: procesamiento de texto, esquemas, dibujos, gráficos, imágenes, prediseñadas y muchas cosas más" (EcuRed , 2019).

4.3.2. TÉCNICAS

Tabla 19-Visitas de Campo (Referentes de Microentorno)

Edificio	Ubicación	Descripción
Plaza de la Cultura	San Pedro Sula, HN.	Julio 30, 2019. Aprovechando el evento "Instameet", por Club Rotario San Pedro Sula, se realiza una visita de campo. Se observa patología estructural en el área de teatro; paredes de ladrillos húmedas, piso levantado, fracturas en pared. (v. Anexos Plaza de La Cultura)
José Francisco Saybe	San Pedro Sula, HN.	Agosto 9, 2019. Bajo la guía del Ing. Elías Zablah se realiza la visita de campo para comprender la importancia de la acústica dentro del teatro. Esto implica un pasillo de 1.2 m y lana de vidrio de recubrimiento internos en puertas y paredes ligeras. De la misma manera, observar la configuración estructural que soporta el techo: Tijeras Tipo Warren. (v. Ilustración 12)
Teatro Nacional Manuel Bonilla	Tegucigalpa, HN.	Agosto 16, 2019. Con el apoyo de la directora del Teatro Nacional Manuel Bonilla, Ana Gómez, y Joaquín Bardales, se realiza la visita de campo con el fin de conocer los componentes de la tramoya. A la vez, la configuración estructural del sitio: muros de concreto armado en las paredes perimetrales, escenario y mezanine de madera. (v. Anexos Teatro Nacional Manuel Bonilla)

Fuente: Propia.

4.4. METODOLOGÍA DE ESTUDIO

El enfoque para seguir será cuantitativo como se puede apreciar en la Ilustración 17. Se busca probar que las teorías usadas como sustento para este proyecto son factibles y se puede hacer un uso de ellas dentro de la investigación. Tipo de Diseño

La Ilustración 29 muestra el diseño metodológico con el cual se estructura el proyecto descrito, para comprender las técnicas aplicadas, tipos de estudio y métodos.

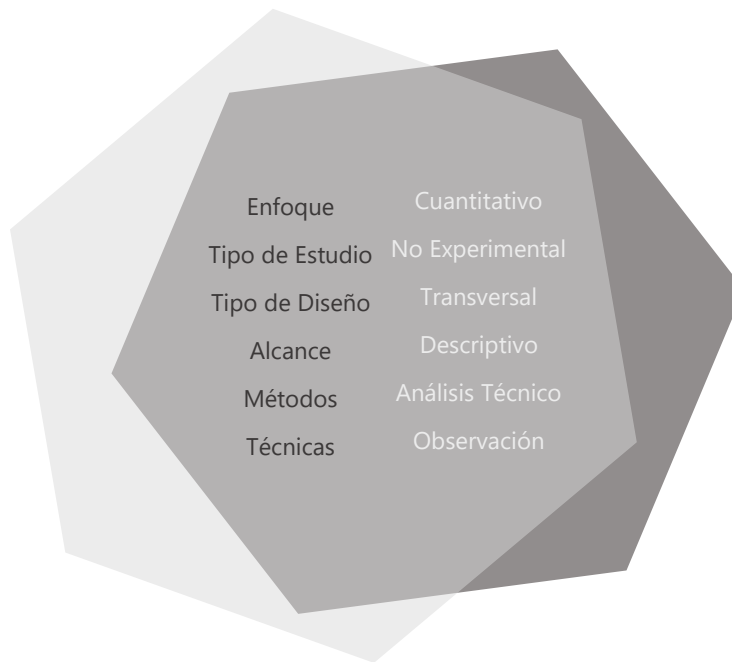


Ilustración 29- Diseño Metodológico

Fuente: Propia.

Se puede observar que el enfoque es cuantitativo ya que Sampieri & Mendoza (2008) afirma: "Utiliza la recolección de datos para probar hipótesis con base en la medición numérica y el análisis estadístico, con el fin establecer pautas de comportamiento y probar teorías" (pg.4). Así mismo, el tipo de estudio es no experimental, ya que no es sometido a prueba y error.

El tipo de diseño es transversal porque solo se trabaja en un tiempo determinado, no será continuado en tiempo posterior, también se conoce el alcance del proyecto, que es de tipo, descriptivo, porque se describirán los tipos de estructuras. "Los estudios descriptivos se busca especificar las propiedades, las características y los perfiles de personas, grupos, comunidades, procesos, objetos o cualquier otro fenómeno que se someta a un análisis" (Sampieri & Mendoza, 2008, pg.92). Concluyendo, tenemos el análisis técnico como método, ya que se obtienen cálculos y resultados, basados en teorías de sustento y para finalizar, como técnicas, se utiliza la observación para la comprensión y lectura de planos arquitectónicos ya diseñados para La Plaza de la Cultura.

4.5. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

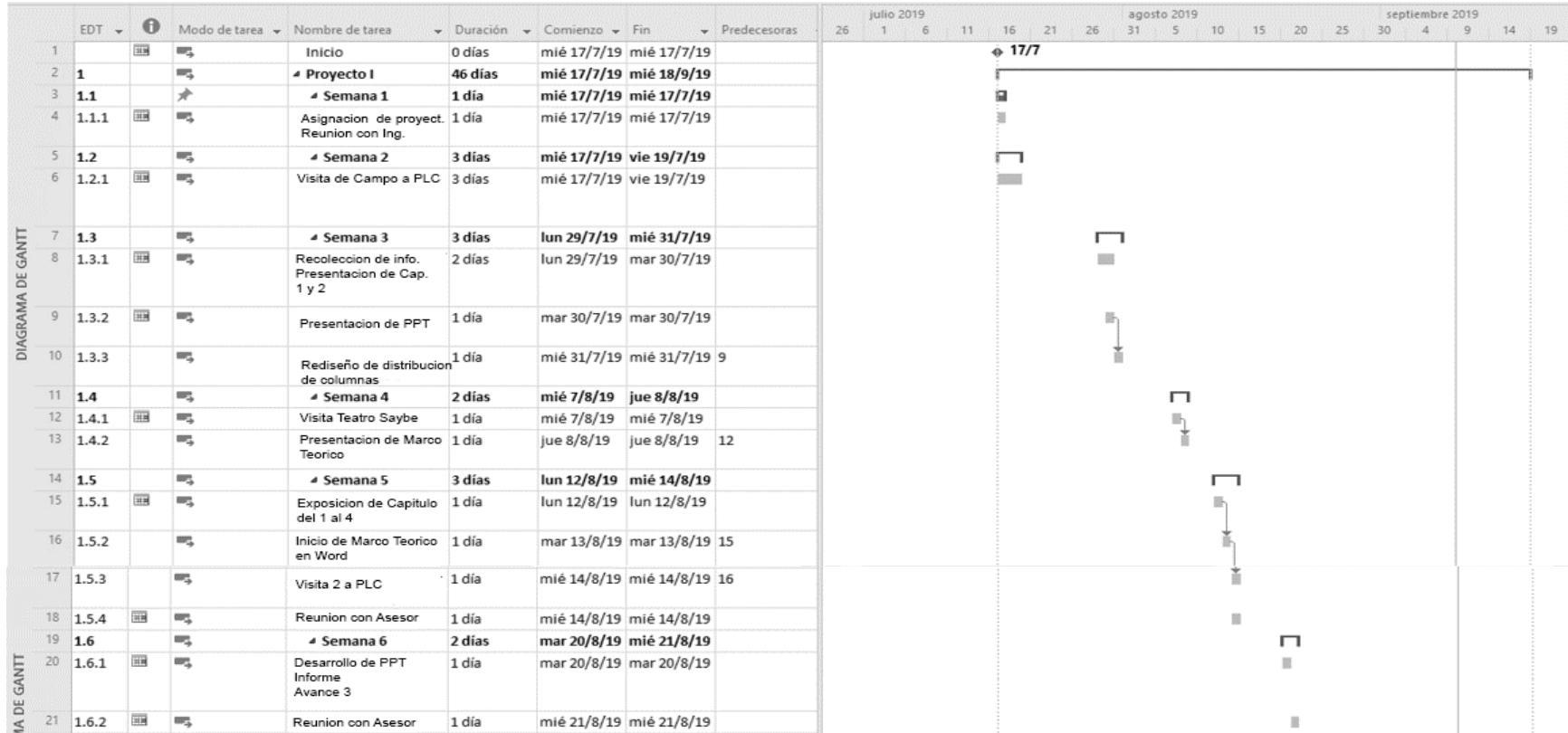


DIAGRAMA	22	1.7			▲ Semana 7	3 días	mar 27/8/19	jue 29/8/19	
	23	1.7.1			Reunion con Asesor	1 día	mar 27/8/19	mar 27/8/19	
	24	1.7.2			Revisión de avance	1 día	mié 28/8/19	mié 28/8/19	23
	25	1.7.3			Visita a Tegus, Teatro Manuel Bonilla	1 día	jue 29/8/19	jue 29/8/19	24
	26	1.8			▲ Semana 8	3 días	mié 4/9/19	vie 6/9/19	
	27	1.8.1			Reunion con Asesor	1 día	mié 4/9/19	mié 4/9/19	
	28	1.8.2			Desarrollo de PPT Informe Avance 4	1 día	vie 6/9/19	vie 6/9/19	
	29	1.9			▲ Semana 9	4 días	lun 9/9/19	jue 12/9/19	
	30	1.9.1			Modelo de Staad Revision	1 día	lun 9/9/19	lun 9/9/19	
DIAGRAMA DE GANTT	31	1.9.2			Inicio de Planos de distribución	1 día	lun 9/9/19	lun 9/9/19	
	32	1.9.3			Inicio de Detalles	1 día	lun 9/9/19	lun 9/9/19	
	33	1.9.4			Revisión con asesor Avance informe PPT, Modelo Staad	1 día	jue 12/9/19	jue 12/9/19	
	34	1.10			▲ Semana 10	3 días	lun 16/9/19	mié 18/9/19	
	35	1.10.1			Avance informe Modelo Staad	2 días	lun 16/9/19	mar 17/9/19	
	36	1.10.2			Revisión de Resultados Finalización de Planos	1 día	mié 18/9/19	mié 18/9/19	35
	37				Fin	0 días	mié 17/7/19	mié 17/7/19	

◆ 17/7

Ilustración 30-Cronograma de Actividades (Diseño Estructural Plaza de la Cultura)

Fuente: Propia.

V. RESULTADOS Y ANÁLISIS

5.1. REVISIÓN DE PATOLOGÍAS EN LA PLAZA DE LA CULTURA

El diagnóstico realizado por la arquitecta responsable del proyecto de la Plaza de la Cultura, Silvia Aguilar, menciona lo siguiente:

1. El ladrillo rafón y el repello en las columnas se encuentran deteriorados y en mal estado.
2. En general, se observa que las columnas que conservan repello, este se encuentra en la parte superior o inferior de la estructura.
3. Hay columnas que no cuentan con repello.
4. Todas las columnas presentan un mayor desgaste en el ladrillo en la parte intermedia del cuerpo de la estructura.

12 de septiembre del 2019. Conforme a la visita realizada por parte de los Ingenieros Marlen López y Willy Miranda, técnicos especialistas de SOLINFRAC, datan en un 60% el diagnóstico patológico del complejo Plaza de la Cultura. Ellos recomiendan la utilización de varios productos específicos, reforzando con soluciones que reparen y permitan la restauración de la edificación.

1. Repamerk 301. Mortero cementicio de alta resistencia para reparación estructural y no estructural. Esto para la reconfiguración de las columnas que no cuentan con repello adecuado y este material ayuda en la reparación de los elementos hormigón armado, proteger el concreto contra sulfatos y color, reparaciones estructurales y no estructurales de elementos de hormigón de alta resistencia.
2. CRYSTAL 25. Material impermeabilizante cementicio cristalino, este producto puede ser aplicado en interiores y exteriores, cimentaciones, muros de contención y otros. Esto sella los poros capitales formando cristales insolubles que impermeabiliza el sustrato de manera permanente, permeable al vapor del agua lo que permite que la estructura respire, sobre todo, protege al concreto y al acero de refuerzo contra la corrosión y la acción de sustancias disueltas en el agua y suelo. En la Plaza de la Cultura se recomienda en paredes, pisos y cimentación.

3. LATEX (Súper Concentrado) Se trata de un aditivo mejorador de la adherencia e impermeabilizante, reductor de agrietamiento y puente de adherencia para concretos y morteros.

Esta impermeabilizante mejora la durabilidad y previene el agrietamiento, en la Plaza de la Cultura se recomienda en paredes y pisos y en el firme de concreto del último nivel.

Adicionalmente a la recomendación de estos productos en distintas áreas de La Plaza de la Cultura, el ingeniero Willy Miranda menciona:

“Soy de la opinión que el estudio patológico podría resultar costoso. Requerirá mucha exploración, pruebas y análisis. Creo que lo que han decidido es lo conveniente: "Dejar como esta y preparar para que se conserven sin degrado de apariencia. Para los usos que proponen, las estructuras de soporte agregadas tanto externas como escondidas no alterarán las existentes y evitara que las estructuras viejas no reciban cargas (que no trabajen), pero que se vean. Si a las existentes les encuentran alguna debilidad, se pueden asegurar con soluciones escondidas o externas. Ninguna estructura agregada deberá permitir que las existentes se vean sometidas a cargas o esfuerzos. En el caso de losas, vigas o entresijos; se deben reforzar con soluciones que reparen y permitan la restauración” (Miranda, 2019).

5.2. DESCRIPCIÓN DE LA ESTRUCTURA

En esta sección se menciona la estructura utilizada para el diseño del Teatro y Anfiteatro de la Plaza de la Cultura, se describe cada uno de los elementos, la materialidad, espaciamiento y el intercolumnio.

5.2.1. TEATRO DE PLAZA DE LA CULTURA

La estructura principal resiste a cargas gravitacionales al igual que a cargas laterales. Está compuesta por un sistema de marco rígido de edificio. A la vez, lo constituyen marcos arriostrados comunes de acero.

Cimentación: está compuesta por concreto reforzado de 27.50 MPa (4000 PSI) a una profundidad de 1.5 metros saliendo a la superficie reducida a pedestal para la junta de las columnas de acero. Estas están dispuestas a una distancia de dos metros de la estructura existente para evitar desprendimiento o sobrecarga a la misma.

El sistema de entresijo para la sección de la cabida de audio está compuesto por el sistema de losa cero con perfiles W de acero conectado a las columnas de la parte posterior del Teatro.

Para la losa de entre piso en las secciones de los camerinos y talleres se utiliza para el equipo de suspensión y las instalaciones de aire acondicionado, este está compuesto por perfiles W y un sistema de losa cero.

Columnas: Se proyectan columnas de perfiles de acero; estas tienen un peralte máximo de 10.95 metros, con un intercolumnio entre 4.30 y 5.00 metros entre sí.

La estructura de techo está compuesta de estructuras metálicas tipo armadura, estas están conectadas a las columnas de acero; la estructura de techo es rigidizada por la utilización de arriostres metálicos, sobre esto se coloca una cubierta con lamina estructural calibre C24 color natural con aislante acústico.

Vigas: Para la sección de entrepiso se proponen perfiles W y en la estructura de techo en acero armaduras Tipo Pratt.

“La selección de armadura Tipo Pratt se debe al efecto de menos pandeo en sus barras al estar en tensión sus diagonales y a compresión sus cortas. Su es común para cubrir luces entre 18 y 30 metros” (Estructuras Metálicas, 2017, pág.1)

Tramoya: La estructura de la tramoya se basa en tramos realizados de canaletas Tipo Chanel dispuestos a cada 0.15 m, esto sostenido de tubos estructurales que transfiere su carga a las vigas principales de arriostre y estas se sostienen directamente de las columnas de acero, cubriendo un claro de 26.20 metros.

Gradería: Compuesta por marcos rígidos de concreto reforzado, siendo este comprendido por sus vigas porta gradas y columnas. Esta soporta las cargas gravitacionales como peso propio y carga viva, al igual que cargas laterales como Sismo en sus diferentes direcciones. La cimentación de la estructura está compuesta por zapatas superficiales de tipo aislada y combinada, éstas con un desplante bajo el nivel de terreno natural.

5.2.2. ANFITEATRO DE LA PLAZA DE LA CULTURA

La estructura principal del Anfiteatro está compuesta por marcos rígidos de concreto reforzado, siendo este comprendido por sus vigas porta gradas y columnas. Esta soporta las cargas

gravitacionales como peso propio y carga viva, al igual que cargas laterales como Sismo en sus diferentes direcciones.

El Anfiteatro cuenta con la mitad de su gradería sobre el nivel de terreno natural, que es la que se encuentra apoyada sobre el marco rígido, y la otra mitad, que se encuentra bajo el nivel de terreno natural. Esta parte va debidamente excavada y compactada para buscar la forma de la gradería y luego colocar la losa de concreto reforzado.

Cimentación: La estructura está compuesta por zapatas superficiales de tipo aisladas, éstas con un desplante de un metro bajo el nivel de terreno natural.

Columnas: El sistema intercolumnio está conformado por columnas en "V" en la parte central y una columna en la parte exterior que sostienen la viga porta grada, estas están hechas de concreto reforzado de 27.50 MPa (4000 PSI).

Vigas porta grada: La viga porta grada está conformada por vigas de concreto reforzado que tienen el desplante del graderío de 1.15 metros; sobre esto se disponen las losas de las gradas de concreto post tensado de 27.50 MPa (4000 PSI).

5.3. CRITERIOS DE DISEÑO PARA EL TEATRO Y ANFITEATRO

Los criterios de carga utilizados para el teatro y anfiteatro de la Plaza de la Cultura se han tomado bajo los estándares de diseño nacional e internacional al tratarse de una estructura de acero y concreto reforzado respectivamente. Con la finalidad de garantizar el cumplimiento de las normas técnicas establecidas, en la sección de "Teoría de Sustento" se encuentran desplegadas las técnicas establecidas por el Código Hondureño de la Construcción (CHOC-08) referenciando al código AISC ASD-89 y ACI 318-95.

5.3.1. ANÁLISIS CARGAS MUERTAS Y VIVAS DEL TEATRO

Cargas de Techo

Carga Muerta

- Cubierta metálica, ductos, lámparas: 30 kg/m²

Carga Viva

- Obtenido del CHOC: "Plano o menor que 33%. Arcos o domos con una altura menor que 1/8 del claro. Área tributaria para cualquier miembro estructural mayor que 60 m²": 60 kg/m². El peso propio de la estructura de techo y la tramoya es considerado por el programa estructural.

Carga Muerta de Entrepiso

Espesor de Losa 0.10 m con Pendiente del 0.5%

Peso de la losa acero: 220 kg/m²

F'c: 27.50 MPa (4000 PSI)

Fy: 413.70 MPa (60000 PSI)

Carga de divisiones: 50 kg/m²

Firme de nivelación, cerámica, aglomerante: 25 kg/m²

Cielo falso y ductos: 15 kg/m²

Carga de Aquapanel (envolvente) 8kg/m² + Estructura Embatinada: 15 kg/m²

Carga Muerta Estructural del Teatro

Losa de entrepiso: 220 kg/m²

Espesor Losa (e): 0.10 m

Impermeabilizante: 50 kg/m²

Pendiente de concreto: 100 kg/m²

Cielo falso: 15 kg/m²

Carga Viva Estructural del Teatro

Área de oficinas: 250 kg/m²

Carga de servicio: 100 kg/m²

Parapeto o baranda de tramoya: 30kg/m

Armazones de cielo sobre escenarios: 100kg/m²

El peso propio de los elementos estructurales del entrepiso es considerado por el programa estructural.

Cargas de Aquapanel: 15 kg/m²

La Tabla 20 muestra el cálculo realizado mediante la multiplicación del peso total por el área tributaria de cada columna.

Tabla 20-Cálculo de Áreas Tributarias para carga de Aquapanel en Columnas

Columna	Metro de Área Tributaria (m)	Total (kg/m)
C1	3	45
C2	6	90
C3	5.75	86.25
C4	4.9	73.5
C5	4.3	64.5
C6	4.15	62.25
C7	4.95	74.25
C8	6	90
C9	5.3	79.5
C10	4.75	71.25

Fuente: Propia.

La Tabla 20 muestra la disposición de los grupos de columnas tomados en cuenta que en el lado derecho como izquierdo se repite la disposición de las columnas.

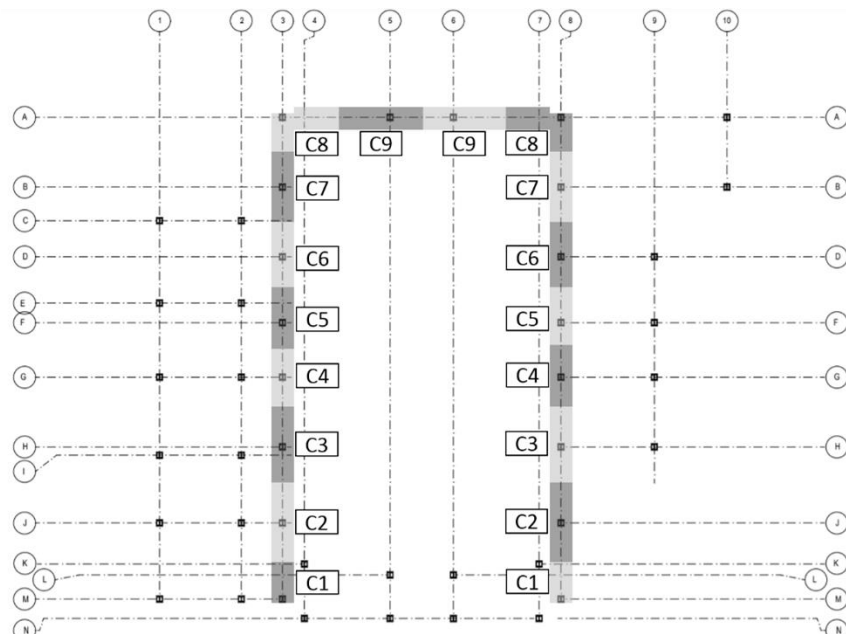


Ilustración 31-Plano Referencia de Nomenclatura de Columnas y Área Tributaria

Fuente: Propia.

La ilustración 31 muestra la disposición de las áreas tributarias seleccionadas según las dimensiones del intercolumnio de los elementos estructurales del teatro; aplicando a las mismas, cargas del Aquapanel que recubre la parte externa del Teatro.

5.3.2. ANÁLISIS DE CARGA DE VIENTO TEATRO

Estructura o piso parcialmente cerrado. Estructura o piso que tienen más del 15% de cualquier área proyectada de barlovento abierta, y en la cual el área de las aberturas en todas las otras áreas proyectadas es menor que la mitad del área en la proyección de barlovento.

Exposición B: Terreno con edificios, árboles o irregularidades en la superficie. Que cubren por lo menos el 20% del área del terreno parejo extendiéndose 1,600 metros o más desde el sitio.

- Presión Estática del Viento (q_s) en San Pedro Sula, Cortés, Honduras 120 km/h: 69.6 kg/m²
- Coeficiente Combinado C_e

Para la Exposición B, y altura del Teatro Plaza de la Cultura (10.95 m) es pertinente interpolar.

Tabla 1.2.3-2 Coeficiente Combinado C_e

Altura Promedio sobre el Nivel de Terreno (m)	Exposición B
10	0.78
10.95	0.8028
12.5	0.84

Fuente: CHOC, 2008.

Para la Exposición B, y altura del Teatro Plaza de la Cultura (10.95 m) el Coeficiente Combinado C_e resulta en 0.80.

- Factor de Importancia de Viento (I_w) e Importancia Sísmica (I)

Según la Tabla 1.3.4-3 Categoría de la Ocupación o Funciones de la Estructura corresponde a estructuras de Ocupación Especial, descrito como Centro de Reuniones Públicas para más de 300 personas. Lo anterior resulta en un Factor de Importancia de Viento (I_w) y Sísmica (I) de 1.

- Coeficiente de Presión C_q

La estructura o parte de la obra es de Sistemas y Marcos Principales. Utilizando el Método 1 (Método de la Fuerza Normal).

Muros

Muro de Barlovento= 0.8

Muro de Sotavento= 0.5

Techo (Succión)= 0.7

Fórmula para cálculo de viento: $P = C_e \cdot C_q \cdot q_s \cdot I_w$

Nota: Para el cálculo de Cargas de Viento, utilizar la fórmula para cálculo de viento multiplicada por su respectiva área tributaria para aplicarlas uniformemente.

Para el cálculo de succión en todas las direcciones se realiza la siguiente operación:

Succión $(0.8028 \cdot 0.7 \cdot 69.6 \text{ kg/m}^2 \cdot 1 \cdot AT)$ (WX, -WX, WZ, -WZ): 39.11 kg/m²

$0.8028 \cdot 0.7 \cdot 69.6 \text{ kg/m}^2 \cdot 1 \cdot 1.33 \text{ m}$: 52.2 kg/m.

Para el cálculo de barlovento y sotavento en dirección WX y -WX se proyecta la Tabla 21, resultante de la operación.

Barlovento $(0.8028 \cdot 0.8 \cdot 69.6 \text{ kg/m}^2 \cdot 1 \cdot AT)$ WX: 44.70 kg/m²

Sotavento $(0.8028 \cdot 0.5 \cdot 69.6 \text{ kg/m}^2 \cdot 1 \cdot AT)$ WX: 27.95 kg/m²

Tabla 21-Cálculo de Barlovento y Sotavento con Áreas Tributarias en WX y -WX

Metro de Área Tributaria	Total, Barlovento (kg/m)	Metro de Área Tributaria	Total Sotavento (kg/m)
3.00	134.07	2.95	82.45
5.70	254.8	3.9	109.00
5.75	257.00	4.95	138.35
5.90	263.70	4.15	116.00
6.25	279.40	4.3	120.20
3.40	152.00	4.9	136.95
6.00	268.20	5.75	160.7
5.75	257.00	6	167.7
4.90	219.00	3	83.85
4.30	192.20		
4.15	185.50		
4.95	221.30		
2.95	131.30		
0.95	42.50		

Fuente: Propia.

La Tabla 21 muestra las áreas tributarias de las columnas en la dirección en x positivo y negativo, al tratarse de una estructura regular se utilizan los mismos datos en ambas direcciones.

La Tabla 22 muestra el cálculo realizado con las áreas tributarias de las columnas para el viento en "WZ" y "-WZ".

Tabla 22-Cálculo de Barlovento y Sotavento en Z

Metro de Área Tributaria	Total, Barlovento Z (kg/m)	Metro de Área Tributaria	Total, Sotavento -Z (kg/m)
4.00	178.8	4.00	111.80
3.05	136.35	3.05	85.25
5.30	236.95	5.30	148.15
4.75	212.35	4.75	132.80
2.45	109.5	2.45	68.50
5.35	239.15	5.35	149.55
2.87	128.55	2.87	80.35

Fuente: Propia.

La Tabla 22 muestra los cálculos de las áreas tributarias para barlovento y sotavento en dirección en WZ y -WZ.

La Ilustración 32 Ilustración 32-Diagrama de Aplicación de Viento en Dirección WX muestra un diagrama en tres dimensiones de la estructura del Teatro y áreas de servicio de La Plaza de la Cultura.

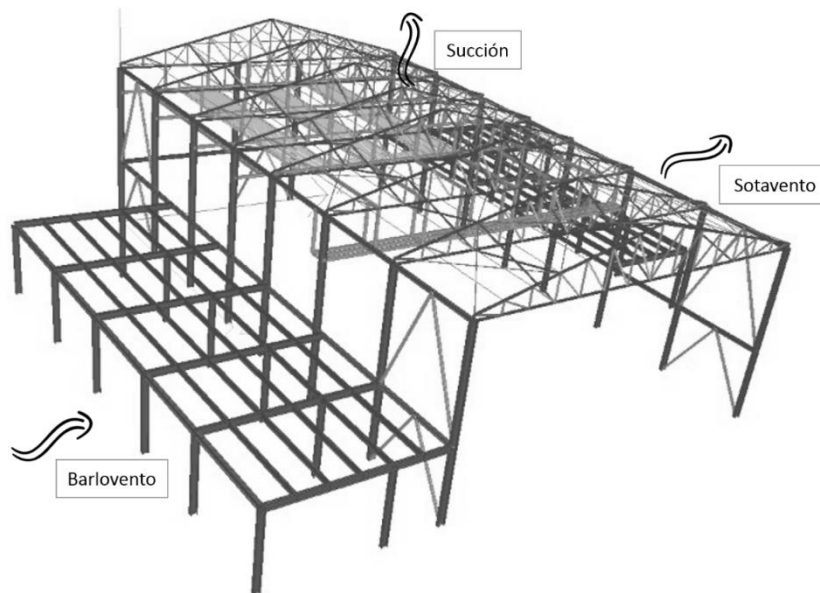


Ilustración 32-Diagrama de Aplicación de Viento en Dirección WX

Fuente: Propia.

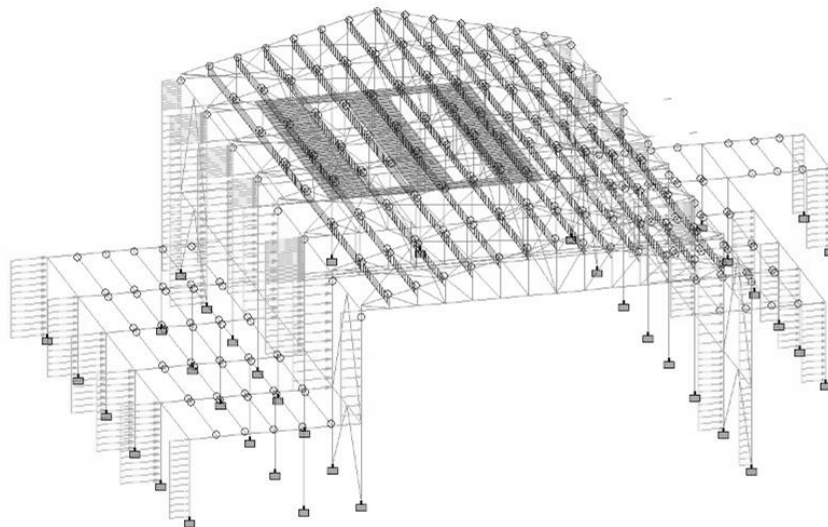


Ilustración 33-Aplicación de Cargas de Viento en WX Staad

Fuente: Propia.

La Ilustración 33 muestra el modelo tridimensional realizado en Staad donde se les aplica a las columnas la carga de viento, se visualiza que las columnas de la izquierda en el primer nivel reciben las cargas de barlovento, las de la parte superior del teatro reciben las cargas restantes de barlovento. De igual manera se calculan las de sotavento en el otro extremo. La zona gris proyecta una parrilla o pasarela que va sobre el sistema de suspensión de escenografía o bien llamada tramoya.

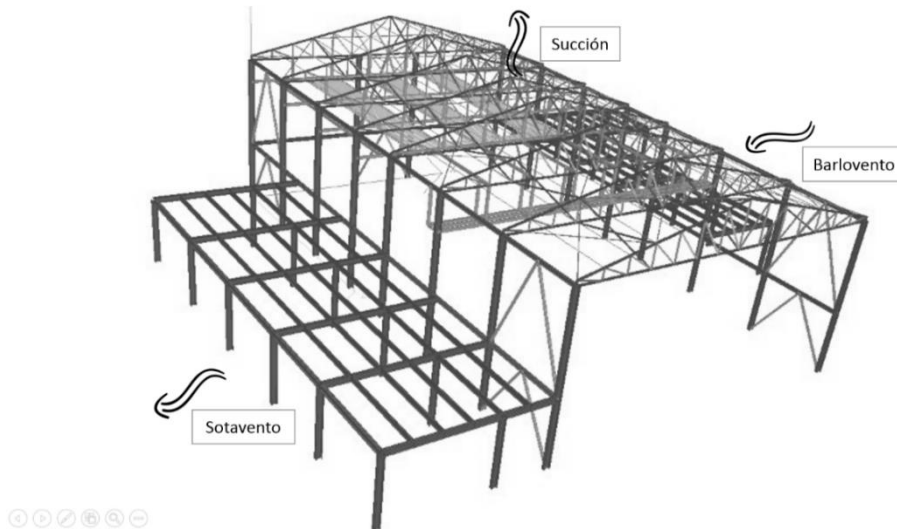


Ilustración 34-Diagrama de Aplicación de Viento en Dirección -WX

Fuente: Propia.

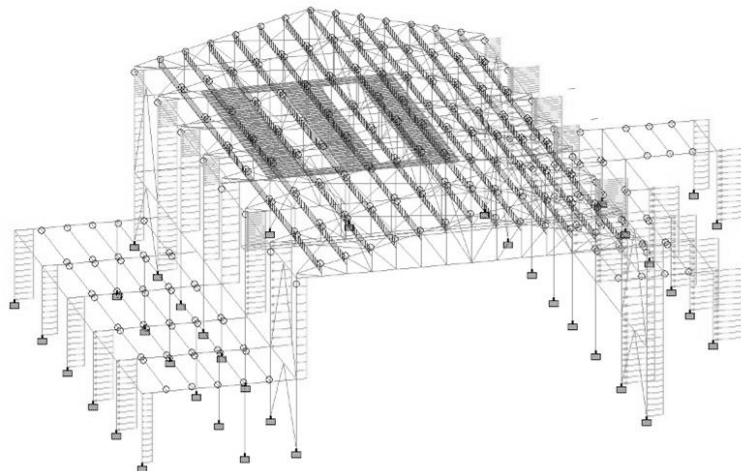


Ilustración 35-Aplicación de Cargas de Viento en -WX Staad

Fuente: Propia.

La Ilustración 35 muestra las cargas aplicadas para la dirección -WX en el modelo de la estructura del Teatro de la Plaza de la Cultura.

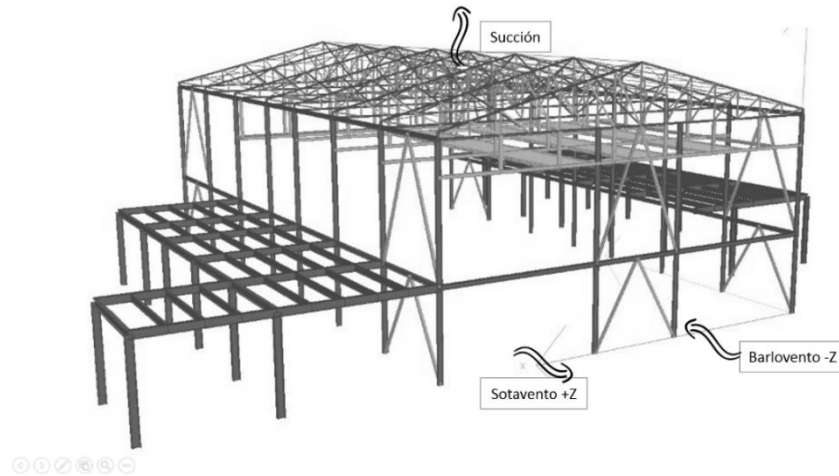


Ilustración 36-Diagrama de Aplicación de Viento en WZ y -WZ

Fuente: Propia.

La Ilustración 36 muestra las cargas aplicadas de sotavento y barlovento en dirección en Z en la parte posterior de la edificación, no se toma en cuenta la parte frontal debido a que esta continuó a la edificación existente, el recibidor de la Plaza de la Cultura.

En Ilustración 37 e Ilustración 38, se visualizan las cargas aplicadas en barlovento, sotavento y succión en la parte posterior de la edificación. Tomando en cuenta que en la parte frontal se encuentra continua a la edificación existente.

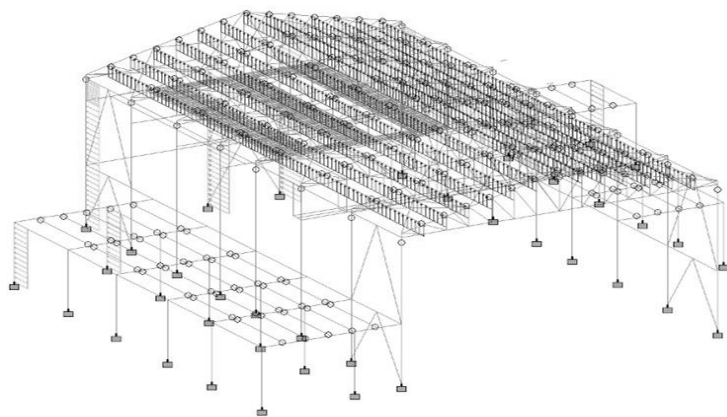


Ilustración 37-Aplicación de Carga de Viento en -WZ Staad

Fuente: Propia.

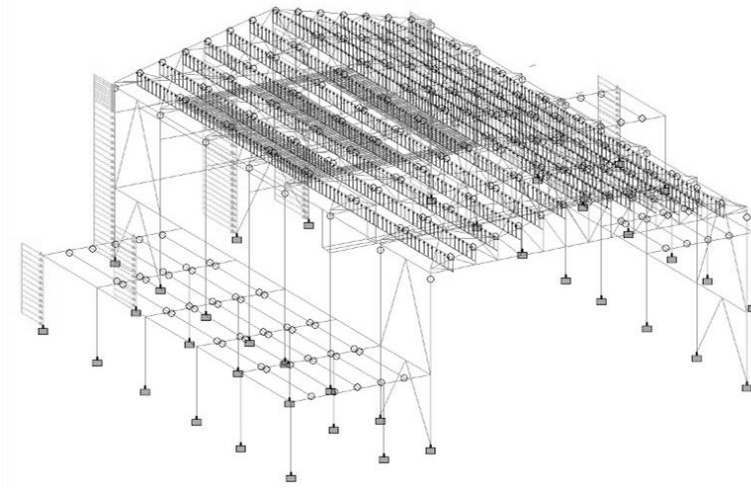


Ilustración 38-Aplicación de Carga de Viento en WZ Staad

Fuente: Propia.

5.3.3. CARGA DE SISMO TEATRO

El sistema estructural utilizado es de marco rígido de acero, en esencia se trata de un marco espacial completo que proporciona soporte para cargas gravitacionales, a su vez las laterales que son proporcionadas por la acción flexionaste de los miembros estructurales.

Factor de Zona sísmica Z: 0.30

Factor de importancia (Iw): 1.00 (Categoría 3: Estructuras de Ocupación Especial)

Coeficiente RW para Sistemas Estructurales

Sistema de Marco Rígido (Marcos Rígidos Comunes MRC): 6.

Periodo de la Estructura usando el Método A. V. Ecuación 4:

T: 0.616 segundos.

$$T = 0.0853(13.95)^{3/4} = 0.616 \text{ segundos}$$

Coeficiente de Suelo: Tipo S3: 1.5

Coeficiente dependiente del tiempo de oscilación de la estructura y el tipo de suelo utilizando la Ecuación 3.

$$C = \frac{1.25 S}{T^{2/3}}$$

$$C = \frac{1.25(1.5)}{0.616^{2/3}} = 2.59$$

Se menciona en el Código Hondureño de la Construcción (CHOC) que: "El valor de C no necesita exceder 2.75 y este valor puede utilizarse para cualquier estructura sin consideraciones de tipo de suelo o periodo de la estructura" (CHOC, 2008, pág. 36).

El coeficiente del cortante basal es obtenido de la Ecuación 2.

$$V = \frac{ZIC}{R_w}$$

$$V = \frac{(0.3)(1)(2.59)}{6} = 0.12$$

Como parte de la selección del procedimiento para determinar las fuerzas sísmicas, se determina un análisis estático el cual es utilizado en los siguientes tipos de estructuras en la cual La Plaza de la Cultura se ubica:

"Estructuras regulares de una altura menor a 75 metros, con resistencia a cargas laterales proporcionada por los sistemas descritos en la Tabla 1.3.4-6 del CHOC" (v. Tabla 14), (CHOC, 2008, pág. 34).

```
X DIRECTION : Ta = 0.616 Tb = 0.638 Tuser = 0.000
C = 2.5293, LOAD FACTOR = -1.000
UBC TYPE = 94
UBC FACTOR V = 0.1265 x 281115.16 = 35551.79 KG

Z DIRECTION : Ta = 0.616 Tb = 0.766 Tuser = 0.000
C = 2.2390, LOAD FACTOR = 1.000
UBC TYPE = 94
UBC FACTOR V = 0.1119 x 281115.16 = 31470.20 KG
```

Ilustración 39-Salida de Datos de Peso Propio del Teatro, Staad Dirección X y Z

Fuente: Propia.

Se considera el mayor valor para fuerza cortante en la base: 35,551.79 kg (35.55 Ton). El peso propio resulta en 281.11 Ton.

5.3.4. CARGAS DE LA TRAMOYA

Según las especificaciones técnicas adoptadas por el manual de la compañía JR Clancy, en cuanto a cargas de la estructura de la tramoya y las cargas de los telones expuesto en la Sección 3.3.4 de Teoría de Sustento.

Se define que en el Teatro de la Plaza de la Cultura se contará con 12 bambalinas de las cuales se realiza una revisión en donde el caso de deflexión será debido a la aplicación de una carga uniforme de 110 kg/m y una carga puntual de 90 kg obtenido de la Ilustración 25.

Se considera el tubo estructural, diámetro del tubo y el espaciamiento de las líneas de suspensión, según especificación del fabricante. Se determina que el espaciamiento de las bambalinas es considerando la presencia de la cortina de fuego, seguido del telón de boca con un espaciamiento.

La mecánica de la estructura de suspensión es usando un izador *HELIOS HOIST* con una carga puntual de 249 kg como se especifica en la sección de teoría de sustento. Ver proceso de cálculo a continuación.

Carga Helios Hoist (Mecánica Teatral Automatizada)

La carga para el sistema de mecánica teatral automatizada corresponde al peso de los izadores (249 kg), en donde cuatro de ellos se localizan entre las distancias que existen entre las tijeras; $249 \text{ kg} \times 4 = 996 \text{ kg}$. Este peso debe distribuirse entre el espaciamiento real anterior de cada bambalina; 1m, de la misma manera considerar la carga viva de armazón de cielo sobre escenarios de 100 kg/m. Finalmente, aplicar una carga distribuida de 1096 kg/m.

Carga por Bambalina (Allowable Batten Loading Table)

Batten Sch. 40 $\Phi 1 \frac{1}{2}$ " (Carga que genera deflexión) (WT/FT=2.72)

197 lb= 90 kg

72 lb/ft= 110 kg/m

Para obtener las reacciones que generan las bambalinas hacia los cables de suspensión, se realiza la siguiente operación:

$110 \text{ kg/m} \times 2.40 \text{ m} = 264 \text{ kg}/2 = 132 \text{ kg}$

Cabe mencionar, que los 2.40 m (8.00 ft), son los metros del claro requerido según la Ilustración 21 del manual JR Clancy, logrando el nivel de deflexión en base a especificaciones técnicas solicitadas de la bambalina (tubo mate negro). Se proyectan 4 bambalinas en los espaciamientos laterales: 5.9 m, 4 m y 4.3 m. Tomar el valor menor de espaciamiento. Se obtienen 4 bambalinas en 4 m, con un espaciamiento real a cada 1 m.

Las reacciones de las bambalinas resultan: $132 \text{ kg} \times 4 = 528 \text{ kg}$. Este peso debe distribuirse entre el espaciamiento real anterior de cada bambalina; 1m, de la misma manera considerar la carga viva de armazón de cielo sobre escenarios de 100 kg/m . Finalmente, aplicar una carga distribuida de 628 kg/m en los elementos que soportaran el peso de las bambalinas; Tubos Estructurales de 8".

NOTA: 12 bambalinas componen la mecanización teatral. Dos de las anteriores serán utilizadas para las piernas del escenario, 1 para telón de boca y 1 para telón contra incendios.

Todas las cargas enumeradas en las cargas estáticas permitidas según los requisitos de ANSI E1.6-1 Sistemas de elevación eléctrica Sección 6.6. La deflexión del listón es limitada, de modo que la deflexión calculada debido a la característica no exceda $L/180$. J. R Clancy, Inc., 2016.

Cortina de Fuego

$$1.36 \text{ kg/m}^2 \times 13.6 \text{ m} = 18.5 \text{ kg/m}$$

Nota: Esta carga distribuida transformada en reacción actuando en las bambalinas ya está incluida en 528 kg/m .

5.3.5. PARÁMETROS DEL SUELO TEATRO

Al no contar con un estudio específico de suelo, se toma en referencia la tesis realizada por los ingenieros Alfaro, Ulloa & Bustillo, titulado "Zonificación de los Suelos de la Ciudad de San Pedro Sula Sector Suroeste Fase Cuatro" en el 2014; determinando para el sector de La Plaza de la Cultura se cuenta con un tipo de suelo según el sondeo S5: Arena Mal Graduado según se muestra en Tabla 5.

El CHOC-08 menciona en su Tabla 1.3.4-2 que en caso de no tener propiedades se puede considerar el Tipo de Suelo como S3. Según el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS) se determina como un suelo de Arena Mal Graduado (SP).

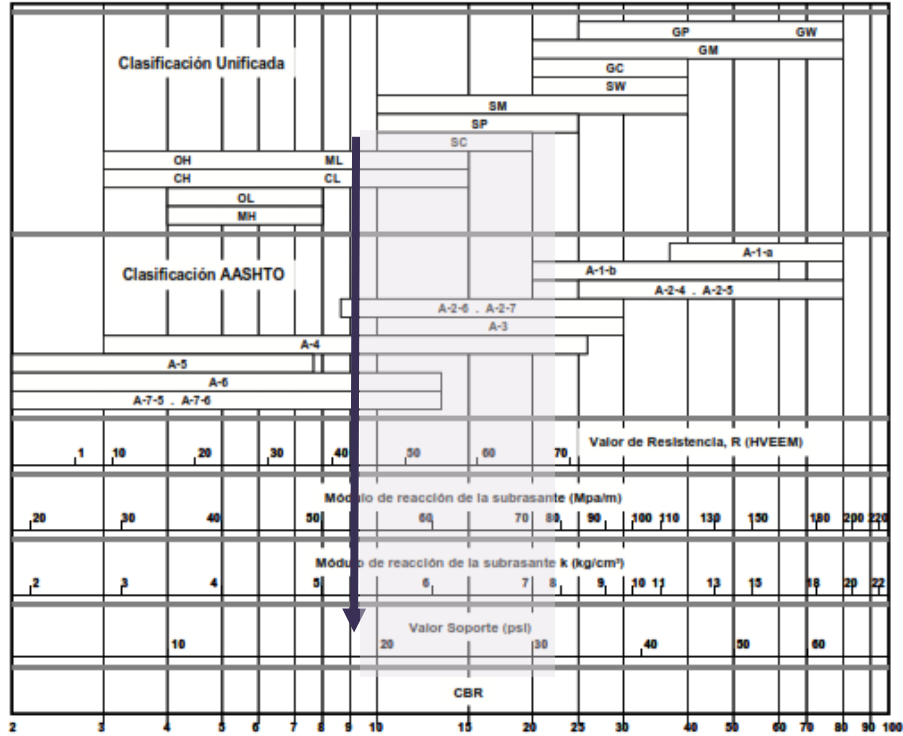


Ilustración 40- Correlación Aproximada entre la Clasificación de Suelos y CBR

Fuente: Manual Centroamericano de Pavimentos, Capítulo 7, pág. 209. Nov., 2002.

Se recomienda para la corrección y revisión de la capacidad soportante del suelo realizar un análisis profundo previamente cotizado por el Club Rotario San Pedro Sula a GEOTEC. Para efectos de diseño del Teatro y Anfiteatro de Plaza de la Cultura, se utiliza la Tabla de Correlación Aproximada entre la Clasificación de los Suelos y CBR, obteniendo una capacidad portante de 14,100 kg/m² (20 PSI) con el objetivo de tener un diseño conservador.

5.3.6. RESISTENCIA DE LOS MATERIALES UTILIZADOS TEATRO

La información de datos y especificaciones técnicas de materiales se obtienen de los documentos proporcionados por la etapa de diseño arquitectónico, mostrado en informe, planos y diseño original del proyecto.

Resistencia a la Compresión del Concreto

Para las estructuras de concreto dentro del Teatro en cimentación, y Anfiteatro de la Plaza de la Cultura se consideran diferentes resistencias a la compresión a los 28 días.

- Losa en sitio: 27.50 MPa (4000 PSI)
- Columnas y vigas del Anfiteatro: 27.50 MPa (4000 PSI)
- Cimentación de Teatro y Anfiteatro: 27.50 MPa (4000 PSI)
- Graderías de Anfiteatro: 27.50 MPa (4000 PSI)

Acero de Refuerzo ASTM A-615 para Losa de Entrepiso y Pedestales

Se considera varilla de acero corrugado Grado-60 (413.70 MPa), conforme al inciso 2.3.5.3.1 (a) del CHOC-08 y a las especificaciones obtenidas de la norma ASTM-615.

Acero Estructural ASTM A-572 G-50

En calidad de permanecer dentro del lineamiento del Capítulo III del Código Hondureño de la Construcción (CHOC-08) a continuación, se exponen ítems de: Alcance, Límites de Aplicabilidad y Especificación de Material.

3.1.1 Alcance

Estas normas técnicas incluyen disposiciones para el diseño y construcción de estructuras de acero y otros metales, basándose en esfuerzos permisibles y cargas de trabajo o servicio. Estas normas han sido tomadas del Uniform Building Code, 1994.

3.1.2 Límites de Aplicabilidad

3.1.2.1 Acero estructural-definición

Como se usas en estas normas, el término acero estructural se refiere a los elementos de acero del marco de acero estructural esenciales para soportar las cargas de diseño.

3.1.2.2 Tipos de Construcción

De los tres tipos que expone el Capítulo III del Código Hondureño de la Construcción (CHOC-08), el Teatro Plaza de la Cultura pertenece al tipo 1.

Tipo 1. Comúnmente designada como "Marco Rígido" (marco continuo), supone que las conexiones de viga-columna tienen rigidez suficiente para mantener el ángulo original entre los miembros que se interceptan virtualmente sin cambio.

De la misma manera, el diseño de las conexiones deberá ser consistente con la suposición del tipo de construcción indicado en los planos de diseño. La construcción Tipo 1 se considera como un sistema de marco resistente a cargas laterales y es permitido incondicionalmente por estas normas.

3.1.3 Material

3.1.3.1 Acero Estructural

a. Designación ASTM

Para las vigas, columnas y arriostres estructurales de acero se toma en consideración: "Especificación para acero estructural" (ASTM-A572 G-50).

Especificación para Chancel de Techo "Cold Formed A500 Grado B Fy 42 KSI y Fu 58 KSI"

3.1.3.4 Pernos, arandelas y tuercas

Los pernos de acero deberán conformarse a una de las siguientes especificaciones estándar: A 307, A 325, A 449, A 490, A 563 y F 436. Los pernos A 449 serán permitidos únicamente en conexiones que requieran diámetros de pernos mayores que 38 mm y no deberán utilizarse en conexiones críticas a deslizamiento.

El esfuerzo mínimo a la fluencia F_y de 344.74 MPa (50 KSI), y un esfuerzo último de fluencia F_u de 413.7 MPa (60 KSI), para todos los elementos estructurales, incluyendo el techo. Por razones comerciales, se puede utilizar acero G-50, Grado 50, para vigas y columnas.

Sistema de Arriostres Excéntricos

La colocación de arrostramiento excéntrico, V invertida, promueve un diseño moderno y funcional. De acuerdo con Ortiz Ramírez & Valenzuela Obando, (2018), a través del “Análisis de los Sistemas de Arrostramiento Concéntrico y Excéntrico para Pórticos Resistentes a Momento en una Estructura Existente De 4 Pisos”, concluyen:

“En cuanto al desempeño de los modelos de arrostramientos, se evidencia que para los elementos ligados a modelos excéntricos se genera con mayor facilidad una cedencia de la viga durante una severa excitación sísmica, generando amplias deformaciones en los pisos en comparación del sistema concéntrico, pero provee disipación adicional de energía, que puede mejorar la respuesta sísmica durante eventos de mayor afectación”.

En ese contexto, las fuerzas axiales se descargan a través de las columnas y los arrostramientos absorberán o disiparán la mayor carga de compresión.

5.3.7. COMBINACIONES DE CARGA PARA EL DISEÑO ESTRUCTURAL TEATRO

Se utilizan las siguientes combinaciones de carga para el diseño en acero estructural, referenciadas del Código Hondureño de la Construcción, detalladas en la Sección 3.1.6 Instituto Americano para Construcción de Acero (AISC) conforme al Método ASD-89 y la Sociedad Americana de Soldadura (AWS).

Combinación de Cargas Aplicadas

- DL+LL
- DL+LR
- DL+0.75LL+0.75LR
- DL+WX
- DL-WX
- DL+WZ
- DL-WX
- DL+0.7EX
- DL-0.7EX
- DL+0.7EZ
- DL-0.7EZ
- 0.6DL+WX

- 0.6DL-WX
- 0.6DL+WZ
- 0.6DL-WZ
- DL+0.75WX+0.75LL+0.75LR
- DL-0.75WX+0.75LL+0.75LR
- DL+0.75WZ+0.75LL+0.75LR
- DL-0.75WZ+0.75LL+0.75LR
- DL+0.525EX+0.75LL+0.75LR
- DL-0.525EX+0.75LL+0.75LR
- DL+0.525EZ+0.75LL+0.75LR
- DL-0.525EZ+0.75LL+0.75LR
- DL+LL+LR
- DL+LL+WX
- DL+LL-WX
- DL+LL+WZ
- DL+LL-WZ
- DL+LL+EX
- DL+LL-EX
- DL+LL+EZ
- DL+LL-EZ

5.3.8. MODELO DE ANÁLISIS TEATRO

El modelo de análisis de la estructura del Teatro y Anfiteatro se realiza en STAAD. Pro V81. En estos modelos se considera la acción y aplicación de las cargas desplegadas anteriormente.

Código de Diseño AISC ASD-89

Datos de Materiales

F'c: 27.50 MPa (4000 PSI)

Fy: 413.7 MPa (60000 PSI)

Peso Propio: 139.55 Ton

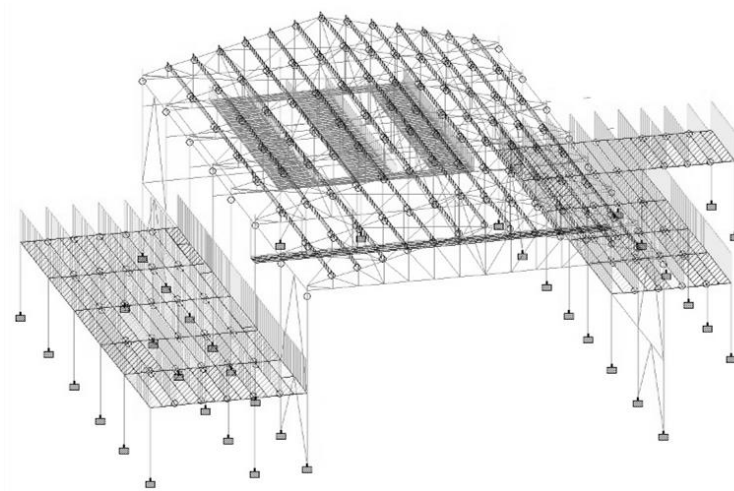


Ilustración 41-Aplicación de Carga de Peso Propio Staad

Fuente: Propia.

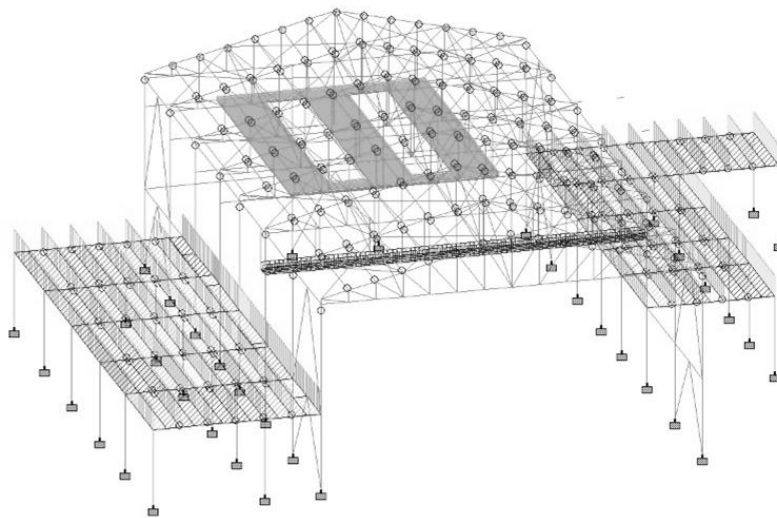


Ilustración 42-Aplicación de Carga Viva Staad

Fuente: Propia.

Las ilustraciones dispuestas muestran la aplicación de las cargas muertas, vivas y las cargas vivas de techo aplicado por separado.

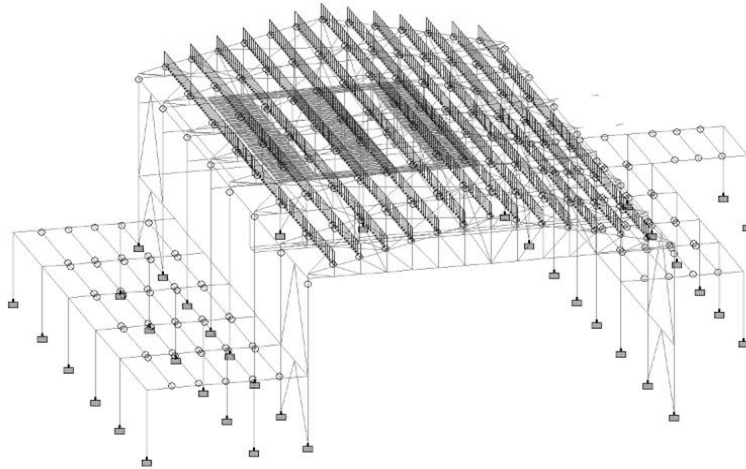


Ilustración 43- Aplicación de Carga de Techo Staad

Fuente: Propia.

5.4. CÁLCULO DE LA ESTRUCTURA DEL TEATRO

En la siguiente sección se describen los resultados obtenidos mediante el análisis estructural de las cargas y la estructura del Teatro de la Plaza de la Cultura. Todos los elementos fueron diseñados bajo el lineamiento del AISC – ASD-89 empleando acero estructural A-572 G-50 conforme a los incisos 3.1.6 CHOC-08 para el sistema de marco rígido.

En losas de entrepiso, y refuerzo en pedestales se utiliza varillas corrugadas de Grado G-60, 413.7 MPa (60000 PSI), y concreto 27.50 MPa (4000 PSI), de acuerdo con el inciso al 2.3.5.6.1 (a) del CHOC-08.

CHOC-08 Capítulo 2.9.5 Control de Deflexiones

2.9.5.1 Los miembros de concreto reforzados sujetos a flexión deberán diseñarse para que tengan una rigidez adecuada para limitar las deflexiones o cualquier deformación que afecte adversamente la resistencia o funcionamiento de la estructura.

2.9.5.2 Construcciones en una dirección (no preesforzadas)

2.9.5.2.1 Los espesores mínimos estipulados en la tabla: 9.5-a deberán aplicarse a construcciones en una dirección que no soporten o estén ligadas a paredes u otras construcciones que posiblemente sean dañadas por grandes deflexiones, a menos que cálculos de deflexiones indiquen que espesores menores se pueden usar sin efectos adversos.

Tabla 2.9.5-a Espesores mínimos h para vigas o losas en una dirección de acuerdo con 2.9.5.2. 1^a

Tipo de Miembro	Simplemente apoyado	Un extremo continuo	Ambos extremos continuos	Voladizo
Losas sólidas en una dirección	L/20	L/24	L/28	L/10
Vigas o losas nervadas en una dirección	L/16	L/18.5	L/21	L/8

Fuente: Control de Deflexiones Capítulo 2.9.4, CHOC-08, pág. 2-44.

CHOC-08 Capítulo 2.7.7 Recubrimiento

Conforme lo indica el Capítulo 2.7.7, Protección de concreto para el refuerzo, el ítem 2.7.7.1 (c) sugiere que para el concreto no expuesto a la intemperie o en contacto con el terreno de losas, muros, nervaduras:

Barras No. 14 y No.18 utilizan 0.04 m (1.5 in) de recubrimiento.

Barras No. 11 y menores utilizan 0.02 m (1 in) de recubrimiento.

Diseño de Acero de Refuerzo para Losa Entrepiso del Teatro

Claro de 1.92 m=6.30 ft

Espesor de Losa (h)= L/20. Por tanto, 1.92 m/20= 0.096 m= 0.1 m (4 in).

F'c= 20.7 MPa (3000 PSI)

Peso Propio: $\frac{4}{12} (150 \frac{lb}{ft^3})$: 50.00 lb/ft²

Carga Viva: 500 kg/m²: 102.2 lb/ft²

$$WU=1.4*50 + 1.7*102.2= 243.74 \text{ lb/ ft}^2$$

$$Mu: \frac{Wu * l^2}{8} = \frac{243.7 * 6.23^2}{8} = 1,182.33 \text{ lb-ft} = 14.20 \text{ kp-in}$$

$$Mu = \phi Mn$$

$$14.20 = 0.9 * \rho * f_y * b * d^2 * \left(1 - \frac{0.59 * \rho * f_y}{f_c}\right)$$

$$14.20 = 0.9 * \rho * 60 * 12 * 3^2 * \left(1 - \frac{0.59 * \rho * 60}{3}\right)$$

$$\rho = 0.0025$$

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

$$A_s = 0.0025 * 12 * 3 = 0.09 \text{ in}^2$$

Cantidad de Barras (Acero Principal)

$$\frac{A_{barra*b}}{A_s} = \frac{0.11*12}{0.09} = 5.16'' = 37.25 \text{ cm}; \text{ No. 3 @ 0.35 m}$$

Cantidad de Barras (Acero de Temperatura)

Si f_y : 60 KSI; entonces $\rho_{temp} = 0.0018$

Si f_y : 40 KSI; entonces $\rho_{temp} = 0.0020$

$$A_{S_{temp}} = \rho * e * b$$

$$A_{S_{temp}} = 0.0018 * 4 * 12 = 0.09 \text{ in}^2$$

$$\frac{A_{barra*b}}{A_s} = \frac{0.11*12}{0.09} = 14.7'' = 37.25 \text{ cm}; \text{ No. 3 @ 0.35 m}$$

Diseño en Acero A-572 G-50 Método ASD-89 (Columnas)

Revisión Columna W12x45 (CT-1)

El diseño estructural de las columnas del teatro muestra la utilización de perfiles W12x79 con altura de 10.95 m. Se decide agregar cuatro columnas en la parte posterior para mejorar el desempeño de la estructura y considerar la conexión que tendrán los tubos estructurales con la tramoya. La nomenclatura C1 corresponde a la columna W12x45.

Para la selección de columnas se obtiene en base a las cargas un perfil de W12x45 y vigas principales W12x40. Por otro lado, el peso propio del Teatro equivale a 281.11 Ton. V. Ilustración 39.

Revisión Desplazamiento Lateral de Piso

Según el inciso 1.3.5.8 del CHOC-08, los desplazamientos laterales no deberán exceder $0.04/RW$ o bien $0.005 \times$ altura de piso para estructuras que tienen un período fundamental menor que 0.7 segundos. Considerar Carga sísmica EX.

Realizar el siguiente cálculo $0.005 \times 4.45 \text{ m} = 0.02225 \text{ m}$ (22.25 mm). Para el miembro 151, del modelo en Staad, el desplazamiento máximo resultante en EX es de 0.043 mm. Por lo tanto, permanece dentro del rango de aceptación.

Revisión Deflexión Permisible Máxima para Miembros Estructurales

Según la Tabla 1.1.8-1 del CHOC-08, las deflexiones permisibles para miembros de techo o piso no deben exceder el claro o altura/240. Considerar combinación DL+LL.

$4.45 \text{ m}/240 = 0.01854 \text{ m}$ (18.54 mm).

Revisión Limitación de la Relación de Esbeltez (Kl/r) AISC ASD-89

De acuerdo con Limitación de las Relaciones de Esbeltez en el inciso 3.2.7 del CHOC-08, para miembros cuyo diseño está basado en fuerza de compresión, la relación de esbeltez Kl/r preferiblemente no debe exceder de 200. Para miembros basados en fuerzas de tensión no debe exceder de 300.

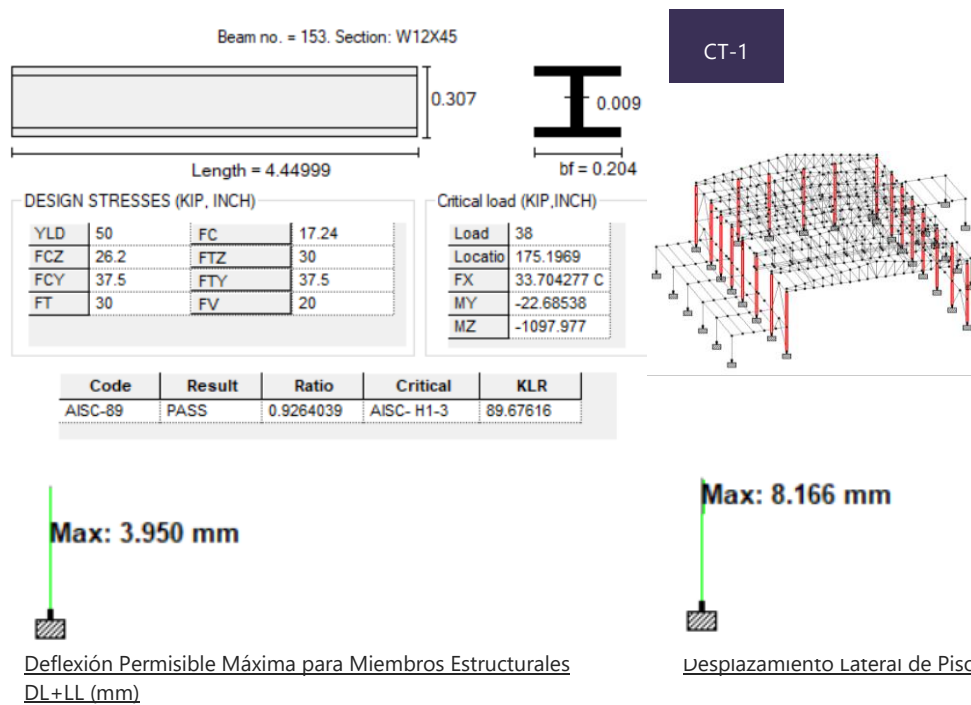


Ilustración 44-Diseño de Columnas para el Teatro W12x45 (CT-1)

Fuente: Propia.

Se concluye con la Ilustración 44 que el desplazamiento lateral de piso y deflexión del miembro 153 en el Teatro permanecen dentro del rango admisible cumpliendo con el inciso 1.3.5.8 y la Tabla 1.1.8-1 del CHOC-08.

De la misma manera, usar un perfil W12x45 es aceptable según el inciso 3.2.7 en el cual se presenta una Kl/r de 89.67 siendo menor a 200, y analizado bajo esfuerzos en compresión con la cláusula AISC -H1-3 como los más críticos. La relación de esfuerzo del elemento es 92.64%.

Revisión Columna W12x50 (CT-2)

Revisión Desplazamiento Lateral de Piso

La nomenclatura CT-2 corresponde a la columna W12x50. Según el inciso 1.3.5.8 del CHOC-08, los desplazamientos laterales no deberán exceder $0.04/RW$ o bien $0.005 \times$ altura de piso para estructuras que tienen un período fundamental menor que 0.70 segundos. Considerar Carga sísmica EX.

$$0.005 \times 4.45 \text{ m} = 0.022 \text{ m} (22.25 \text{ mm})$$

Revisión Deflexión Permissible Máxima para Miembros Estructurales

Según la Tabla 1.1.8-1 del CHOC-08, las deflexiones permisibles para miembros de techo o piso no deben exceder el claro o altura/240. Considerar combinación DL+LL.

$$4.45 \text{ m}/240 = 0.018 \text{ m (18.54 mm)}$$

Revisión Limitación de la Relación de Esbeltez (Kl/r) AISC ASD-89

De acuerdo con Limitación de las Relaciones de Esbeltez en el inciso 3.2.7 del CHOC-08, para miembros cuyo diseño está basado en fuerza de compresión, la relación de esbeltez Kl/r preferiblemente no debe exceder de 200 para miembros en compresión. Para miembros basados en fuerzas de tensión no debe exceder de 300. Para revisión de la columna W12x50, V. Ilustración 45.

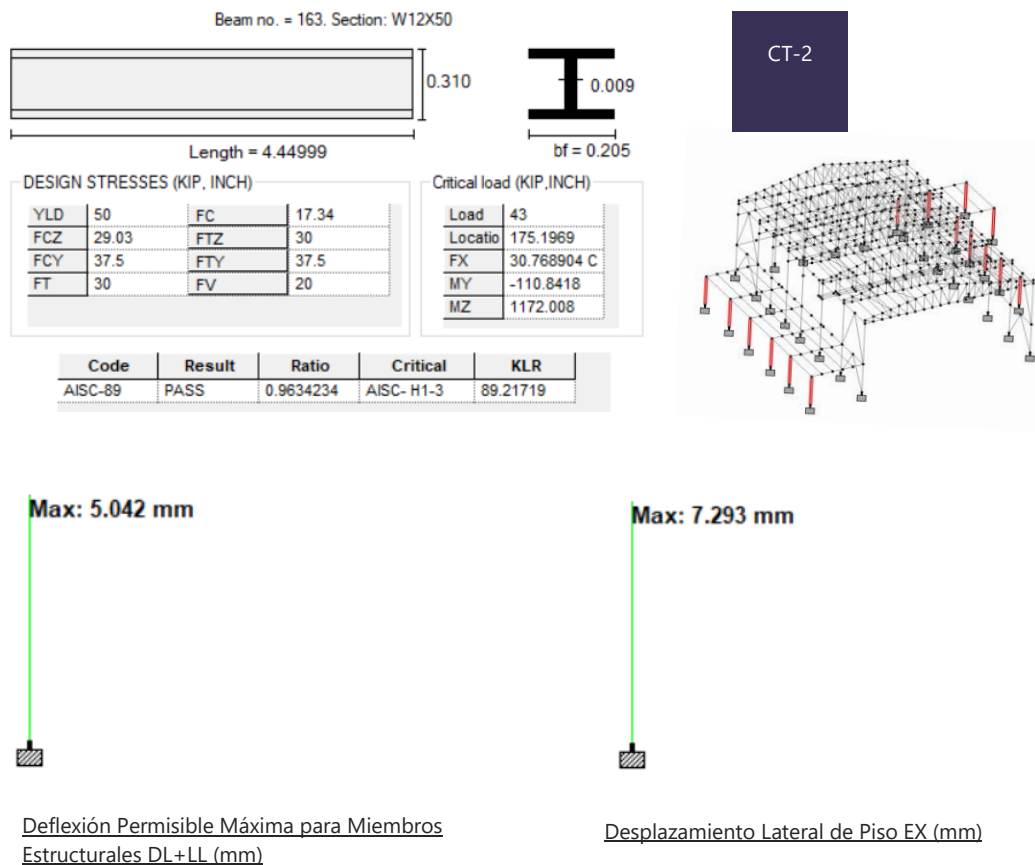


Ilustración 45-Diseño de Columnas para el Teatro W12x50 (CT-2)

Fuente: Propia.

Se concluye en la 4

con la que el desplazamiento lateral de piso y deflexión del miembro 164 en el Teatro permanecen dentro del rango admisible cumpliendo con el inciso 1.3.5.8 y la Tabla 1.1.8-1 del CHOC-08.

De la misma manera, usar un perfil W12x50 es aceptable según el inciso 3.2.7 en el cual se presenta una Kl/r de 89.27 siendo menor a 200, y analizado bajo esfuerzos de compresión con la cláusula AISC –H1-3 como los más críticos. La relación de esfuerzo del elemento es 96.34%.

Revisión Arriostre AP (HSST 5x5x3/16")

El diseño estructural de los arriostres cuenta con una forma de "V" invertida, fue necesario aplicar los arriostres entre las columnas por la fuerza extraordinaria que es aplicada por la carga de la tramoya. Lo que resulta en la utilización de un tubo estructural de HSST 5x5x3/16 pulgadas. La nomenclatura AP indica Arriostre Pared.

Revisión Desplazamiento Lateral de Piso

Según el inciso 1.3.5.8 del CHOC-08, los desplazamientos laterales no deberán exceder $0.04/RW$ o bien $0.005 \times$ altura de piso para estructuras que tienen un período fundamental menor que 0.70 segundos. Considerar Carga sísmica EX.

$$0.005 \times 7.13 \text{ m} = 0.035 \text{ m} (35.65 \text{ mm})$$

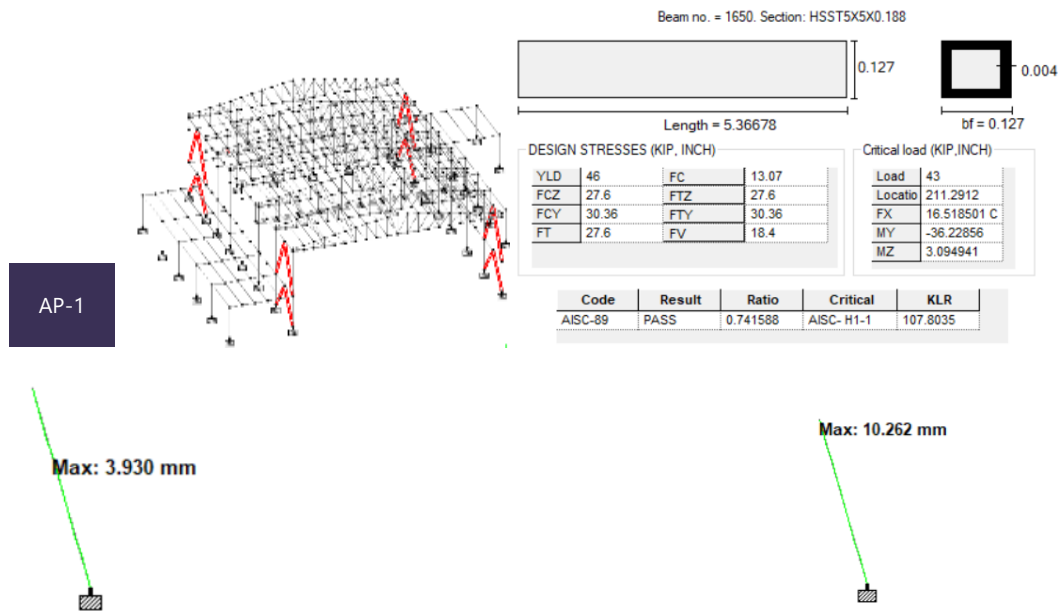
Revisión Deflexión Permisible Máxima para Miembros Estructurales

Según la Tabla 1.1.8-1 del CHOC-08, las deflexiones permisibles para miembros de techo o piso no deben exceder el claro o altura/240. Considerar combinación DL+LL.

$$7.13 \text{ m}/240 = 0.029 \text{ m} (29.7 \text{ mm}).$$

Revisión Limitación de la Relación de Esbeltez (Kl/r) AISC ASD-89.

De acuerdo con Limitación de las Relaciones de Esbeltez en el inciso 3.2.7 del CHOC-08, para miembros cuyo diseño está basado en fuerza de compresión, la relación de esbeltez Kl/r preferiblemente no debe exceder de 200. Para miembros basados en fuerzas de tensión no debe exceder de 300. Para revisión del tubo HSST 5x5x3/16". V.



Deflexión Permissible Máxima para Miembros Estructurales DL+LL (mm)

Deflexión Desplazamiento Lateral EX (mm)

Ilustración 46-Diseño Estructural de los Arriostres Laterales para el Teatro

Fuente: Propia.

Se concluye en que el desplazamiento lateral de piso y deflexión del miembro 1682 en el Teatro permanecen dentro del rango admisible cumpliendo con el inciso 1.3.5.8 y la Tabla 1.1.8-1 del CHOC-08.

De la misma manera, usar un tubo estructural HSST 5x5x3/16" es aceptable según el inciso 3.2.7 en el cual se presenta una Kl/r de 143.38 siendo menor a 200, y analizado bajo esfuerzos compresivos con la cláusula AISC -H1-1 como los más críticos. La relación de esfuerzo del elemento es 63.87%.

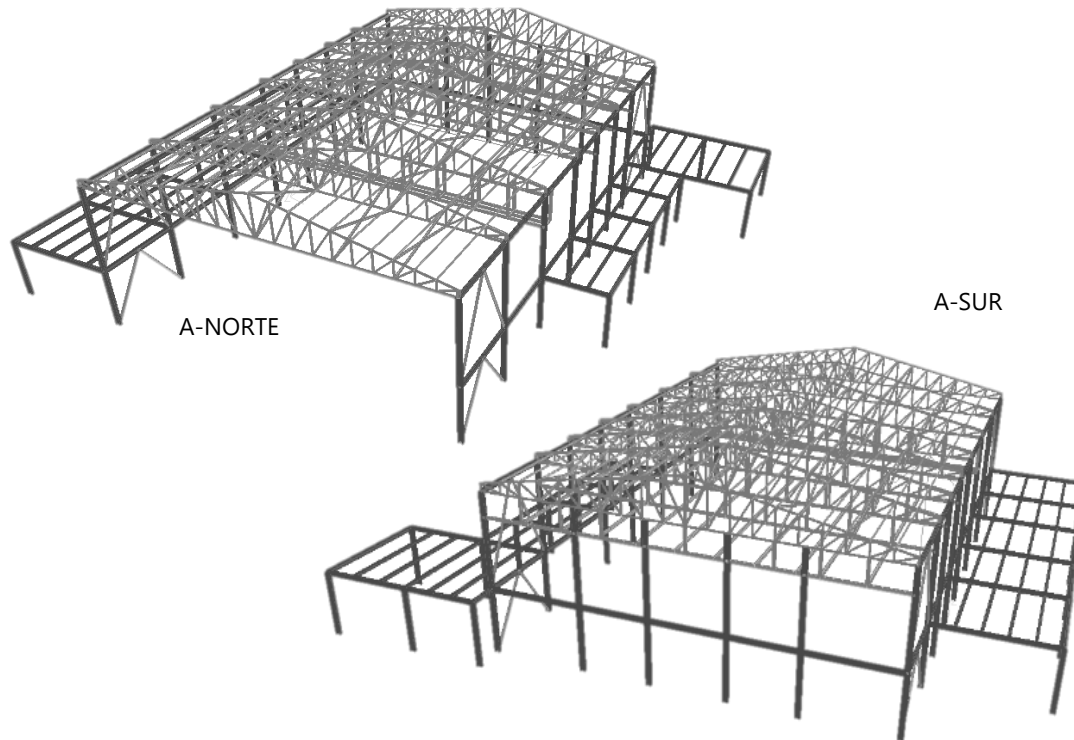


Ilustración 47-Render Staad Ala Sur y Norte del Teatro

Fuente: Propia.

Diseño en Acero Método ASD-89 Vigas (V1, V1-n, V2 y V3)

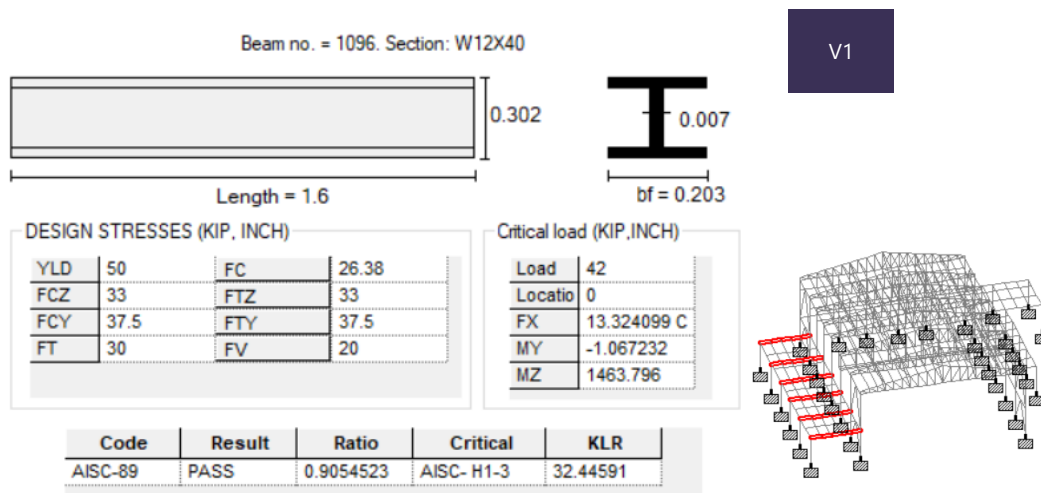
Revisión Viga Primaria W12x40 (V1)

Revisión Deflexión Permisible Máxima para Miembros Estructurales

La nomenclatura V1 corresponde a la columna W12x40. Según la Tabla 1.1.8-1 del CHOC-08, las deflexiones permisibles para miembros de techo o piso no deben exceder el claro o altura/240. Considerar combinación DL+LL.

Revisión Limitación de la Relación de Esbeltez (Kl/r) AISC ASD-89

De acuerdo con Limitación de las Relaciones de Esbeltez en el inciso 3.2.7 del CHOC-08, para miembros cuyo diseño está basado en fuerza de compresión, la relación de esbeltez Kl/r preferiblemente no debe exceder de 200. Para miembros basados en fuerzas de tensión no debe exceder de 300. Para revisión de la viga W12x40, V. Ilustración 47.



Max: 13.353 mm

Max: 8.150 mm

Deflexión Permissible Máxima para Miembros Estructurales DL+LL (mm)

Desplazamiento Lateral de Piso EX (mm)

Ilustración 48-Revisión Viga Principal V1 W12x40 del Teatro

Fuente: Propia.

Se concluye en que la deflexión de la viga 1096 en el Teatro permanece dentro del rango admisible cumpliendo con el inciso 1.3.5.8 y la Tabla 1.1.8-1 del CHOC-08.

De la misma manera, usar una viga W12x40 es aceptable según el inciso 3.2.7 en el cual se presenta una Kl/r de 32.44 siendo menor a 200, y analizado bajo esfuerzos compresivos con la cláusula AISC –H1-3 como los más críticos. La relación de esfuerzo del elemento es 90.05%.

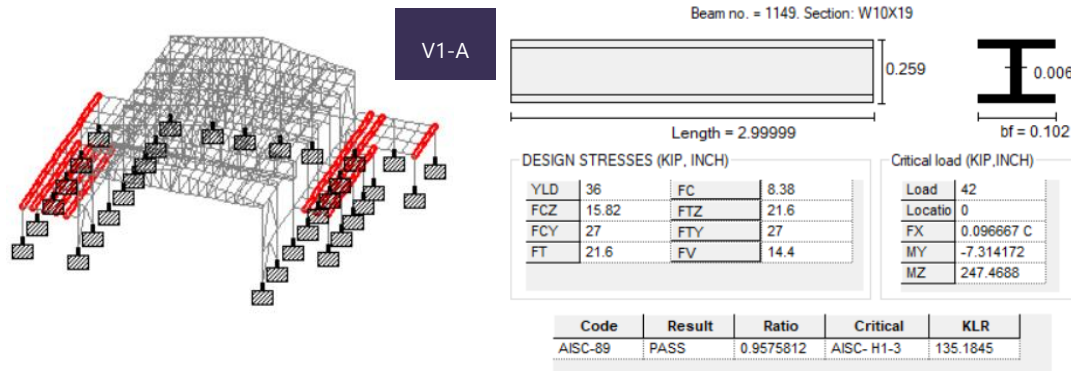
Revisión Viga Secundaria W10x19 (V1-A)

Revisión Deflexión Permissible Máxima para Miembros Estructurales

La nomenclatura V1-A corresponde a la columna W10x19. Según la Tabla 1.1.8-1 del CHOC-08, las deflexiones permisibles para miembros de techo o piso no deben exceder el claro o altura/240. Considerar combinación DL+LL.

Revisión Limitación de la Relación de Esbeltez (Kl/r) AISC ASD-89

De acuerdo con Limitación de las Relaciones de Esbeltez en el inciso 3.2.7 del CHOC-08, para miembros cuyo diseño está basado en fuerza de compresión, la relación de esbeltez Kl/r preferiblemente no debe exceder de 200. Para miembros basados en fuerzas de tensión no debe exceder de 300. Para revisión de la viga W10x19, V. Ilustración 49.



Max: 16.454 mm

Deflexión Permisible Máxima para Miembros Estructurales DL+LL (mm)

Max: 11.288 mm

Desplazamiento Lateral de Piso EX (mm)

Ilustración 49-Revisión Viga Secundaria V1-A W10x19 para el Teatro

Fuente: Propia.

Se concluye en que la deflexión del miembro 1149 en el Teatro permanece dentro del rango admisible cumpliendo con el inciso 1.3.5.8 y la Tabla 1.1.8-1 del CHOC-08.

De la misma manera, usar una viga W10x19 es aceptable según el inciso 3.2.7 en el cual se presenta una Kl/r de 135.18 siendo menor a 200, y analizado bajo esfuerzos compresivos con la cláusula AISC –H2-1 como los más críticos. La relación de esfuerzo del elemento es 95.75%.

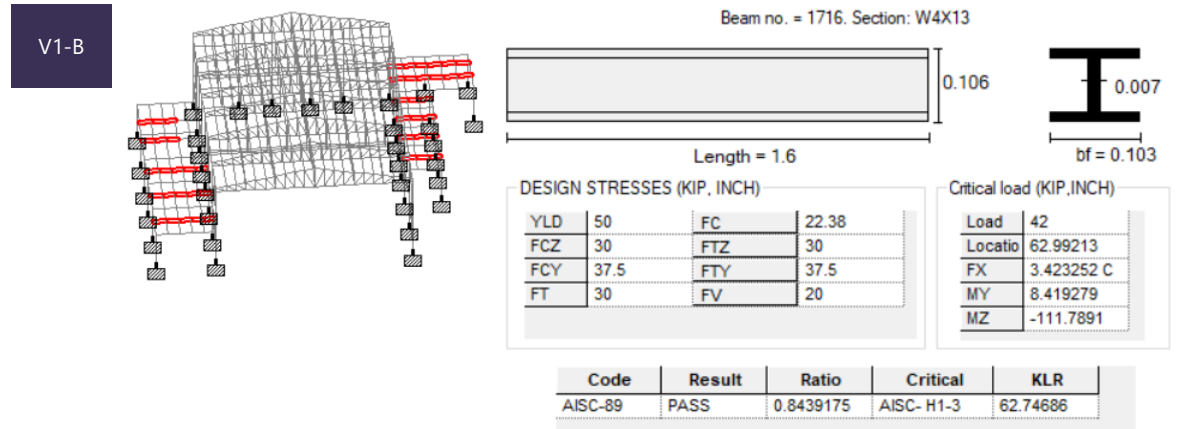
Revisión Viga Secundaria W4x13 (V1-B)

Revisión Deflexión Permisible Máxima para Miembros Estructurales

La nomenclatura V1-B corresponde a la columna W4x13. Según la Tabla 1.1.8-1 del CHOC-08, las deflexiones permisibles para miembros de techo o piso no deben exceder el claro o altura/240. Considerar combinación DL+LL.

Revisión Limitación de la Relación de Esbeltez (Kl/r) AISC ASD-89

De acuerdo con Limitación de las Relaciones de Esbeltez en el inciso 3.2.7 del CHOC-08, para miembros cuyo diseño está basado en fuerza de compresión, la relación de esbeltez Kl/r preferiblemente no debe exceder de 200. Para miembros basados en fuerzas de tensión no debe exceder de 300. Para revisión de la viga W4x13, V. Ilustración 49.



Max: 29.127 mm

Deflexión Permissible Máxima para Miembros Estructurales DL+LL (mm)

Max: 8.127 mm

Desplazamiento Lateral de Piso EX (mm)

Ilustración 50-Revisión Viga Secundaria V1-B W4x13 para el Teatro

Fuente: Propia.

Se concluye en que la deflexión del miembro 1716 en el Teatro permanece dentro del rango admisible cumpliendo con el inciso 1.3.5.8 y la Tabla 1.1.8-1 del CHOC-08.

De la misma manera, usar una viga W4x13 es aceptable según el inciso 3.2.7 en el cual se presenta una Kl/r de 62.74 siendo menor a 200, y analizado bajo esfuerzos compresivos con la cláusula AISC –H1-3 como los más críticos. La relación de esfuerzo del elemento es 84.39%.

Ubicación Vigas Secundarias (V1-C, V1-D, y V1-E)

La nomenclatura V1-C corresponde a la columna W8x31. La nomenclatura V1-D corresponde a la columna W12x22. La nomenclatura V1-E corresponde a la columna W10x22. En esta sección se muestra la ubicación de las vigas secundarias correspondientes a las áreas auxiliares. De forma resumida, las revisiones se muestran en la Tabla 26.

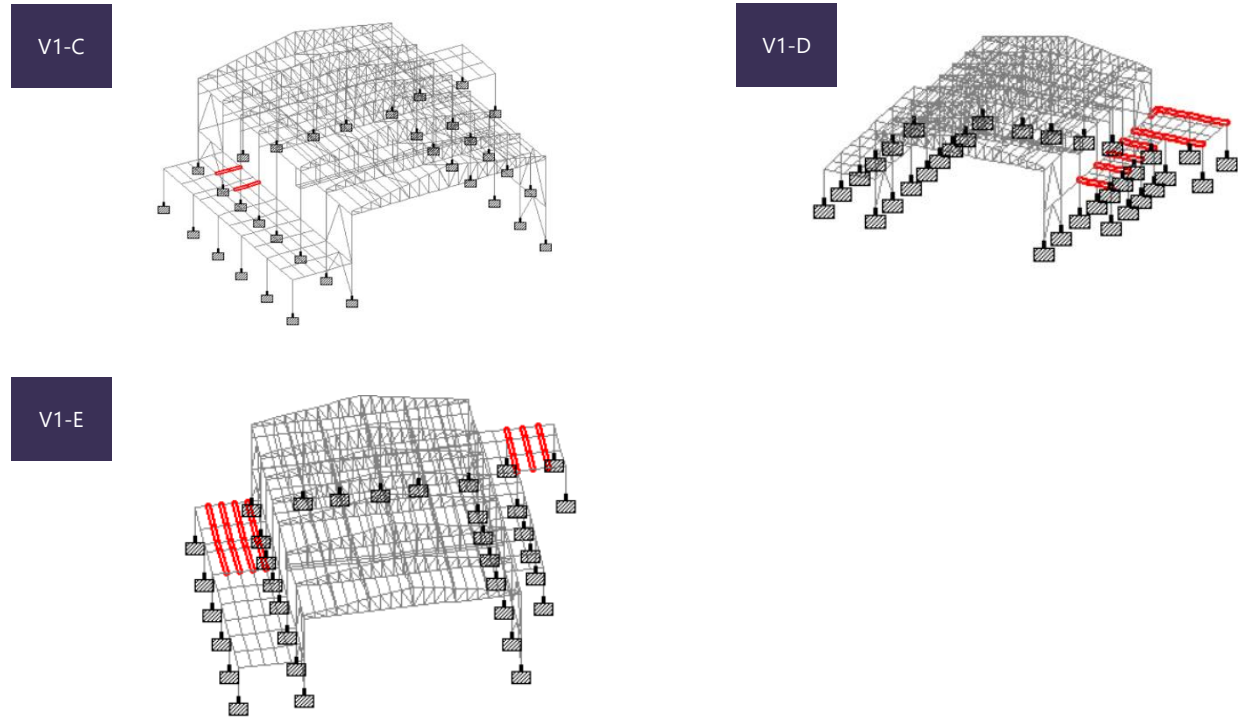


Ilustración 51-Ubicación Viga Secundaria V1-C, V1-D, y V1-D para el Teatro

Fuente: Propia.

Revisión Viga Arriostre W8x18 (V3)

Revisión Deflexión Permisible Máxima para Miembros Estructurales

Según la Tabla 1.1.8-1 del CHOC-08, las deflexiones permisibles para miembros de techo o piso no deben exceder el claro o altura/240. Considerar combinación DL+LL.

$$6.00 \text{ m}/240 = 0.025 \text{ m (25.00 mm)}$$

Revisión Limitación de la Relación de Esbeltez (KI/r) AISC ASD-89

De acuerdo con Limitación de las Relaciones de Esbeltez en el inciso 3.2.7 del CHOC-08, para miembros cuyo diseño está basado en fuerza de compresión, la relación de esbeltez KI/r preferiblemente no debe exceder de 200.

Para miembros basados en fuerzas de tensión no debe exceder de 300. La deflexión del miembro 1687 en el Teatro permanece dentro del rango admisible cumpliendo con el inciso 1.3.5.8 y la Tabla 1.1.8-1 del CHOC-08.

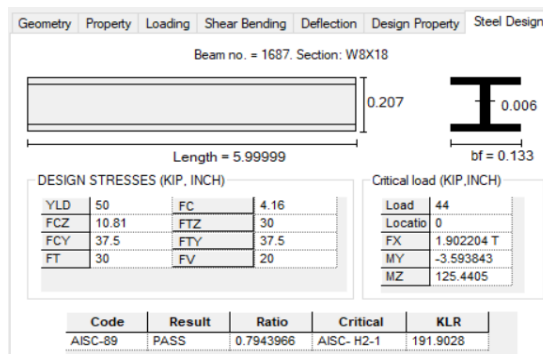
De la misma manera, usar una viga W8x18 es aceptable según el inciso 3.2.7 en el cual se presenta una KI/r de 191.90 siendo menor a 200, y analizado bajo esfuerzos flexionantes con la cláusula AISC - H2-1 como los más críticos. La relación de esfuerzo del elemento es 79.43%.

Max: 34.423 mm

Desplazamiento Lateral de Piso EX

Max: 6.404 mm

Deflexión Permisible Máxima para Miembros Estructurales DL+LL (mm)



V3

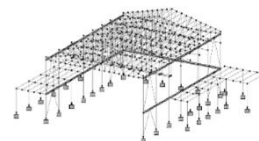


Ilustración 52- Vigas de Arriostres V3 W8x18 para las Vigas del Teatro

Fuente: Propia.

Diseño en Acero Método ASD-89 Techo y Tramoya

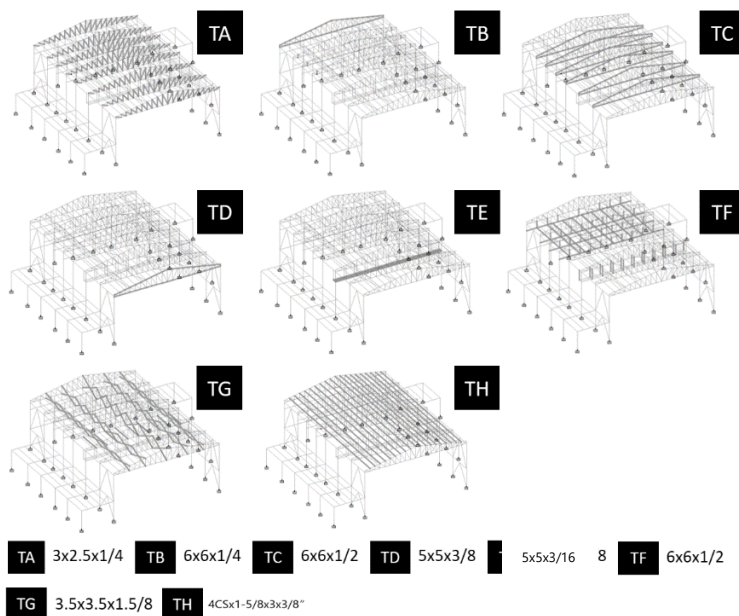


Ilustración 53- Nomenclatura para HSST de Tramoya y Techo en el Teatro

Fuente: Propia.

La Ilustración 53 denotan los elementos que conforman la tijera en unidades de pulgadas. El diseño estructural de la Tijera Tipo Warren fue definido por parámetros arquitectónicos.

Por efectos constructivos se editó su sección para mejorar la eficiencia en la transferencia de cargas.

Revisión HSST 3x2.5x1/4" (TA)

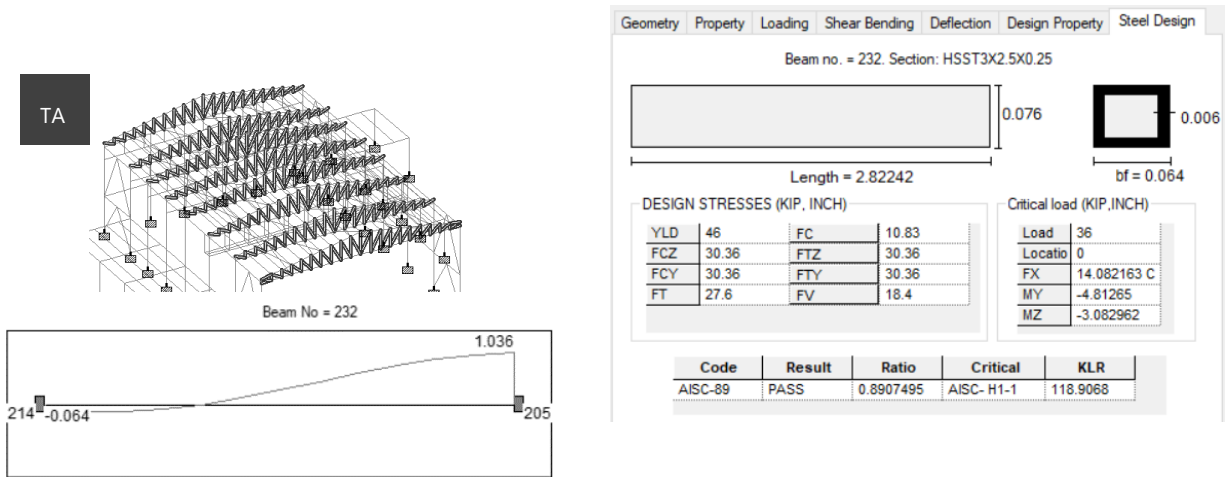
Revisión Deflexión Permisible Máxima para Miembros Estructurales

Según la Tabla 1.1.8-1 del CHOC-08, las deflexiones permisibles para miembros de techo o piso no deben exceder el claro o altura/240. Considerar combinación DL+LL.

$$2.80 \text{ m}/240 = 0.0116 \text{ m (11.66 mm)}$$

Revisión Limitación de la Relación de Esbeltez (Kl/r) AISC ASD-89

De acuerdo con Limitación de las Relaciones de Esbeltez en el inciso 3.2.7 del CHOC-08, para miembros cuyo diseño está basado en fuerza de compresión, la relación de esbeltez Kl/r preferiblemente no debe exceder de 200. Para miembros basados en fuerzas de tensión no debe exceder de 300.



Deflexión Permisible Máxima para Miembros Estructurales DL+LL (mm)

Ilustración 54-Revisión HSST 3x2.5x1/2" para miembros internos de la Tijera Warren

Fuente: Propia.

La deflexión del miembro interno 232 para armadura Tipo Warren permanecen dentro del rango admisible cumpliendo con el inciso 1.3.5.8 y la Tabla 1.1.8-1 del CHOC-08. De la misma manera, usar un tubo HSST 3x2.5x1/2" es aceptable según el inciso 3.2.7 en el cual se presenta una Kl/r de 118.90 siendo menor a 200, y analizado bajo esfuerzos compresivos con la cláusula AISC - H1-1 como el más crítico. La relación de esfuerzo del elemento es 89.07%.

Por otro lado, se propone una conexión entre la armadura y columna del Teatro. La Ilustración 55 idealiza esquemáticamente el enlace que tienen los miembros que conforman el techo y la tijera del Teatro.

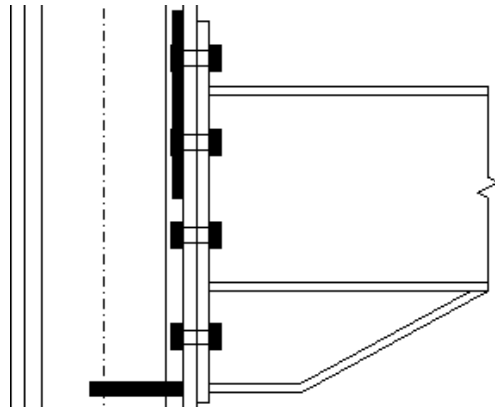


Ilustración 55- Esquema Conexión Simple Apoyada Tijera y Columna

Fuente: Truss Connection – Weld, 2010.

Revisión HSST 6x6x1/2" Tramoya (TF)

El diseño de la tramoya por su complejidad representa un reto adicional a la estructuración del sistema de soporte del teatro. Las cargas aplicadas se basan en el peso de los telones y las escenografías que se suspenden con los elementos provistos en teoría del Manual JR Clancy. Se utiliza un tubo estructural HSST 6x6x1/2" de pulgadas para el soporte de las poleas que se conectan con las estructuras debajo del escenario.

Revisión Deflexión Permisible Máxima para Miembros Estructurales

Según la Tabla 1.1.8-1 del CHOC-08, las deflexiones permisibles para miembros de techo o piso no deben exceder el claro o altura/240. Considerar combinación DL+LL.

$$5.90 \text{ m}/240 = 0.0245 \text{ m (24.58 mm)}$$

Revisión Limitación de la Relación de Esbeltez (Kl/r) AISC ASD-89

De acuerdo con Limitación de las Relaciones de Esbeltez en el inciso 3.2.7 del CHOC-08, para miembros cuyo diseño está basado en fuerza de compresión, la relación de esbeltez Kl/r preferiblemente no debe exceder de 200. Para miembros basados en fuerzas de tensión no debe exceder de 300. La tramoya no depende de parámetro alguno para ser diseñado. Por tanto, se propone una estructura de tubos conectadas a los nodos de la cuerda inferior de la tijera.

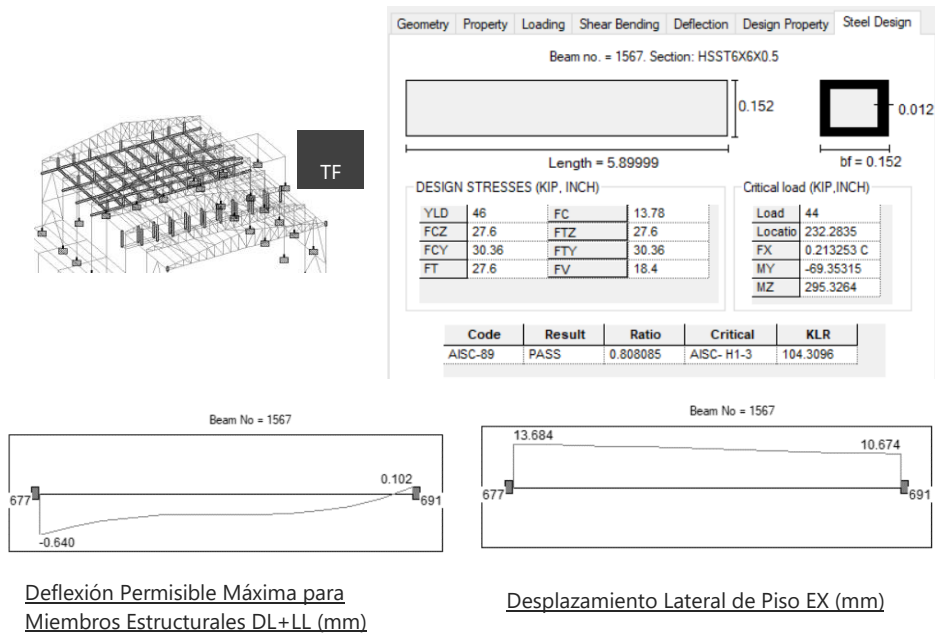


Ilustración 56- Revisión HSST 6x6x1/2" para miembros de la Tramoya

Fuente: Propia.

La deflexión del miembro 1567 dentro de la tramoya permanece fuera del rango admisible del inciso 1.3.5.8 y la Tabla 1.1.8-1 del CHOC-08. Por otro lado, usar un tubo HSST 6x6x1/2" es aceptable según el inciso 3.2.7 en el cual se presenta una Kl/r de 104.30 siendo menor a 200, y analizado bajo esfuerzos flexionantes con la cláusula AISC – H1-3 como el más crítico. El elemento es eficiente en un 80.80 %. Considerar el esfuerzo de tensión para diseño de conexión. V. Plano Detalle de Conexión Teatro en la Sección Anexos.

Para un mejor funcionamiento de las tijeras se colocan arriostres en sentido "Z" cruzados, resultando en tubos estructurales HSST 3.5x3.5x3/16 pulgadas con símbolo TG y canaletas dobles de 4CSX1-5/8X3X3/8" que sostienen las láminas.

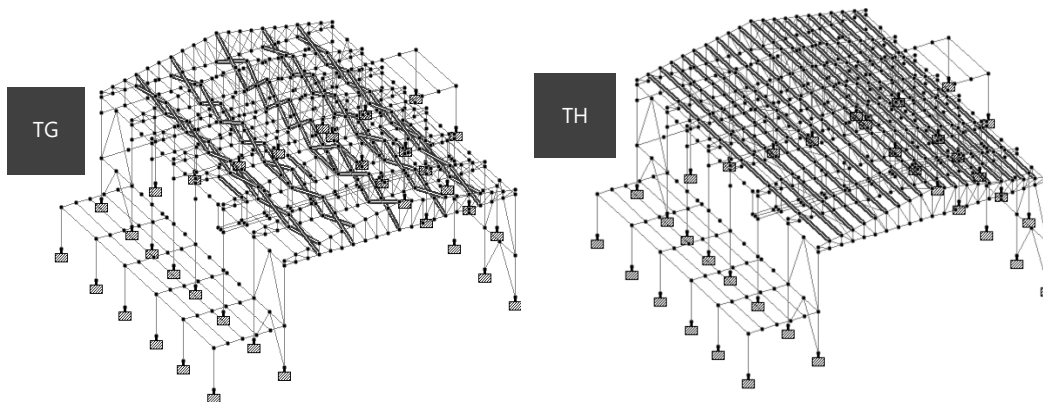


Ilustración 57-Diseño Estructural de los Arriostres de Techo y Canaletas para el Teatro

Fuente: Propia.

Los chaneles doble 4CSx1-5/8x3x3/8" no son diseñados por el programa ya que son elementos de acero elaborados en frío, pero que cumplen su función como miembros que otorgan rigidez.

Revisión HSST 3.5x3.5x3/16" (TG)

Revisión Deflexión Permissible Máxima para Miembros Estructurales

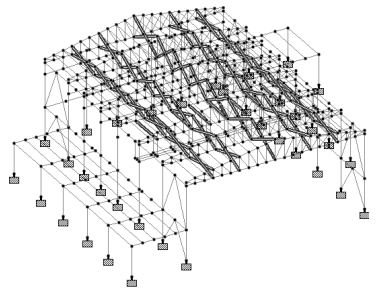
Según la Tabla 1.1.8-1 del CHOC-08, las deflexiones permisibles para miembros de techo o piso no deben exceder el claro o altura/240. Considerar combinación DL+LL.

$$6.03 \text{ m}/240 = 0.0251 \text{ m (25.12 mm)}.$$

Revisión Limitación de la Relación de Esbeltez (Kl/r) AISC ASD-89

De acuerdo con Limitación de las Relaciones de Esbeltez en el inciso 3.2.7 del CHOC-08, para miembros cuyo diseño está basado en fuerza de compresión, la relación de esbeltez Kl/r preferiblemente no debe exceder de 200. Para miembros basados en fuerzas de tensión no debe exceder de 300.

TG



Geometry Property Loading Shear Bending Deflection Design Property Steel Design

Beam no. = 769. Section: HSST3.5X3.5X0.188

Length = 6.03095

0.089

0.004

bf = 0.089

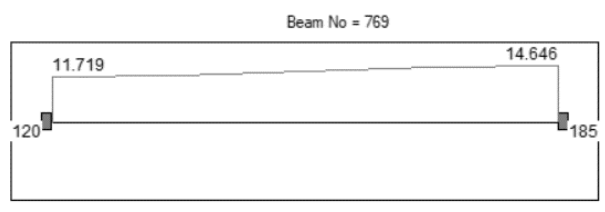
DESIGN STRESSES (KIP, INCH)

YLD	46	FC	4.91
FCZ	27.6	FTZ	27.6
FCY	27.6	FTY	27.6
FT	27.6	FV	18.4

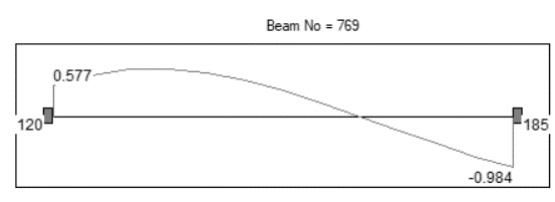
Critical load (KIP, INCH)

Load	43
Locatio	0
FX	4.077501 C
MY	16.17426
MZ	8.032804

Code	Result	Ratio	Critical	KLR
AISC-89	PASS	0.882643	AISC- H1-1	176.5832



Desplazamiento Lateral de Piso EX (mm)



Deflexión Permissible Máxima para Miembros Estructurales DL+LL (mm)

Ilustración 58- Revisión Arriostre 3.5x3.5x3/16" en el Teatro

Fuente: Propia.

La deflexión del miembro 816 dentro de la tramoya permanece dentro del rango admisible del inciso 1.3.5.8 y la Tabla 1.1.8-1 del CHOC-08. De la misma manera, usar un tubo HSST 3.5x3.5x3/16" es aceptable según el inciso 3.2.7 en el cual se presenta una Kl/r de 176.58 siendo menor a 200, y analizado bajo esfuerzos flexionantes con la cláusula AISC – H1-1 como el más crítico. La relación de esfuerzo del elemento es 88.26%.

Revisión HSST 6x6x1/4" (TB)

Revisión Deflexión Permissible Máxima para Miembros Estructurales

Según la Tabla 1.1.8-1 del CHOC-08, las deflexiones permisibles para miembros de techo o piso no deben exceder el claro o altura/240. Considerar combinación DL+LL.

$0.75 \text{ m}/240 = 0.0031 \text{ m} (3.125 \text{ mm}).$

Revisión Limitación de la Relación de Esbeltez (Kl/r) AISC ASD-89

De acuerdo con Limitación de las Relaciones de Esbeltez en el inciso 3.2.7 del CHOC-08, para miembros cuyo diseño está basado en fuerza de compresión, la relación de esbeltez Kl/r preferiblemente no debe exceder de 200. Para miembros basados en fuerzas de tensión no debe exceder de 300.

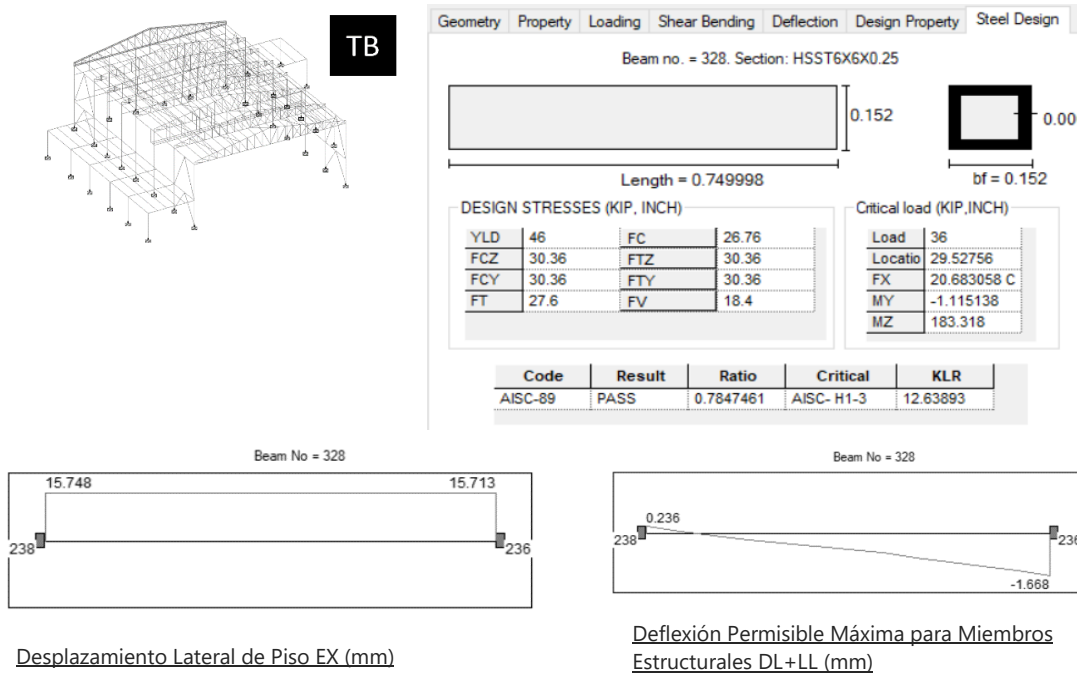
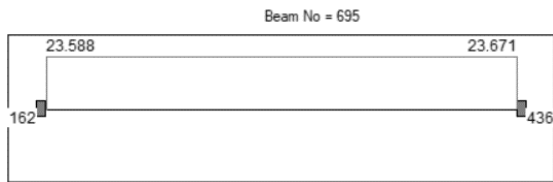
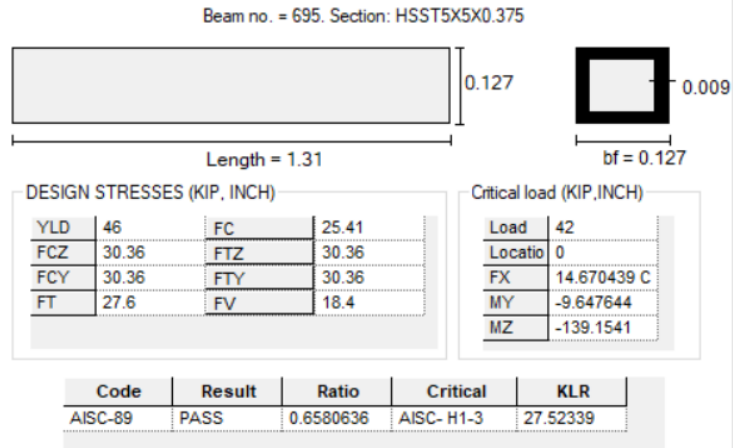
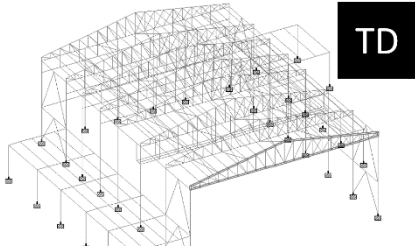


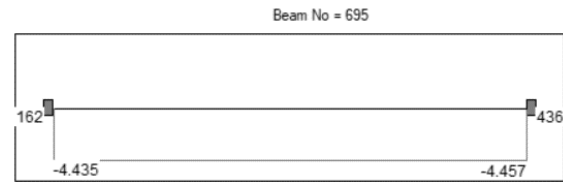
Ilustración 59- Revisión Cuerda Inferior HSST 6x6x1/4" Tijera Warren

Fuente: Propia.

La deflexión del miembro 328 para el pasillo de iluminación permanece fuera del rango admisible del inciso 1.3.5.8 y la Tabla 1.1.8-1 del CHOC-08. Por otro lado, usar un tubo HSST 6x6x1/4" es aceptable según el inciso 3.2.7 en el cual se presenta una Kl/r de 12.63 siendo menor a 200, y analizado bajo esfuerzos de compresión con la cláusula AISC – H1-3 como el más crítico. La relación de esfuerzo del elemento es 78.47%. Para diseño de conexión en este miembro, considerar falla pertinente a esfuerzos en tensión.



Desplazamiento Lateral de Piso EX (mm)



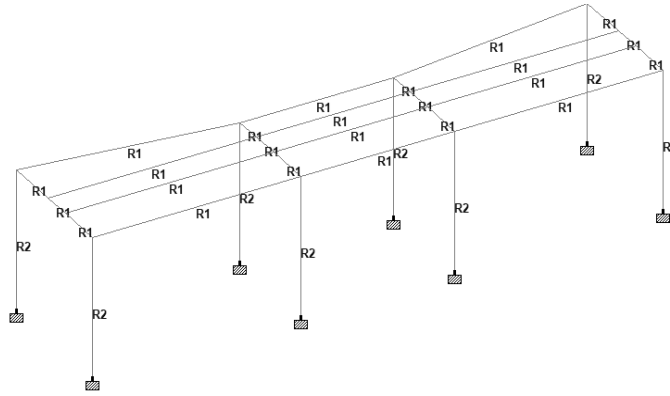
Deflexión Permissible Máxima para Miembros Estructurales DL+LL (mm)

Ilustración 60-Revisión Cuerda Inferior HSST 5x5x3/8" Tijera Warren

Fuente: Propia.

Diseño en Acero Método ASD-89 Cabina de Iluminación y Audio

Revisión Columna W10x39 (CT-3)



```
X DIRECTION : Ta = 0.261 Tb = 0.349 Tuser = 0.000  
C = 2.7500, LOAD FACTOR = 1.000  
UBC TYPE = 94  
UBC FACTOR V = 0.1375 x 26834.45 = 3689.74 KG
```

```
Z DIRECTION : Ta = 0.261 Tb = 0.560 Tuser = 0.000  
C = 2.7500, LOAD FACTOR = 1.000  
UBC TYPE = 94  
UBC FACTOR V = 0.1375 x 26834.45 = 3689.74 KG
```

Ilustración 61-Columnas CT-3, Vigas V2 Cabina de Iluminación y Audio del Teatro

Fuente: Propia.

Los elementos estructurales de la cabina de audio fueron analizados por separado ya que en los modelos no se conectan y trabajan como estructuras independientes. Para la selección de columnas se obtiene en base a las cargas un perfil de W10x39 (C3) y vigas W8x24 (V2). Por otro lado, la fuerza de cortante en la base de la Cabina de Iluminación y Audio equivale a 3.68 Ton. El peso propio del área en cabina de iluminación radica en 26.8 Ton.

Revisión Desplazamiento Lateral de Piso

Según el inciso 1.3.5.8 del CHOC-08, los desplazamientos laterales no deberán exceder $0.04/RW$ o bien $0.005 \times$ altura de piso para estructuras que tienen un período fundamental menor que 0.7 segundos. Considerar Carga sísmica EX.

$$0.005 \times 4.45 \text{ m} = 0.022 \text{ m} (22.25 \text{ mm})$$

Revisión Deflexión Permissible Máxima para Miembros Estructurales

Según la Tabla 1.1.8-1 del CHOC-08, las deflexiones permisibles para miembros de techo o piso no deben exceder el claro o altura/240. Considerar combinación DL+LL.

$4.45 \text{ m}/240 = 0.018 \text{ m}$ (18.5 mm).

Revisión Limitación de la Relación de Esbeltez (Kl/r) AISC ASD-89

De acuerdo con Limitación de las Relaciones de Esbeltez en el inciso 3.2.7 del CHOC-08, para miembros cuyo diseño está basado en fuerza de compresión, la relación de esbeltez Kl/r preferiblemente no debe exceder de 200. Para miembros basados en fuerzas de tensión no debe exceder de 300. Para revisión de columna y viga de la Cabina de Iluminación y Audio, v. Ilustración 62 e Ilustración 63.

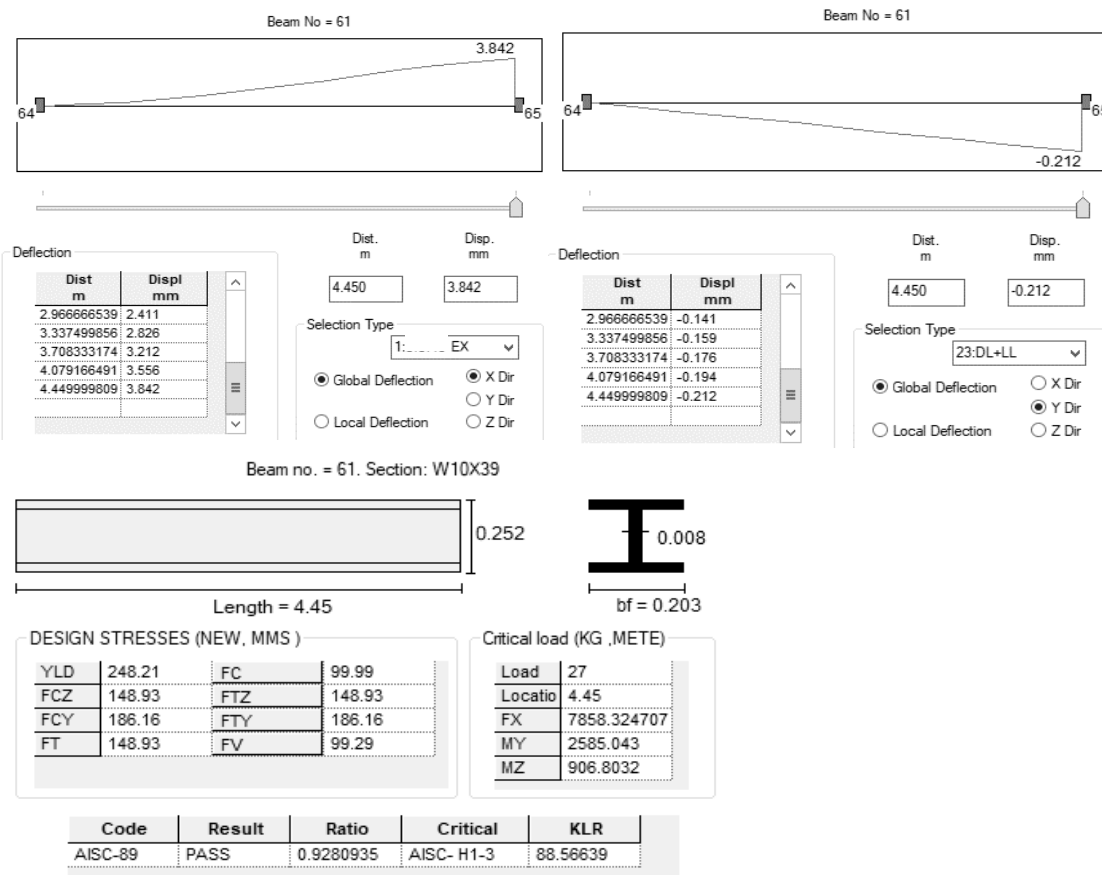


Ilustración 62- Revisión de la Columna 61 (CT-3)

Fuente: Propia.

En la Ilustración 62 se observa que el desplazamiento lateral de piso y deflexión de la Columna 61 en Cabina de Iluminación y Audio del Teatro permanecen dentro del rango admisible cumpliendo con el inciso 1.3.5.8 y la Tabla 1.1.8-1 del CHOC-08. De la misma manera, usar un perfil W10x39 es aceptable según el inciso 3.2.7 en el cual se presenta una Kl/r de 88.56 siendo menor a 200, y analizado bajo esfuerzos compresivos con la cláusula AISC –H1-3 como los más críticos. La relación de esfuerzo del elemento es 92.80%.

Revisión Viga W8x24 (V2)

Revisión Desplazamiento Lateral de Piso

Según el inciso 1.3.5.8 del CHOC-08, los desplazamientos laterales no deberán exceder $0.04/RW$ o bien $0.005 \times$ altura de piso para estructuras que tienen un período fundamental menor que 0.7 segundos. Considerar Carga sísmica EX.

$$0.005 \times 6.77 \text{ m} = 0.03385 \text{ m} (33.85 \text{ mm})$$

Revisión Deflexión Permisible Máxima para Miembros Estructurales

Según la Tabla 1.1.8-1 del CHOC-08, las deflexiones permisibles para miembros de techo o piso no deben exceder el claro o altura/240. Considerar combinación DL+LL.

$$6.77 \text{ m}/240 = 0.028 \text{ m} (28.20 \text{ mm}).$$

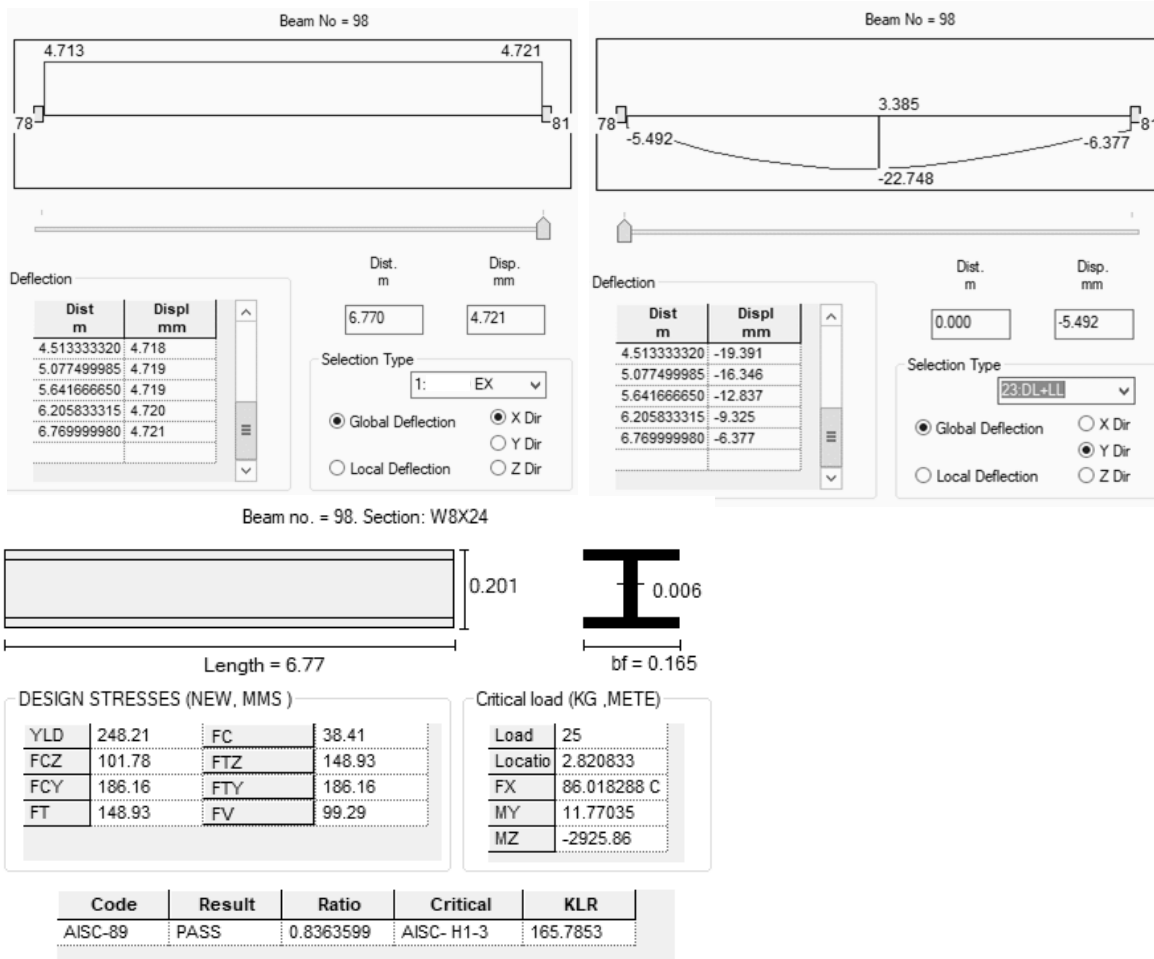


Ilustración 63- Revisión Viga 98 en Cabina de Iluminación y Audio del Teatro

Fuente: Propia.

En la Ilustración 63 se observa que el desplazamiento lateral de piso y deflexión de la Viga 98 en Cabina de Iluminación y Audio del Teatro permanecen dentro del rango admisible cumpliendo con el inciso 1.3.5.8 y la Tabla 1.1.8-1 del CHOC-08.

De la misma manera, usar un perfil W8x24 es aceptable según el inciso 3.2.7 en el cual se presenta una Kl/r de 165.78 siendo menor a 200, y analizado bajo esfuerzos compresivos con la cláusula AISC –H1-3 como los más críticos. La relación de esfuerzo del elemento es 83.63%.

5.5. DISEÑO DE LONGITUD DE DESARROLLO

Disposiciones del Código ACI 12.5 y 12.3

Longitud de Desarrollo con Gancho para Elementos a Flexión

Barra No. 5

$$lhb = \frac{db * 1200}{\sqrt{f'c}}$$
$$lhb = \frac{0.625 * 1200}{\sqrt{4000}}$$
$$lhb = 11.85"$$

Esta longitud es multiplicada por factores de reducción:

$$ldh = lhb(0.70)$$
$$ldh = 11.85(0.70)$$
$$ldh = 8.5"$$

Barra No. 6

$$lhb = \frac{db * 1200}{\sqrt{f'c}}$$
$$lhb = \frac{0.75 * 1200}{\sqrt{4000}}$$
$$lhb = 14.23"$$

Esta longitud es multiplicada por factores de reducción:

$$ldh = lhb(0.70)$$
$$ldh = 14.23 * 0.70$$
$$ldh = 10"$$

El gancho a 90 grados es calculado de la siguiente manera:

db No. 3 hasta No. 9: radio de giro= 3*db

Longitud final: 12*db

Barra No. 5

$$\mathit{long. gancho} = db + (3 * db) + (12 * db)$$

$$\mathit{long. gancho} = 0.625 + (3 * 0.625) + (12 * 0.625)$$

$$\mathit{long. gancho} = 10''$$

Barra No. 6

$$\mathit{long. gancho} = db + (3 * db) + (12 * db)$$

$$\mathit{long. gancho} = 0.75 + (3 * 0.75) + (12 * 0.75)$$

$$\mathit{long. gancho} = 12''$$

Longitud de Desarrollo con Gancho para Elementos a Compresión

Barra No. 5

$$lhb = \frac{db * f'y * 0.02}{\sqrt{f'c}}$$

$$lhb = \frac{0.625 * 60,000 * 0.02}{\sqrt{4000}}$$

$$lhb = 11.85''$$

Esta longitud es multiplicada por factores de reducción:

$$ldh = lhb(0.75)$$

$$ldh = 11.85 * 0.75$$

$$ldh = 9''$$

Barra No. 6

$$lhb = \frac{db * f'y * 0.02}{\sqrt{f'c}}$$

$$lhb = \frac{0.75 * 60,000 * 0.02}{\sqrt{4000}}$$

$$lhb = 14.23''$$

Esta longitud es multiplicada por factores de reducción:

$$ldh = lhb(0.75)$$

$$ldh = 14.23 * 0.75$$

$$ldh = 11"$$

El gancho a 90 grados es calculado de la siguiente manera:

db No. 3 hasta No. 9: radio de giro= 3*db

Longitud final: 12*db

Barra No. 5

$$long.gancho = db + (3 * db) + (12 * db)$$

$$long.gancho = 0.625 + (3 * 0.625) + (12 * 0.625)$$

$$long.gancho = 10"$$

Barra No. 6

$$long.gancho = db + (3 * db) + (12 * db)$$

$$long.gancho = 0.75 + (3 * 0.75) + (12 * 0.75)$$

$$long.gancho = 12"$$

De manera esquemática, la Tabla 23, establece las longitudes de desarrollo bajo flexión y compresión. Las barras son de Grado 60.

Tabla 23- Resumen Longitud de Desarrollo

	Barra No.	ldh (m)	Gancho 90° (m)
Longitud de Desarrollo (Flexión)	5	0.22	0.25
	6	0.25	0.30
Longitud de Desarrollo (Compresión)	5	0.23	0.25
	6	0.28	0.30

Fuente: Propia,

Se procura el uso de barras No. 5 y 6 para el diseño de cimiento, vigas y columnas de concreto reforzado del Teatro y Anfiteatro.

En la tabulación de información referente a zapatas, colocar si las longitudes de desarrollo cumplen, de lo contrario, modificar el espesor de estas.

Parámetros de Diseño para Zapatas del Teatro

Tabla 24-Parámetros para diseño de Zapatas en Staad Foundation

Descripción	Cantidad	Unidad	Cantidad	Unidad
Densidad del concreto	150	Lb/ft3	2400	kg/m3
Espaciamiento mínimo	4	in	0.10	m
Máximo espaciamiento	12	in	0.30	m
Resistencia del hormigón	4000	PSI	27.5	MPa
Resistencia del acero	60000	PSI	413.7	MPa
Tamaño mínimo de barra	No. 3	In		
Tamaño máximo de barra	No. 6	in		
Tipo de Suelo	Drenado			
Recubrimiento	3	in	0.075	m
Unidad de peso del suelo	116	Lb/ft3	1860	kg/m3
Capacidad portante del suelo	20	PSI	14.1	T/m2
Desplante	60	in	1.50	m

Fuente: Propia.

De acuerdo con los parámetros de la Tabla 24, estos se ingresan al software para diseño de cimiento que maneja el Staad Pro; Staad Foundation. La propuesta en cuanto a dimensión cuadrada y de espesor de 0.45 m., se resume en la Tabla 25.

Tabla 25- Zapatas Aisladas del Teatro

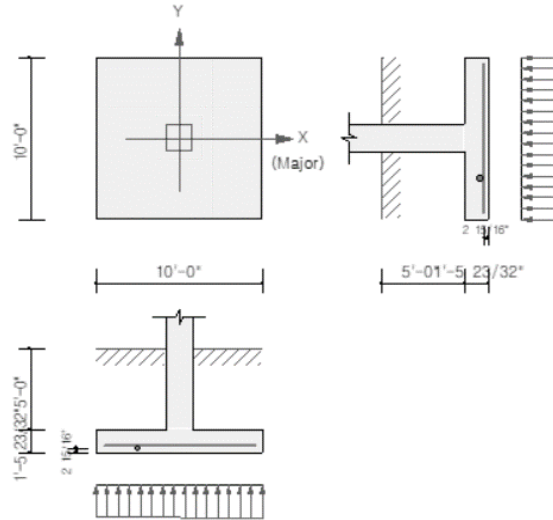
ID - Staad Foundation	ID	Largo (m)
1	1	2.50
2	2	2.00
3	3	2.00
4	4	2.00
5	5	2.00
6	6	2.00
13	7	2.50
14	8	2.50
15	9	2.50
16	10	2.00
17	11	2.00
18	12	2.50
19	13	2.00
20	14	2.50
21	15	2.00
22	16	2.00
23	17	2.00
24	18	2.00
25	19	2.00
26	20	2.00
27	21	2.50
142	22	2.50
144	23	2.50
146	24	2.50
148	25	2.50
150	26	2.50
152	27	3.00
154	28	2.50
163	29	2.50
165	30	2.50
167	31	3.00
169	32	2.50
171	33	2.50
173	34	2.50

Fuente: Propia.

Afirmando la información de la Tabla 25 se realiza la revisión de la zapata aislada más crítica del Teatro ID 27.

1. Geometry and Materials

Design Code : ACI318-95
 Material Data : $f_c' = 4000$ psi
 $f_y = 60000$ psi
 Footing Dim. : $120 * 120 * 18$ in ($c_c = 2.95276$ in)
 Self Weight : 22.1 kips
 AllowSoilPress: $q_a = 2.9$ ksf
 Soil Depth : $H = 60$ in (Density = 120.00 pcf)
 Column Size : $19.68 * 19.68$ in
 Column Ecc. : $X = 0$ in, $Y = 0$ in



2. Applied Loads

$P_s = 80.00$, $P_u = 81.39$ kips
 $M_{sx} = 0.05$, $M_{ux} = 1.10$ ft-k
 $M_{sy} = 0.50$, $M_{uy} = 1.70$ ft-k

3. Check Soil Bearing Stress

Actual Stress

$q_{s(max)} = \frac{1.62 \text{ ksf}}{1} < q_a = 2.88 \text{ ksf} \dots\dots\dots \text{O.K}$
 $q_{s(min)} = 1.62 \text{ ksf} > 0.00 \text{ ksf} \dots\dots\dots \text{O.K}$

Factored Stress

$q_{u(max)} = 0.83 \text{ ksf}$
 $q_{u(min)} = 0.80 + 1.15 \text{ ksf}$

4. Check Shear

Strength Reduction Factor $\phi = 0.850$

One Way Shear

$V_{wy} = 24.31$ kips $< \phi V_{wy} = 187.26$ kips $\dots\dots\dots \text{O.K}$
 $V_{ux} = 24.73$ kips $< \phi V_{ux} = 180.81$ kips $\dots\dots\dots \text{O.K}$

Two Way Shear

$V_{u4} = 74.88$ kips $< \phi V_{u4} = 416.45$ kips $\dots\dots\dots \text{O.K}$

5. Check Bending Moment

Strength Reduction Factor $\phi = 0.900$

X-X Axis (Y Direction)

$M_{ux} = 7.15$ ft-k/ft	Required Spacing	Max. Spacing
$\rho = 0.0006$	#4 @ 18	#4 @ 6
$A_s = 0.11$ in ² /ft	#5 @ 18	#5 @ 9
$A_{s(min)} = 0.0018 * 12 * D = 0.38$ in ² /ft	#6 @ 18	#6 @ 13

Y-Y Axis (X Direction)

$M_{uy} = 7.17$ ft-k/ft	Required Spacing	Max. Spacing
$\rho = 0.0007$	#4 @ 18	#4 @ 6
$A_s = 0.11$ in ² /ft	#5 @ 18	#5 @ 9
$A_{s(min)} = 0.0018 * 12 * D = 0.38$ in ² /ft	#6 @ 18	#6 @ 13

Ilustración 64- Revisión Zapata ZT-1 Teatro ID 25

Fuente: Propia.

Tabla 26- Conclusiones Parciales: Análisis Acero A572 G-50 Teatro Plaza de la Cultura

Descripción	Rotulo	ASTM A-572 G-50			Desplazamiento Lateral de Piso (mm)			Deflexión Permissible Máx. para Miembros Estructurales (mm)			Limitación de la Relación de Esbeltez					
		MY (kg-m)	MZ (kg-m)	Carga Crítica (kg)	CHOC-08 Cap. 1.3.5.8.2	Modelo Staad Pro AISC ASD-89	Cumple	CHOC-08 Tabla 1.1.8-1	Modelo Staad Pro AISC ASD-89	Cumple	Criterio AISC ASD-89	Esfuerzo Compresión CHOC-08 Cap. 3.2.7	Esfuerzo Tensión CHOC-08 Cap. 3.2.7	Modelo Staad Pro KLR AISC ASD-89	Cumple	Eficiencia %
Peso Propio 281.11 Ton	Columnas Teatro															
W12x45	CT-1	257.73	12465.91	17272.73	22.25	8.166	Ok	18.54	3.95	Ok	H1-3	200	-	89.67	Ok	92.64
W12x50	CT-2	-	13318.27	19545.45	22.25	7.29	Ok	18.54	5.04	Ok	H1-3	200	-	70.69	Ok	91.72
HSST 5x5x3/16"	AP	411.59	35.11	19545.45	26.8	10.26	Ok	22.33	3.93	Ok	H1-1	200	-	107.8	Ok	74.15
W12x40	V1	12.05	16633.98	19090.91	N/A	N/A	N/A	13.54	13.35	Ok	H1-3	200	-	32.44	Ok	90.05
W10x19	V1-A	83.07	2812.05	19090.91	N/A	N/A	N/A	16.67	16.45	Ok	H1-3	200	-	135.18	Ok	95.75
W4x13	V1-B	95.57	1812.00	19090.91	N/A	N/A	N/A	29.17	29.12	Ok	H1-3	200	-	62.14	Ok	84.39
W8x31	V1-C	21.70	12135.23	18636.36	N/A	N/A	N/A	25.00	14.37	Ok	H1-3	200	-	31.24	Ok	99.77
W12x22	V1-D	12.39	7383.18	19090.91	N/A	N/A	N/A	6.67	4.64	Ok	H1-3	200	-	75.82	Ok	97.56
W10x22	V1-E	235.11	3048.64	19545.45	N/A	N/A	N/A	17.92	14.38	Ok	H1-3	200	-	127.73	Ok	97.01
W8x18	V3	437.84	313.18	19636.36	N/A	N/A	N/A	25.00	16.40	Ok	H1-3	200	-	191.9	Ok	96.71
Peso Propio 26.8 Ton	Cabina Teatro	ASTM A-572 G-50			Desplazamiento Lateral de Piso (mm)			Deflexión Permissible Máx. para Miembros Estructurales (mm)			Limitación de la Relación de Esbeltez					
Descripción	Rotulo	MY (kg-m)	MZ (kg-m)	Carga Crítica (kg)	CHOC-08 Cap. 1.3.5.8.2	Modelo Staad Pro - AISC ASD-89	Cumple	CHOC-08 Tabla 1.1.8-1	Modelo Staad Pro - AISC ASD-89	Cumple	Criterio AISC ASD-89	Esfuerzo Compresión CHOC-08 Cap. 3.2.7	Esfuerzo Tensión CHOC-08 Cap. 3.2.7	Modelo Staad Pro - AISC ASD-89	Cumple	Eficiencia %
W10x39	CT-3	2545.45	894.32	12272.73	18.54	3.84	Ok	18.5	0.4	Ok	H1-3	200	-	88.56	Ok	92.80
W8x24	V2	11.59	2885.80	11363.64	N/A	N/A	N/A	28.16	0.001	Ok	H1-3	200	-	165.78	Ok	83.63
Techo y Tramoya		ASTM A-36			Deflexión Permissible Máx. para Miembros Estructurales (mm)			Limitación de la Relación de Esbeltez								
Descripción	Rotulo	MY (kg-m)	MZ (kg-m)	Carga Crítica (kg)	CHOC-08 Tabla 1.1.8-1	Modelo Staad Pro AISC ASD-89	Cumple	Criterio AISC ASD-89	Esfuerzo Compresión CHOC-08 Cap. 3.2.7	Esfuerzo Compresión CHOC-08 Cap. 3.2.7	Modelo Staad Pro AISC ASD-89	Cumple	Eficiencia %			
HSST 3x2.5x1/4"	TT1-TT8	54.66	35.00	16363.64	11.66	1.03	Ok	H1-1	200	-	118.90	Ok	89.07			
HSST 6x6x1/4"	TT1	13.07	2083.07	16363.64	3.125	1.66	Ok	H1-3	200	-	12.63	Ok	78.47			
HSST 6x6x1/2"	TT2-TT-7	43.52	4460.34	16363.64	5.45	1.91	Ok	H1-3	200	-	23.00	Ok	91.11			
HSST 5x5x3/16"	TT8	109.55	2194.89	19090.91	4.71	4.45	Ok	H1-3	200	-	27.52	Ok	75.80			
HSST 3.5x3.5x3/16"	ATT	183.75	91.25	19545.45	25.12	0.98	Ok	H1-1	200	-	176.58	Ok	88.26			

Fuente: Propia.

La Tabla 26 contempla las revisiones y cumplimientos por los miembros que conforman la estructura del teatro. Desde columnas hasta arriostramientos excéntricos son analizados bajo el método ASD-89 del AISC. Todos los miembros son de acero estructural A-572 G-50 Por otro lado, el resume de la Tabla 27 muestra la dimensión de cimentación pertinente al teatro y la cabina de iluminación y audio.

Tabla 27- Resumen Tipología Zapatas Teatro y Cabina de Iluminación y Audio

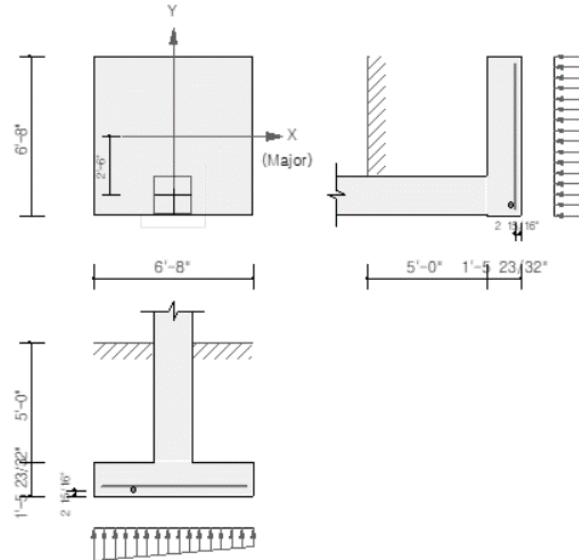
Zapatas Teatro		Especificaciones Técnicas	Fy: 413.70 MPa	F'c: 27.50 MPa	Recubrimiento: 0.075 m
Zapata	Unidad	Tipología	Dimensión (e= 0.45 m)	Refuerzo Transversal (m)	Refuerzo Longitudinal (m)
ZT-1	5	Aislada	3.00x3.00	No. 5 @ 0.30	No. 5 @ 0.30
ZT-2	14	Aislada	2.50x2.50	No. 5 @ 0.30	No. 5 @ 0.30
ZT-3	23	Aislada	2.00x2.00	No. 4 @ 0.15	No. 4 @ 0.15
Pedestales Teatro	ml	Especificaciones Técnicas	Fy: 413.7 MPa	F'c: 27.5 MPa	Recubrimiento: 0.04 m
PD1	44.10	Único	0.50x0.50x1.05	8 No. 6	No. 4 @ 0.10
Acero de Refuerzo G-60 para Losa de Entrepiso del Teatro Claro: 1.92 m F'c: 20.70 MPa (3000 PSI) Fy: 413.70 MPa (60000 PSI) Espesor (e= 0.10 m) Acero Principal No. 3 @ 0.35 m Acero por Temperatura No. 3 @ 0.35 m					

Fuente: Propia.

Finalmente, se obtienen 42 zapatas aisladas y cuadradas en conjunto con el teatro y la cabina de iluminación y audio. En la Ilustración 65 se realiza la revisión de cimiento excéntrico aislado para la cabina de iluminación y audio.

1. Geometry and Materials

Design Code : ACI318-95
 Material Data : $f'_c = 4000$ psi
 $f_y = 60000$ psi
 Footing Dim. : $80 \times 80 \times 18$ in ($\alpha_c = 2.95276$ in)
 Self Weight : 9.8 kips
 AllowSoilPress : $q_s = 2.9$ ksf
 Soil Depth : $H = 60$ in (Density = 120.00 pcf)
 Column Size : 19.68×19.68 in
 Column Ecc. : $X = 0$ in, $Y = -30$ in



2. Applied Loads

$P_s = 1.63$, $P_y = 1.63$ kips
 $M_{sx} = 5.75$, $M_{ux} = 5.75$ ft-k
 $M_{sy} = -12.33$, $M_{uy} = -12.33$ ft-k

3. Check Soil Bearing Stress

Actual Stress

$q_{s(max)} = 1.14$ ksf < $q_s = 2.88$ ksf O.K
 $q_{s(min)} = 0.57$ ksf > 0.00 ksf O.K

Factored Stress

$q_{u(max)} = 0.32$ ksf
 $q_{u(min)} = -0.25 + 1.15$ ksf

4. Check Shear

Strength Reduction Factor $\phi = 0.850$

One Way Shear

$V_{uy} = 0.03$ kips < $\phi V_{ny} = 124.84$ kips O.K
 $V_{ux} = 2.12$ kips < $\phi V_{nx} = 120.54$ kips O.K

Two Way Shear

$V_{u4} = 1.34$ kips < $\phi V_{n4} = 416.45$ kips O.K
 $V_{u3x} = 1.13$ kips < $\phi V_{n3x} = 453.60$ kips O.K
 $V_{u3y} = 1.40$ kips < $\phi V_{n3y} = 269.57$ kips O.K
 $V_{u2} = 1.24$ kips < $\phi V_{n2} = 257.47$ kips O.K

5. Check Bending Moment

Strength Reduction Factor $\phi = 0.900$

X-X Axis (Y Direction)

	Required Spacing	Max. Spacing
$M_{ux} = 0.67$ ft-k/ft	#4 @ 18	#4 @ 6
$\rho = 0.0001$	#5 @ 18	#5 @ 9
$A_s = 0.01$ in ² /ft	#6 @ 18	#6 @ 13
$A_{s(min)} = 0.0018 \times 12 \times D = 0.38$ in ² /ft		

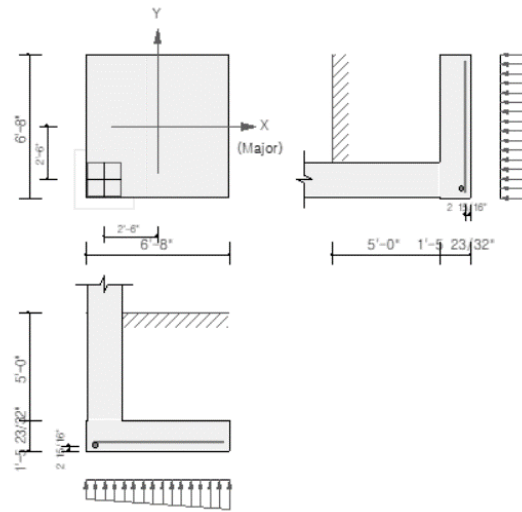
Y-Y Axis (X Direction)

	Required Spacing	Max. Spacing
$M_{uy} = 0.71$ ft-k/ft	#4 @ 18	#4 @ 6
$\rho = 0.0001$	#5 @ 18	#5 @ 9
$A_s = 0.01$ in ² /ft	#6 @ 18	#6 @ 13
$A_{s(min)} = 0.0018 \times 12 \times D = 0.38$ in ² /ft		

Continuación Ilustración 65

1. Geometry and Materials

Design Code : ACI318-95
 Material Data : $f'_c = 4000$ psi
 $f_y = 60000$ psi
 Footing Dim. : $80 \times 80 \times 18$ in ($\alpha_c = 2.95276$ in)
 Self Weight : 9.8 kips
 AllowSoilPress : $q_a = 2.9$ ksf
 Soil Depth : $H = 60$ in (Density = 120.00 pcf)
 Column Size : 19.68×19.68 in
 Column Ecc. : $X = -30$ in, $Y = -30$ in



2. Applied Loads

$P_x = 2.00$, $P_y = 2.00$ kips
 $M_{px} = 3.81$, $M_{py} = 3.81$ ft-k
 $M_{xy} = 13.50$, $M_{yz} = 13.50$ ft-k

3. Check Soil Bearing Stress

Actual Stress

$q_{s(max)} = 1.06$ ksf < $q_a = 2.88$ ksf O.K
 $q_{s(min)} = 0.67$ ksf > 0.00 ksf O.K

Factored Stress

$q_{u(max)} = 0.24$ ksf
 $q_{u(min)} = -0.15 + 1.15$ ksf

4. Check Shear

Strength Reduction Factor $\phi = 0.850$

One Way Shear

$V_{uy} = 0.00$ kips < $\phi V_{ny} = 124.84$ kips O.K
 $V_{ux} = 3.02$ kips < $\phi V_{nx} = 120.54$ kips O.K

Two Way Shear

$V_{u4} = 1.64$ kips < $\phi V_{n4} = 416.45$ kips O.K
 $V_{u3x} = 1.71$ kips < $\phi V_{n3x} = 269.57$ kips O.K
 $V_{u3y} = 1.71$ kips < $\phi V_{n3y} = 269.57$ kips O.K
 $V_{u2} = 1.77$ kips < $\phi V_{n2} = 165.46$ kips O.K

5. Check Bending Moment

Strength Reduction Factor $\phi = 0.900$

X-X Axis (Y Direction)

$M_{ux} = 0.41$ ft-k/ft
 $\rho = 0.0000$
 $A_s = 0.01$ in²/ft
 $A_{s(min)} = 0.0018 \times 12 \times D = 0.38$ in²/ft

Required Spacing	Max. Spacing
#4 @ 18	#4 @ 6
#5 @ 18	#5 @ 9
#6 @ 18	#6 @ 13

Y-Y Axis (X Direction)

$M_{uy} = 1.64$ ft-k/ft
 $\rho = 0.0002$
 $A_s = 0.03$ in²/ft
 $A_{s(min)} = 0.0018 \times 12 \times D = 0.38$ in²/ft

Required Spacing	Max. Spacing
#4 @ 18	#4 @ 6
#5 @ 18	#5 @ 9
#6 @ 18	#6 @ 13

Ilustración 65- Revisión de Zapatas Excéntricas en Cabina de Iluminación y Audio

Fuente: Propia.

Para cada tabla resumen de zapata, columna y viga de elementos de concreto reforzado, revisar longitudes de desarrollo conforme a la Tabla 23. Por otro lado, se adjunta un listado de Perfiles W disponibles, confirmando la comercialización de elementos empleados para el diseño del Teatro. En vista de la instalación de Aquapanel, evitando su exposición a la intemperie, se requiere una cimentación corrida que soporta una viga solera y una sobreelevación de bloque de 6". Los detalles de los antes mencionados, se encuentran en el Plano 4- Detalle Techo Teatro.

Tabla 28- Listado Vigas Medianas W

Sección (in)		Peso (lb/ft)
6	4	9
6	4	12
6	4	16
6	6	15
6	6	20
6	6	25
8	5 - 1/4	18
8	5 - 1/4	21
8	6 - 1/2	24
8	8	31
10	8	26
10	8	39
12	4	72
12	8	79
14	5	26

Fuente: SOGESA, 2019.

5.6. CRITERIOS DE DISEÑO GRADERÍA DEL TEATRO

Las normas y parámetros utilizados para el diseño de la Gradería del Teatro Plaza de la Cultura han sido tanto nacionales como internacionales. Haciendo uso del Código Hondureño de la Construcción (CHOC-08), que es el que rige y regula los parámetros a utilizar dentro del país. Así mismo, el ACI 318-95, que es la entidad americana especializada en el concreto y que brinda normas y especificaciones para el hormigón utilizado para este tipo de estructuras. El acero de refuerzo corrugado debe conformarse a la especificación: "Especificaciones para barras corrugadas y lisas de acero de lingote para el refuerzo del concreto", tal como lo indica el inciso 2.3.5.3.1 (a) del capítulo dos del Código Hondureño de la Construcción CHOC-08.

5.6.1. CARGAS MUERTAS Y VIVAS GRADERÍA DEL TEATRO

Cargas Muertas

Losa de Concreto: El cálculo se muestra posteriormente en los cálculos de cargas. El peso propio es calculado por la estructura.

Cargas Vivas

Graderías, palcos, bancos o sillas: 500 kg/m^2

5.6.2. CARGA DE SISMO GRADERÍA DEL TEATRO

Zona Sísmica 4a

$Z=0.30$, como se indica en la Ilustración 124. Factor de Importancia (I): 1 (Estructura de ocupación especial) Tabla 1.3.4-3.

Coefficiente del Suelo

Suelo Tipo S3, $S=1.5$. Tabla 1.3.4-2.

El lugar no cuenta con una exploración que muestre las propiedades exactas del suelo, es por lo que el código en la sección 1.3.4.3 establece "en lugares donde las propiedades del suelo son desconocidas en suficiente detalle como para determinar el tipo de perfil de suelo, se deberá suponer un perfil de suelo tipo S3.

$$C = 2.75$$

Ya que el valor de C, sobrepasa el valor de 2.75, el código establece en la sección 1.3.5.2.1 lo siguiente:

"El valor de C no necesita exceder 2.75, y este valor puede utilizarse para cualquier estructura sin consideraciones de tipo de suelo o periodo de la estructura."

Coefficiente para Sistemas Estructurales $R_w=5$

El coeficiente R_w se puede encontrar en la Tabla 1.3.4-6 del código, tomando en cuenta que esta estructura es un Sistema de Marco Rígido Común (MRC), y que es de concreto se toma el valor de 5.

5.6.3. RESISTENCIA DE LOS ELEMENTOS, GRADERÍA DEL TEATRO

La resistencia para los elementos de concreto, como lo son las vigas, columnas y zapatas, se han diseñado con una resistencia a la compresión a los 28 días de $F'c = 27.5$ MPa (4000 PSI). El acero de refuerzo para el concreto, tanto primario como secundario se ha diseñado para una resistencia a la compresión de Grado 60.

5.6.4. COMBINACIONES DE CARGA GRADERÍA DEL TEATRO

Las combinaciones de carga utilizadas para la estructura se han tomado del CHOC-08 y del Código ACI 318-95 cabe destacar que los efectos del viento en la estructura se desprecian dada la altura del punto máximo de la misma que no excede los dos metros de altura.

Combinaciones Mayoradas ACI 318-95

- 1.4 DL+ 1.7 LL
- 0.75 (1.4 DL + 1.7 LL + 1.87 EX)
- 0.75 (1.4 DL + 1.7 LL - 1.87 EX)
- 0.75 (1.4 DL + 1.7 LL + 1.87 EZ)
- 0.75 (1.4 DL + 1.7 LL - 1.87 EZ)
- 0.9 DL + 1.43 EX
- 0.9 DL - 1.43 EX
- 0.9 DL + 1.43 EZ
- 0.9 DL - 1.43 EZ

Combinaciones de Servicio ACI 318-95

- DL + LL
- DL + LL + EX
- DL + LL - EX
- DL + LL + EZ
- DL + LL - EZ

5.6.5. MODELO DE ANÁLISIS, GRADERÍA DEL TEATRO

La estructura fue modelada en el programa STAAD pro V8i, donde se realizó el modelado y diseño de cada una de las partes de la estructura, bajo las cargas y combinaciones de carga vistas en la sección anterior.

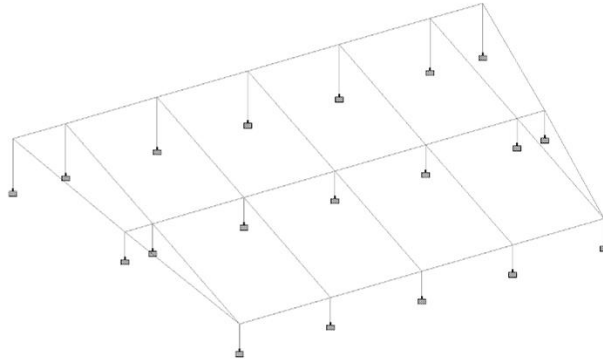


Ilustración 66-Geometría de la Estructura Vista Isométrica

Fuente: Propia.

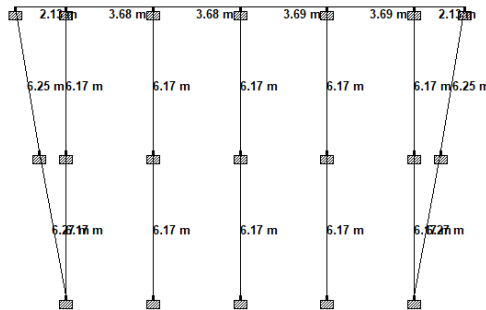


Ilustración 67-Vista Planta de la Estructura con Dimensiones

Fuente: Propia.

Se toma de referencia la distribución arquitectónica de las graderías con un desplante de 1.70 metros desde la parte superior a la inferior, en este caso por la existencia de una fosa no se realiza un movimiento de tierra.

5.7. CALCULO CARGA MUERTA, VIVA Y SISMO GRADERÍA DEL TEATRO

Carga Muerta

Losa: 720 kg/m²

La carga muerta de la estructura comprende el peso propio de todos los elementos, que es calculado por el programa, y que para esto se decidió agregarle propiedades de, 0.40mx0.40m para las columnas, y propiedades de 0.40 m x 0.60 m, para las vigas.

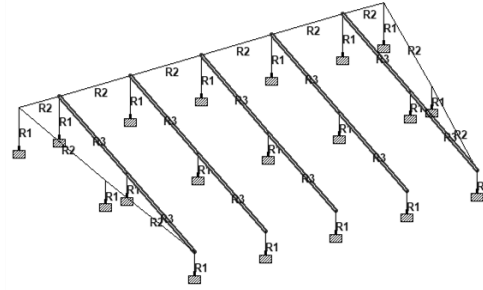


Ilustración 68-Propiedades Vigas y Columnas

Fuente: Propia.

Así mismo, el peso de la losa escalera se considera carga muerta, dejando un espesor de 0.15 m para la losa y una distancia de 0.45m vertical y horizontalmente, formando la "L" deseada. A continuación, se muestra el proceso para el cálculo de carga muerta producto de la Losa.

Espesor (e): 0.15 m

Longitud: (0.45m+0.45m) 1m: 0.90 m²

Peso específico del concreto (γ): 2400 kg/m³

$$P: e * l * \gamma$$

$$P: 0.15 * 0.90 * 2400$$

$$P: 324 \text{ kg}$$

$$W: \frac{P}{A}$$

$$W: \frac{324 \text{ kg}}{0.45 \text{ m}^2} = 720 \text{ kg/m}^2$$

Esta carga W es multiplicada por el área tributaria de cada viga porta grada para asignarle en el programa su carga uniformemente distribuida a lo largo de su longitud.

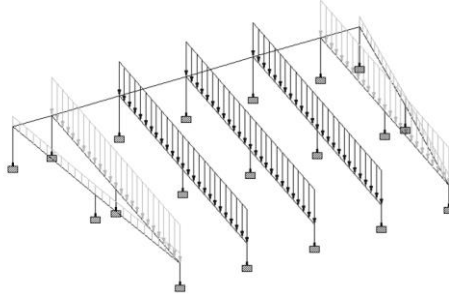


Ilustración 69-Distribución de Cargas Muertas Graderías del Teatro

Fuente: Propia.

Carga Viva

La carga viva para este tipo de estructuras, Graderías, palcos, bancos o sillas es de 500 kg/m^2 como lo especifica el CHOC-08 en la Tabla 1.1.4-1.

Esta carga, al igual que la carga muerta, se le multiplica su área tributaria para aplicar a la viga porta grada su carga uniformemente distribuida.

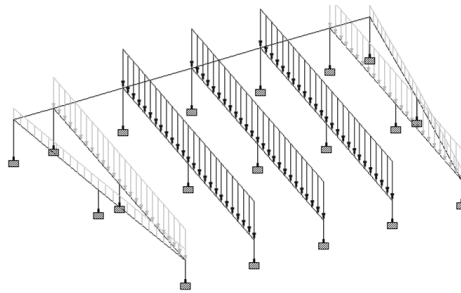


Ilustración 70-Distribución Cargas Vivas Graderías del Teatro

Fuente: Propia.

Carga Sismo

Para la estructura debido a su no complejidad y ser una de envergadura pequeña, la carga para el sismo se decidió introducir como una fuerza en los nodos superiores de la estructura, en las direcciones que lo establece el código.

Cortante Basal (Procedimiento Estático para determinar Fuerzas Sísmicas)

Factor Zona Sísmica S.P.S, HN (Z): 0.30

Factor de Importancia Sísmica (Iw): 1

De acuerdo con el inciso 1.3.5.2 del CHOC-08, el valor C no necesita exceder 2.75 y puede utilizarse para cualquier estructura sin consideraciones de tipo de suelo o período de la estructura. Por tanto, C: 2.75

Coefficiente Sistema Estructural R_w : 5

$$V: \frac{Z * I * C}{R_w}$$

$$V: \frac{0.30 * 1 * 2.75}{5} = 0.165$$

El cortante Basal obtenido se multiplica por cada una de las reacciones en Y de las columnas a asignar la carga de sismo como se muestra en la Tabla 29.

Tabla 29- Fuerza Resultante de Sismo Aplicación Nodal

Reacciones (kg)	V	Fuerza (kg)
1532	0.165	252.78
4373.64	0.165	721.6506
4107	0.165	677.655

Fuente: Propia.

La fuerza en kg es aplicada en cada columna, en su nodo superior y en las cuatro direcciones establecidas por el código: X, -X, Z, y-Z.

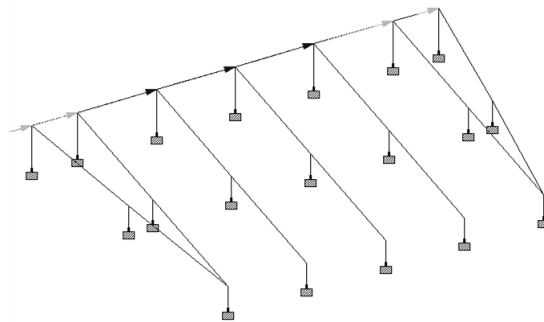


Ilustración 71-Distribución Cargas Sismo EX

Fuente: Propia.

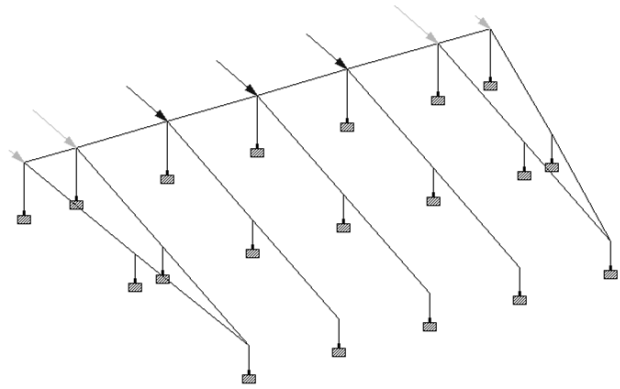


Ilustración 72-Distribución Cargas Sismo EZ

Fuente: Propia.

La estructura de la gradería se ha calculado separado de la estructura del teatro y el anfiteatro debido a que son elementos que no se conectan entre sí y son de materiales distintos.

Diseño de Acero de Refuerzo para Losa Gradería Teatro

Claro de 3.69m=12.10 ft

Espesor de Losa (h)= 3.00 m/20. Por tanto, 3.00 m/20= 0.15 m= 0.15 m (5.91 in).

Para efectos de cálculo, y en vista del elemento monolítico de losa, considerar espesor de 0.90 m.

Espesor de losa= 0.9 m =35.43 in

Peso Propio: $\frac{35.43}{12} (150 \frac{lb}{ft^3}) : 442.88 \text{ lb/ft}^2$

Carga Viva: 500 kg/m²: 102.41 lb/ft²

$$WU=1.4*442.88 + 1.7*102.41= 794.12 \text{ lb/ft}^2$$

$$Mu: \frac{Wu * l^2}{8} = \frac{794.12 * 12.10^2}{8} = 14533.44 \text{ lb-ft} = 174.40 \text{ kp-in}$$

$$Mu = \phi Mn$$

$$174.40 = 0.9 * \rho * fy * b * d^2 * (1 - \frac{0.59 * \rho * fy}{fc})$$

$$174.40 = 0.9 * \rho * 60 * 12 * 4.91^2 * \left(1 - \frac{0.59 * \rho * 60}{4}\right)$$

$$\rho = 0.0033$$

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

$$A_s = 0.0033 * 12 * 4.91 = 0.194 \text{ in}^2$$

Cantidad de Barras (Acero Principal)

$$\frac{A_{barra*b}}{A_s} = \frac{0.11*12}{0.194} = 6.80'' = 17.28 \text{ cm}; \text{ No. 3 @ 0.17 m}$$

Cantidad de Barras (Acero de Temperatura)

Si f_y : 60 KSI; entonces $\rho_{temp} = 0.0018$

Si f_y : 40 KSI; entonces $\rho_{temp} = 0.0020$

$$A_{S_{temp}} = \rho * e * b$$

$$A_{S_{temp}} = 0.0018 * 5.91 * 12 = 0.128 \text{ in}^2$$

$$\frac{A_{barra*b}}{A_s} = \frac{0.11*12}{0.128} = 10.31'' = 26.19 \text{ cm}; \text{ No. 3 @ 0.25 m}$$

5.8. DISEÑO DE VIGAS, COLUMNAS Y ZAPATAS GRADERÍA DEL TEATRO

Viga

El sistema para las vigas de la Gradería del Teatro Plaza de la Cultura es de concreto reforzado con una resistencia de 27.50 MPa (4000 PSI) y con dimensiones de 0.40m x 0.60m, de base y altura respectivamente, cubriendo un claro máximo de 6.17 m de longitud. El refuerzo de acero utilizado es Grado 60 (413.7 MPa).

Revisión Viga (V1) 0.50x0.60 m

El segundo grupo de vigas cuenta con dimensiones de 0.50x0.60 m., y un armado compuesto de cinco varillas de acero corrugado arriba y seis varillas abajo, No. 5, con estribos No. 4 espaciados a una distancia de 0.10 m. El diseño y detalles de la misma se muestra en la Ilustración 73.

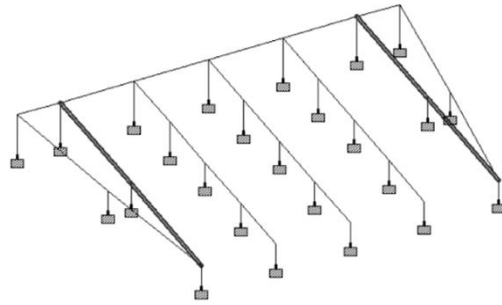


Ilustración 73-Grupo Viga V1 Vista en Isométrico

Fuente: Propia.

Diseño Estribos

Diseño de espaciamientos máximos según ACI 318-95

Notas* A_v :(Área estribo*2); F_y : 413.7 MPa (60000 PSI)

$$1 \text{ } S_{\max} = \frac{A_v * f'_y}{50 * b} \quad S_{\max} = \frac{0.4 * 60,000}{50 * 20} \quad S_{\max} = 24''$$

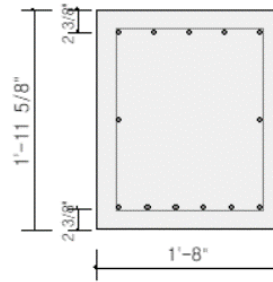
$$2 \text{ } S_{\max} = d/2 \quad S_{\max} = 21''$$

$$3 \text{ } S_{\max} = 24''$$

Los estribos para estas vigas corresponden a la distancia máxima de 10.56", dando un total de 0.25 m.

1. Geometry and Materials

Design Code : ACI318-95
 Material Data : $f'_c = 4000$ psi ($\beta_1 = 0,850$)
 $f_y = 60000$, $f_{ys} = 60000$ psi
 Section Dim. : 23,62 * 20 in
 Top Layer 1 : 5 - #6 ($d_t = 2,38$ in)
 Bot. Layer 1 : 6 - #6 ($d_b = 2,38$ in)
 Left Skin Reinf. : 1 - #6
 Right Skin Reinf. : 1 - #6
 Total Steel Area $A_{st} = 5,72$ in² ($\rho_{st} = 0,0121$)



2. Member Force and Moment

$M_u = 201,14$ ft-k $V_u = 54,79$ kips
 $T_u = 106,37$ ft-k

3. Check Reinforcement Ratio and Crack Control

Minimum Tension Reinf. $A_{s,min} = 1,42 < 2,64$ in² O.K
 Maximum Tension Reinf. $A_{s,max} = 11,28 > 2,64$ in² O.K
 $z = f_y \sqrt{d_c A} = 121$ kips/in < 145 kips/in O.K

4. Check Torsional Moment Capacity

Strength Reduction Factor $\phi = 0,850$

$$T_{req} = \phi \sqrt{f'_c} \left(\frac{A_{cp}^2}{P_{cp}} \right) = 11,46 \text{ ft-k} < T_u \text{ (Torsional Reinf. Req'd)}$$

$$T_{cr} = \phi 4 \sqrt{f'_c} \left(\frac{A_{cp}^2}{P_{cp}} \right) = 45,84 \text{ ft-k}$$

$$\sqrt{\left(\frac{V_u}{b_w d} \right)^2 + \left(\frac{T_u P_h}{1,7 A_{cp}^2} \right)^2} = 515,36 \leq \phi \left(\frac{V_c}{b_w d} + 8 \sqrt{f'_c} \right) = 537,59 \text{ O.K}$$

$$A_o = 282,2 \text{ in}^2 \quad p_h = 73,2 \text{ in}$$

$$\frac{A_c}{s} = 0,0443 \text{ in}, \quad \frac{A_v}{s} = 0,0084 \text{ in} \quad (V_c = 53,75 \text{ kip}, V_s = 10,71 \text{ kips})$$

$$A_t = \frac{A_c}{s} + p_h \left(\frac{f_{ys}}{f_y} \right) = 3,25 \text{ in}^2$$

$$A_{t,min} = \frac{5 \sqrt{f'_c} A_{cp}}{f_y} - \left(\frac{A_c}{s} \right) p_h \frac{f_{ys}}{f_y} = -0,76 \text{ in}^2$$

$$\text{Req'd Torsional Reinf.} = 3,25 \text{ in}^2$$

$$2 \frac{A_c}{s} + \frac{A_v}{s} = 0,0971 \text{ in}$$

Req'd Closed Stirrup Spacing : #4@4 in

5. Check Bending Moment Capacity

Strength Reduction Factor $\phi = 0,900$

Provided Reinforcement

Tension Reinf. = 2,20, Comp. Reinf. = 0,00, Skin Reinf. = 0,00 in²

Neutral Axis Depth $c = 2,29$ in

Design Moment Strength $\phi M_n = 201,14$ ft-k

(Req'd Steel Area)/(Total Steel Area) = 5,45/5,72 = 0,953 < 1,000 O.K

Ilustración 74- Revisión Viga VGT-1 Gradería Teatro MIDAS SET

Fuente: Propia.

La revisión de la Viga VGT-1, considera cuantía y recubrimiento mínimo de 0.012 y 0.04 m. El refuerzo transversal consta de 13 barras No. 6.

Los momentos actuantes son de 27,874.17 y 14,740.85 kg-m. El cortante máximo corresponde a 24,904.55 kg. De acuerdo con la Tabla 23, longitudes de desarrollo cumplen.

Columnas

El sistema de columnas de la Gradería del Teatro Plaza de la Cultura es de concreto reforzado con una resistencia de 27.50 MPa (4000 PSI) y con dimensiones de 0.40m x 0.40m, de base y altura respectivamente, con alturas de 2.00 m máximo. Cabe destacar que las columnas de la parte frontal cuentan con un desplante de un metro por debajo del terreno natural.

Columnas 0.40 x 0.40 m (C1)

El grupo de columnas cuenta con dimensiones de 0.40m x 0.40m, y un armado compuesto de ocho varillas de acero corrugado No. 5, con estribos número cuatro espaciados a una distancia de 0.25 m.

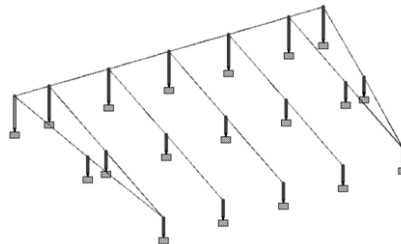


Ilustración 75-Grupo Columnas Vista Isométrica

Fuente: Propia.

Diseño Estribos

Diseño de espaciamientos máximos según ACI 318-95

$$1 \ S_{max} = 16 * db_{principal} \quad S_{max}=16 * 0.625 \quad S_{max}=10''$$

$$1 \ S_{max} = 16 * db_{principal} \quad S_{max} = 16 * 0.625 \quad S_{max} = 10''$$

$$2 \ S_{max} = 48 * db_{estribo} \quad S_{max} = 48 * 0.5 \quad S_{max} = 24''$$

$$3 \ S_{max}=\text{menor dimensión} \quad S_{max}=15.75''$$

El espaciamiento de estribos para las columnas es de 10" = 25 cm.

$$1 \quad S_{max} = 16 * db_{principal} \quad S_{max} = 16 * 0.625 \quad S_{max} = 10"$$

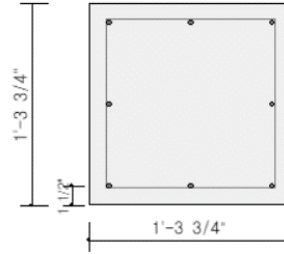
$$2 \quad S_{max} = 48 * db_{estribo} \quad S_{max} = 48 * 0.5 \quad S_{max} = 24"$$

$$3 \quad S_{max} = menor \text{ dimensión} \quad S_{max} = 15.75"$$

El espaciamiento de estribos para las columnas es de 10" = 0.25 m.

1. Geometry and Materials

Design Code : ACI318-95
 Stress Profile : Equivalent Stress Block
 Material Data : $f'_c = 4000$ psi ($\beta_1 = 0.850$)
 $f_y = 60000$, $f_{ys} = 60000$ psi
 Section Dim. : 15,748 * 15,748 in
 Effective Len. : $KL_u = 7$ ft
 Steel Distribut. : 8 - 3 - #5 ($d_c = 1.50$ in)
 Total Steel Area $A_{st} = 2,48$ in² ($\rho_{st} = 0.0100$)



2. Magnified Moment

$$KL_u/r_x = 84/5 = 18,48 < 34-12(M_1/M_2) = 22,00$$

$$\delta_x = 1,000$$

$$KL_u/r_y = 84/5 = 18,48 < 34-12(M_1/M_2) = 22,00$$

$$\delta_y = 1,000$$

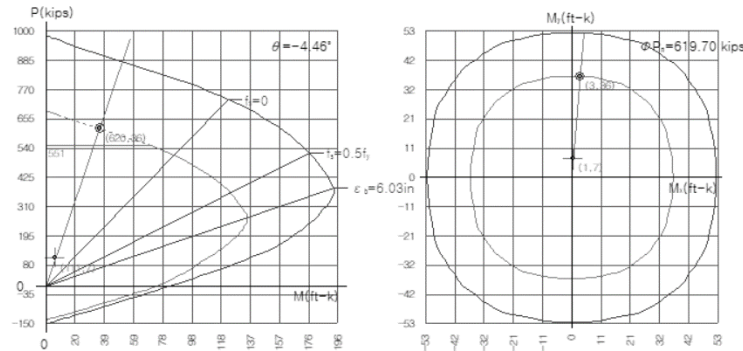
3. Member Force and Moment

$$P_u = 110.63 \text{ kips}$$

$$M_{ux} = 0.54, \quad M_{uy} = 6.92 \text{ ft-k}$$

4. Check Axial and Moment Capacity

Rotation Angle and Depth to the Neutral Axis $\theta = -4,46^\circ$, $c = 17,79$ in
 Strength Reduction Factor $\phi = 0.7000$
 Maximum Axial Load $\phi P_{n,max} = 550.8$ kips
 Design Axial Load Strength $\phi P_n = 619.7$ kips
 Design Moment Strength $\phi M_{nx} = 3.0$ ft-k
 $\phi M_{ny} = 36.4$ ft-k
 Strength Ratio : Applied/Design = 0.201 < 1.000 O.K



5. Check Shear Capacity

Strength Reduction Factor $\phi = 0.850$
Y-Y Direction
 Design Force $V_{uy} = 0$ kips ($P_u = 111$ kips)
 Required Tie Spacing : 2 - #4 @ 10 in
 Provided Tie Spacing : 2 - #4 @ 10 in
 $\phi V_{sy} + \phi V_{sy} = 29,51 + 29,07 = 58,57$ kips > $V_{uy} = 0.00$ kips O.K
X-X Direction
 Design Force $V_{ux} = 3$ kips ($P_u = 111$ kips)
 Required Tie Spacing : 2 - #4 @ 10 in
 Provided Tie Spacing : 2 - #4 @ 10 in
 $\phi V_{sx} + \phi V_{sx} = 29,51 + 29,07 = 58,57$ kips > $V_{ux} = 3.13$ kips O.K

Ilustración 76- Revisión Columna CGT-1 Gradería Teatro MIDAS SET

Fuente: Propia.

La revisión de la Columna CGT-1 otorga un resultado semejante a la data de salida de Staad Pro, considerando cuantía y recubrimiento mínimo de 0.01 y 0.04 m respectivamente. El refuerzo transversal consta de 8 barras No. 5. El refuerzo longitudinal corresponde a No. 4 a cada 0.25 m. La fuerza axial y momentos actuantes son de 50,286.4 kg, 959 kg-m y 75 kg-m.

Revisión Desplazamiento Lateral

Según el inciso 1.3.5.8 del CHOC-08, los desplazamientos laterales no deberán exceder $0.04/RW$ o bien $0.005 \times$ altura de piso para estructuras que tienen un período fundamental menor que 0.7 segundos. Considerar Carga sísmica EX.

$$0.005 \times 2 \text{ m} = 0.01 \text{ m (10 mm)}$$

Diseño de Zapatas

Parámetros para diseño de Zapatas

Los parámetros de suelo para las zapatas de la Gradería del Teatro refieren a la Tabla 24. La revisión para el cumplimiento de longitudes de desarrollo es conforme a la Tabla 23. El Sistema para las zapatas de la Gradería del Teatro Plaza de la Cultura, cuenta con zapatas superficiales de tipo aisladas y zapatas combinadas, siendo un total de 21 zapatas de concreto reforzado con una resistencia de 27.5 MPa (4000 PSI) y con dimensiones que varían.

El diseño de estas se realizó en el programa STAAD Foundation y se clasifican en dos grupos diferentes que serán presentados a continuación. V. Tabla 30.

Tabla 30- Zapatas Gradería Teatro

No	Largo (m)	Ancho (m)	Espesor (m)
1	1.50	1.50	0.45
2	2.00	2.00	0.45
3	1.50	1.50	0.45
4	1.77	1.77	0.45
5	1.50	1.50	0.45
6	1.50	1.50	0.45
7	2.00	2.00	0.45
8	1.50	1.50	0.45
9	1.93	1.93	0.45
10	1.50	1.50	0.45
11	2.00	2.00	0.45
12	1.50	1.50	0.45
13	1.50	1.50	0.45
14	1.50	1.50	0.45
15	1.50	1.50	0.45
16	1.50	1.50	0.45
17	1.50	1.50	0.45
18	1.50	1.50	0.45
19	1.20	1.20	0.45
20	1.50	1.50	0.45
21	1.50	1.50	0.45
22	1.50	1.50	0.45
23	1.50	1.50	0.45
24	1.50	1.50	0.45
25	1.50	1.50	0.45

Fuente: Propia.

Conforme a ordenamiento arquitectónico, la cimentación de la Gradería del Teatro se limita a dividirse en dos grupos. El grupo número uno de zapatas cuenta con un total de 21 zapatas de tipología aisladas, el grupo dos consta de zapatas combinadas.

Zapatas Aisladas

El primer grupo de zapatas son las aisladas, siendo un total de 21, y un armado compuesto de varillas de acero corrugado No. 5 arriba y abajo, con sus espaciamientos que difieren y serán presentados en el juego de planos.

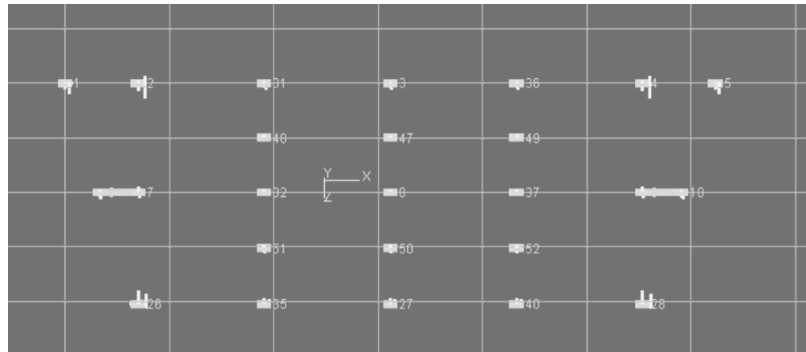


Ilustración 77-Grupo Zapatas Aisladas y Combinadas Gradería Teatro Vista Planta

Fuente: Propia.

El grupo uno corresponde a zapatas con dimensión de 1.00 hasta 2.00 metros. Todas las zapatas cuentan con un espesor de 0.45 metros.

Zapatas Combinadas

El segundo grupo de zapatas son las combinadas, siendo un total de dos, su diseño es de este tipo dado que al plantearse como aisladas, se chocan dada su cercanía y con este diseño su funcionamiento ante las cargas es el más adecuado. V. Tabla 31.

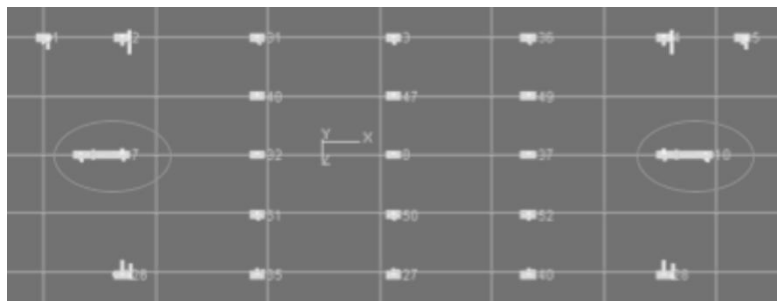


Ilustración 78-Planta Zapatas Combinadas

Fuente: Propia

El armado de las zapatas para el Teatro se presenta en la Tabla 32.

Tabla 31- Zapatas Combinadas Gradería Teatro

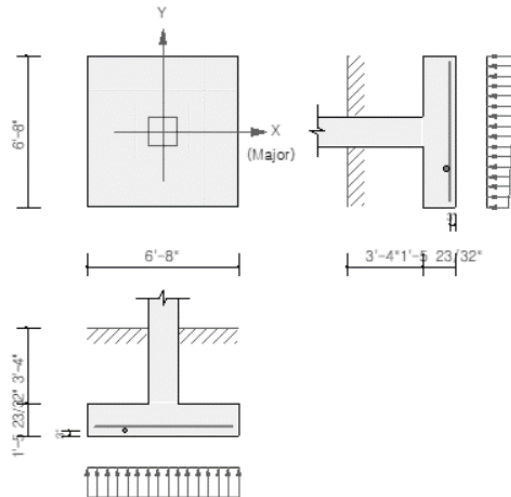
No.	Vol. Izq. (m)	Vol. Der. (m)	Largo (m)	Ancho (m)	Espesor (m)
1	1.2	1.2	3.60	2.20	0.45
2	1.2	1.2	4.00	1.70	0.45

Fuente: Propia.

El largo de estas zapatas es de un total de 3.6 m, sus voladizos tanto a la derecha como izquierda son de 1.2 m, y la distancia que hay entre las dos columnas es de 1.14m.

1. Geometry and Materials

Design Code : ACI318-95
 Material Data : $f_c' = 4000$ psi
 $f_y = 60000$ psi
 Footing Dim. : $80 \times 80 \times 18$ in ($c_c = 3$ in)
 Self Weight : 9,8 kips
 AllowSoilPress : $q_a = 2.9$ ksf
 Soil Depth : $H = 40$ in (Density = 120.00 pcf)
 Column Size : 15.75×15.75 in
 Column Ecc. : $X = 0$ in, $Y = 0$ in



2. Applied Loads

$P_s = 43.57$, $P_u = 43.57$ kips
 $M_{sx} = 11.67$, $M_{ux} = 11.67$ ft-k
 $M_{sy} = 0.00$, $M_{uy} = 0.00$ ft-k

3. Check Soil Bearing Stress

Actual Stress

$q_{s(max)} = 1.84$ ksf < $q_a = 2.88$ ksf O.K
 $q_{s(min)} = 1.37$ ksf > 0.00 ksf O.K

Factored Stress

$q_{u(max)} = 1.22$ ksf
 $q_{u(min)} = 0.74 + 0.87$ ksf

4. Check Shear

Strength Reduction Factor $\phi = 0.850$

One Way Shear

$V_{uy} = 11.46$ kips < $\phi V_{ny} = 123.92$ kips O.K
 $V_{ux} = 9.99$ kips < $\phi V_{nx} = 118.55$ kips O.K

Two Way Shear

$V_{u4} = 37.51$ kips < $\phi V_{n4} = 361.83$ kips O.K

5. Check Bending Moment

Strength Reduction Factor $\phi = 0.900$

X-X Axis (Y Direction)

	Required Spacing	Max. Spacing
$M_{ux} = 4.13$ ft-k/ft		
$\rho = 0.0004$	#5 @ 18	#5 @ 9
$A_s = 0.06$ in ² /ft	#6 @ 18	#6 @ 13
$A_{s(min)} = 0.0018 + 12 \cdot D = 0.38$ in ² /ft	#7 @ 18	#7 @ 18

Y-Y Axis (X Direction)

	Required Spacing	Max. Spacing
$M_{uy} = 3.51$ ft-k/ft		
$\rho = 0.0003$	#5 @ 18	#5 @ 9
$A_s = 0.06$ in ² /ft	#6 @ 18	#6 @ 13
$A_{s(min)} = 0.0018 + 12 \cdot D = 0.38$ in ² /ft	#7 @ 18	#7 @ 18

Ilustración 79- Revisión Zapata ZGT-4 MIDAS

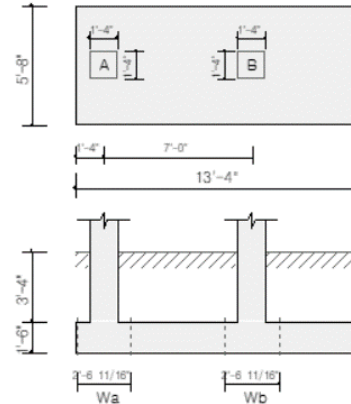
Fuente: Propia.

A través de MIDAS SET, se comprueba que la zapata más crítica, de tipología aislada, dimensión de 2.00x2.00x0.45 m con un desplante a 1.00 m, coincide que con los datos resultantes de Staad Foundation en geometría y colocación de acero; No. 5 @ 0.25 m en ambos sentidos.

Por otro lado, se realiza una revisión para la zapata combinada ZGT-1. V. Ilustración 80

1. Geometry and Materials

Design Code : ACI318-95
 Material Data : $f'_c = 4000$ psi
 $f_y = 60000$ psi
 Footing Dim. : $160 \times 68 \times 18$ in ($\alpha_c = 3$)
 Self Weight : 17.0 kips
 AllowSoilPress: $q_s = 2.9$ ksf
 Soil Depth : $H = 40$ in (Density = 120.00 pcf)
 Column A : 16×16 in
 Column B : 16×16 in



2. Applied Loads

Column : A
 $P_s = 21.22$, $P_u = 32.22$ kips
 Column : B
 $P_s = 8.95$, $P_u = 13.42$ kips

3. Check Soil Bearing Stress

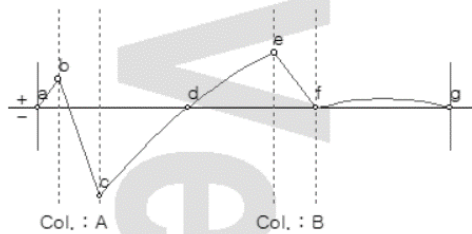
Actual Stress

$q_{s(max)} = 1.61$ ksf $<$ $q_s = 2.88$ ksf O.K
 $q_{s(min)} = 0.44$ ksf $>$ 0.00 ksf O.K

Factored Stress

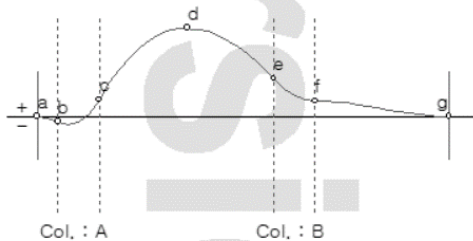
$q_{u(max)} = 1.49$ ksf
 $q_{u(min)} = -0.29 + 0.87 >$ 0.00 ksf O.K

4. Shear Force Diagram



	Location(ft)	Shear(kips)
a	0.00	0.00
b	0.67	5.48
c	2.00	-16.80
d	4.86	0.00
e	7.67	10.46
f	9.00	-0.08
g	13.33	0.00

5. Bending Moment Diagram



	Location(ft)	Moment(ft-k)
a	0.00	0.00
b	0.67	1.84
c	2.00	-5.55
d	4.86	-28.10
e	7.67	-12.04
f	9.00	-4.96
g	13.33	0.00

6. Check Shear

Strength Reduction Factor $\phi = 0.850$
One Way Shear (Column-A Right Side)
 $V_u = 8.85$ kips $<$ $\phi V_n = 107.38$ kips O.K

Two Way Shear (Column-A)
 $V_u = 28.35$ kips $<$ $\phi V_n = 375.57$ kips O.K

Continuación Ilustración 80

7. Check Bending Moment

Strength Reduction Factor $\phi = 0.900$

X Dir. - Top

	Required Spacing	Max. Spacing
Effect, W = 68 in (Ly)		
$M_u = 28.10$ ft-k	#5 @ 18	#5 @ 9
$\rho = 0.0004$	#6 @ 18	#6 @ 13
$A_{s(Req)} = 0.08$ in ² /ft	#7 @ 18	#7 @ 18

X Dir. - Bot. (Col. A)

	Required Spacing	Max. Spacing
Effect, W = 68 in (Ly)		
$M_u = 1.84$ ft-k	#5 @ 18	#5 @ 9
$\rho = 0.0000$	#6 @ 18	#6 @ 13
$A_{s(Req)} = 0.00$ in ² /ft	#7 @ 18	#7 @ 18

X Dir. - Bot. (Col. B)

	Required Spacing	Max. Spacing
Effect, W = 68 in (Ly)		
$M_u = 0.00$ ft-k	#5 @ 18	#5 @ 9
$\rho = 0.0000$	#6 @ 18	#6 @ 13
$A_{s(Req)} = 0.00$ in ² /ft	#7 @ 18	#7 @ 18

Y Dir. - Bot. (Col. A)

	Required Spacing	Max. Spacing
Effect, W = 31 in (Wa)		
$M_u = 13.35$ ft-k	#5 @ 18	#5 @ 9
$\rho = 0.0005$	#6 @ 18	#6 @ 13
$A_{s(Req)} = 0.08$ in ² /ft	#7 @ 18	#7 @ 18

Y Dir. - Bot. (Col. B)

	Required Spacing	Max. Spacing
Effect, W = 31 in (Wb)		
$M_u = 5.56$ ft-k	#5 @ 18	#5 @ 9
$\rho = 0.0002$	#6 @ 18	#6 @ 13
$A_{s(Req)} = 0.03$ in ² /ft	#7 @ 18	#7 @ 18

Ilustración 80- Revisión Zapata ZGT-1 MIDAS

Fuente: Propia.

A través de MIDAS SET, se comprueba que la zapata más crítica, de tipología aislada, dimensión de 4.00x1.70x0.45 m con un desplante a 1.00 m, coincide que con los datos resultantes de Staad Foundation en geometría y colocación de acero; No. 5 @ 0.25 m en ambos sentidos.

Considerar cuantía y recubrimiento mínimo de 0.001 y 7.5 cm respectivamente. De la misma manera, el cumplimiento de longitudes de desarrollo datados en la Tabla 23.

Tabla 32- Resumen Tipología Zapata, Viga y Columna Gradería Teatro

		Especificaciones Técnicas	Fy: 413.7 MPa	F'c: 27.5 MPa	Recubrimiento 0.075 m
Zapata	Unidad	Tipología	Dimensión (e= 0.45 m)	Refuerzo Transversal (m)	Refuerzo Longitudinal (m)
ZGT-1	2	Combinada	4.00x1.70	No. 4 @ 0.10	No. 4 @ 0.10
ZGT-2	12	Aislada	1.50x1.50	No. 5 @ 0.25	No. 5 @ 0.25
ZGT-3	2	Combinada	3.60x2.20	No. 4 @ 0.10	No. 4 @ 0.10
ZGT-4	2	Aislada	2.00x2.00	No. 5 @ 0.25	No. 5 @ 0.25
ZGT-5	3	Aislada	1.20x1.20	No. 5 @ 0.25	No. 5 @ 0.25

Viga	ml	Recubrimiento (m)	Dimensión (m)	Refuerzo Transversal G-60	Refuerzo Longitudinal G-60 (m)
VGT-1	105.8	0.04	0.50x0.60	13 No. 6	No. 4 @ 0.10

Columna	ml	Recubrimiento (m)	Dimensión (m)	Refuerzo Transversal G-60	Refuerzo Longitudinal G-60 (m)
CGT-1	50	0.04	0.40x0.40	8 No. 5	No. 4 @ 0.25

Acero de Refuerzo G-60 para Losa de Gradería del Teatro Claro: 3.00 m
Espesor de Losa: 0.9 m

Acero Principal	No. 3 @ 0.15 m
Acero por Temperatura	No. 3 @ 0.25 m

Fuente: Propia.

Se totalizan 21 zapatas aisladas y combinadas en conjunto. Se recomienda para la corrección y revisión de la capacidad soportante del suelo realizar un estudio detallado y preciso del suelo del lugar. Para efectos de diseño del graderío se utiliza la Tabla de Correlación aproximada entre la clasificación de los suelos y CRB, obteniendo una capacidad soportante de 14.10 T/m². Verificando el cumplimiento de longitudes de desarrollo respecto a Tabla 23, las descripciones de la Tabla 32, favorecen lo mencionado.

5.9. CRITERIOS DE DISEÑO PARA EL ANFITEATRO

Las normas y parámetros utilizados para el diseño del Anfiteatro Plaza de la Cultura han sido tanto nacionales como internacionales. Haciendo uso del Código Hondureño de la Construcción (CHOC-08), que es el que rige y regula los parámetros a utilizar dentro del país. Así mismo, el ACI 318-95, que es la entidad americana especializada en el concreto y que brinda normas y especificaciones para el hormigón utilizado para este tipo de estructuras.

El acero de refuerzo corrugado debe conformarse a la especificación: "Especificaciones para barras corrugadas y lisas de acero de lingote para el refuerzo del concreto", tal como lo indica el inciso 2.3.5.3.1 (a) del capítulo dos del Código Hondureño de la Construcción CHOC-08.

5.9.1. CARGAS MUERTAS Y VIVAS ANFITEATRO

Carga Muerta

Losa de concreto: proceso de cálculo mostrado en los cálculos por el programa. El peso propio de la estructura es considerado por el programa estructural.

Carga Viva

Obtenido del CHOC: Graderías, palcos, bancos o sillas: 500 kg/m²

5.9.2. CARGAS DE SISMO, ANFITEATRO

Zona Sísmica 4a

Z=0.30, como se indica en la Ilustración 124. Factor de Importancia Sísmica (I_w): 1 (Estructura de Ocupación especial) Tabla 1.3.4-3. (V. Tabla 12).

Coefficiente del Suelo

Suelo tipo S3. S: 1.5 Tabla 1.3.4-2.

El lugar no cuenta con una exploración que muestre las propiedades exactas del suelo, es por eso que el código en la sección 1.3.4.3 establece "en lugares donde las propiedades del suelo son desconocidas en suficiente detalle como para determinar el tipo de perfil de suelo, se deberá suponer un perfil de Suelo Tipo S3" (CHOC, 2008, pág. 22).

Ya que el valor de C sobrepasa el valor de 2.75, el CHOC-08 establece en la sección 1.3.5.2.1 lo siguiente: "El valor de C no necesita exceder 2.75, y este valor puede utilizarse para cualquier estructura sin consideraciones de tipo de suelo o periodo de la estructura" (CHOC, 2008, pág. 24).

Coefficiente para Sistemas Estructurales ($R_w=5$)

El coeficiente R_w se puede encontrar en la Tabla 1.3.4-6 (v. Tabla 14) del código, tomando en cuenta que esta estructura es un Sistema de Marco Rígido Común (MRC), y que es de concreto se toma el valor de 5.

5.9.3. RESISTENCIA DE LOS MATERIALES UTILIZADOS ANFITEATRO

La resistencia para los elementos de concreto, como lo son las vigas, columnas y zapatas, se han diseñado con una resistencia a la compresión a los 28 días de $F'_c = 4000$ PSI.

El acero de refuerzo para el concreto, tanto primario como secundario se ha diseñado para una resistencia a la compresión de Grado 60.

5.9.4. COMBINACIONES DE CARGA PARA EL DISEÑO ESTRUCTURAL ANFITEATRO

Las combinaciones de carga utilizadas para la estructura se han tomado del CHOC-08 y del Código ACI 318-95, cabe destacar que los efectos del viento en la estructura se desprecian dada la altura del punto máximo de la misma que no excede los 2 m de altura.

Combinaciones Mayoradas ACI 318-95

- $1.4 DL + 1.7 LL$
- $0.75 (1.4 DL + 1.7 LL + 1.87 EX)$
- $0.75 (1.4 DL + 1.7 LL - 1.87 EX)$
- $0.75 (1.4 DL + 1.7 LL + 1.87 EZ)$
- $0.75 (1.4 DL + 1.7 LL - 1.87 EZ)$
- $0.9 DL + 1.43 EX$
- $0.9 DL - 1.43 EX$
- $0.9 DL + 1.43 EZ$
- $0.9 DL - 1.43 EZ$

Combinaciones de Servicio ACI 318-95

- $DL + LL$
- $DL + LL + EX$
- $DL + LL - EX$

- DL + LL + EZ
- DL + LL - EZ

5.9.5. MODELO DE ANÁLISIS ANFITEATRO

La estructura fue modelada en el programa STAAD pro V8i, donde se realizó el modelado y diseño de cada una de las partes de la estructura, bajo las cargas y combinaciones de carga vistas en la sección anterior.

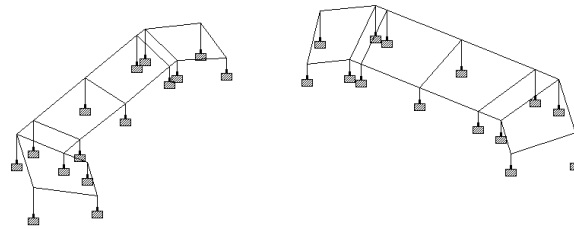


Ilustración 81-Geometría de la Estructura en Vista Isométrica

Fuente: Propia.

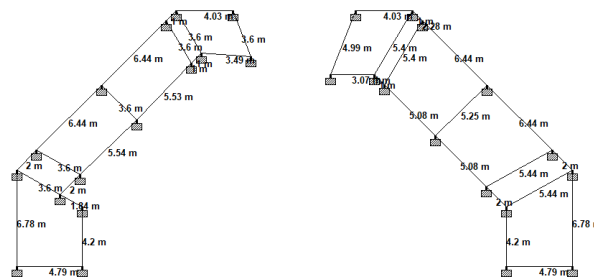


Ilustración 82-Vista en Planta de la Estructura con Dimensiones

Fuente: Propia.

5.10. CÁLCULO DE CARGAS ANFITEATRO

Carga Muerta

La carga muerta de la estructura comprende el peso propio de todos los elementos, que es calculado por el programa, y que para esto se decide agregar propiedades de 0.40mx0.40m para las columnas, y propiedades de 0.30mx0.50m, para todas las vigas.

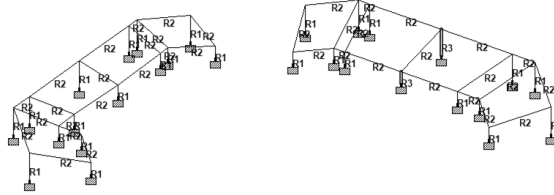


Ilustración 83-Propiedades de Vigas y Columnas

Fuente: Propia.

Así mismo, el peso de la losa escalera se considera carga muerta, dejando un espesor de 15 cm para la losa y una distancia de 0.45m vertical y horizontalmente, formando la "L" deseada. A continuación, se muestra el proceso para el cálculo de carga muerta producto de la Losa:

$e: 0.15 \text{ m}$

Longitud: $0.45\text{m}+0.45\text{m}: 0.90\text{m}^2$

Peso específico del concreto: 2400 kg/m^3

$$P: e * l * \gamma$$

$$P: 0.15 * 0.90 * 2400$$

$$P: 324 \text{ kg}$$

$$W: \frac{P}{A}$$

$$W: \frac{324\text{kg}}{0.45\text{m}^2}$$

$$W: 720 \text{ kg/m}^2$$

Esta carga W es multiplicada por el área tributaria de cada viga porta grada para asignarle en el programa su carga uniformemente distribuida a lo largo de su longitud.

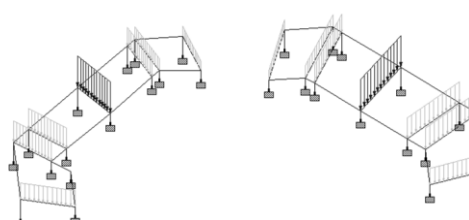


Ilustración 84-Distribución de Cargas Muertas

Fuente: Propia.

Carga Viva

La carga viva para este tipo de estructuras, Graderías, palcos, bancos o sillas es de 500 kg/m² como lo especifica el CHOC-08 en la Tabla 1.1.4-1. (v. Tabla 8)

Esta carga, al igual que la carga muerta, se le multiplica su área tributaria para aplicar a la viga porta grada su carga uniformemente distribuida.

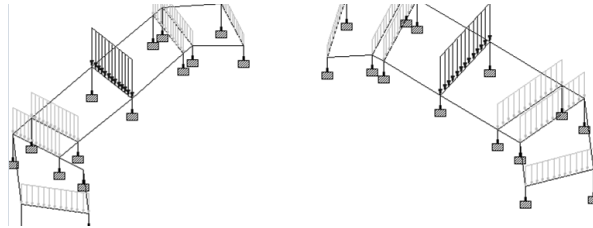


Ilustración 85-Distribución de Cargas Vivas

Fuente: Propia.

Carga Sismo

Para la estructura debido a su no complejidad y ser una de envergadura pequeña, la carga para el sismo se decidió introducir como una fuerza en los nodos superiores de la estructura, en las direcciones que lo establece el código.

Cortante Basal (Procedimiento Estático para determinar Fuerzas Sísmicas)

Z: 0.30

I: 1

C: 2.75

Rw: 5

$$V: \frac{Z * I * C}{Rw}$$

$$V: \frac{0.30 * 1 * 2.75}{5}$$

$$V: 0.165$$

El cortante basal obtenido se multiplica por cada una de las reacciones en Y de las columnas a asignar la carga de sismo como se muestra en la Tabla 33.

Tabla 33- Fuerza Resultante Sísmica Nodal

Reacciones	V	Fuerza EX (kg)
4675.85	0.165	771.52
3746.1	0.165	618.11
8366.9	0.165	1380.54
11697.9	0.165	1930.15
8431.7	0.165	1391.23
7152.7	0.165	1180.20
80510.8	0.165	13284.28

Fuente: Propia.

La fuerza en kg es aplicada en cada columna, en su nodo superior y en las cuatro direcciones establecidas por el CHOC-08, X, -X, Z, y-Z.

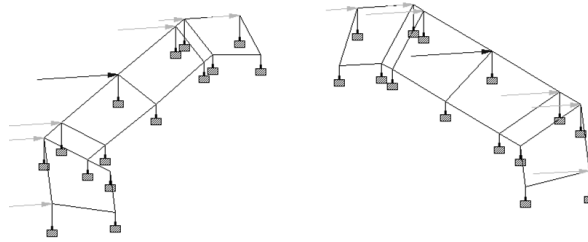


Ilustración 86-Distribución Cargas Sismo EX

Fuente: Propia.

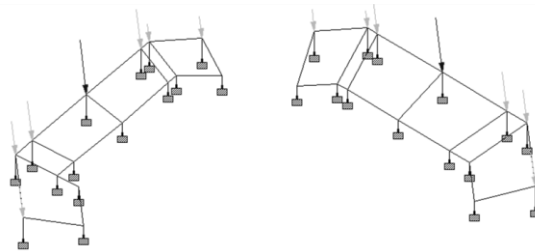


Ilustración 87-Distribución Cargas Sismo EZ

Fuente: Propia.

Diseño de Acero de Refuerzo para Losa Anfiteatro L=6.78 m

Espesor de Losa (h)= 6.78 m/28. Por tanto, $6.78 \text{ m}/28 = 0.25 \text{ m}$. Por otro lado, el inciso 2.9.5.2.1 expresa que a menos que los cálculos de deflexiones resulten en espesores menores a lo estipulado según la Tabla 2.9.5-a, estos se pueden usar sin efectos adversos; también la consideración de isóptica. Finalmente, el espesor de losa a utilizar es: 0.15 m =5.91 in

Espesor de losa= 0.15 m =5.91 in

Peso Propio: $\frac{35.43}{12} (150 \frac{lb}{ft^3}) : 442.87 \text{ lb/ft}^3$

Carga Viva: 500 kg/m²: 102.41 lb/ft²

$$WU=1.4*442.87 + 1.7*102.41=794.12 \text{ lb/ ft}^2$$

$$Mu: \frac{Wu * l^2}{8} = \frac{794.12 * 22.23^2}{8} = 49,054.19 \text{ lb-ft} = 588.65 \text{ kp-in}$$

$$Mu = \phi Mn$$

$$588.65 = 0.9 * \rho * fy * b * d^2 * (1 - \frac{0.59 * \rho * fy}{fc})$$

$$588.65 = 0.9 * \rho * 60 * 12 * 4.91^2 * (1 - \frac{0.59 * \rho * 60}{4})$$

$$\rho = 0.0043$$

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

$$As = 0.0043 * 12 * 4.91 = 0.253 \text{ in}^2$$

Cantidad de Barras (Acero Principal)

$$\frac{A_{barra} * b}{As} = \frac{0.20 * 12}{0.253} = 5.21'' = 13.25 \text{ cm}; \text{ No. 3 @ 0.13 m. Por tanto, usar No. 3 @ 0.10 m.}$$

Cantidad de Barras (Acero de Temperatura)

Si fy: 60 KSI; entonces $\rho_{temp} = 0.0018$

Si fy: 40 KSI; entonces $\rho_{temp} = 0.0020$

$$AS_{temp} = \rho * e * b$$

$$AS_{temp} = 0.0018 * 5.91 * 12 = 0.128 \text{ in}^2$$

$$\frac{A_{barra} * b}{As} = \frac{0.11 * 12}{0.128} = 10.31'' = 26.19 \text{ cm}; \text{ No. 3 @ 0.25 m}$$

Diseño de Acero de Refuerzo para Losa Anfiteatro L= 4.00 m

L= 4.00 m. Espesor de Losa (h)= 4 m/20. Por tanto, h= 0.20 m. Por otro lado, el inciso 2.9.5.2.1 expresa que a menos que los cálculos de deflexiones resulten en espesores menores a lo

estipulado según la Tabla 2.9.5-a, estos se pueden usar sin efectos adversos; también la consideración de isóptica. Finalmente, el espesor de losa a utilizar es: 0.15 m = 5.91 in.

Para efectos de cálculo, y en vista del elemento monolítico de losa, considerar espesor de 0.90 m.

$$\text{Peso Propio: } \frac{35.43}{12} \left(150 \frac{\text{lb}}{\text{ft}^3}\right) : 442.41 \text{ lb/ft}^3$$

$$\text{Carga Viva: } 500 \text{ kg/m}^2 : 102.41 \text{ lb/ft}^2$$

$$WU = 1.4 * 442.41 + 1.7 * 102.41 = 794.12 \text{ lb/ft}$$

$$Mu: \frac{WU * l^2}{8} = \frac{794.12 * 13.22^2}{8} = 17,348.38 \text{ lb-ft} = 208.18 \text{ kp-in}$$

$$Mu = \phi Mn$$

$$208.18 = 0.9 * \rho * fy * b * d^2 * \left(1 - \frac{0.59 * \rho * fy}{fc}\right)$$

$$208.18 = 0.9 * \rho * 60 * 12 * 4.91^2 * \left(1 - \frac{0.59 * \rho * 60}{4}\right)$$

$$\rho = 0.0037$$

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

$$As = 0.0037 * 12 * 4.91 = 0.22 \text{ in}^2$$

Cantidad de Barras (Acero Principal)

$$\frac{A_{\text{barra}} * b}{As} = \frac{0.11 * 12}{0.22} = 6'' = 15 \text{ cm}; \quad \text{No. 3 @ 0.15 m}$$

Cantidad de Barras (Acero de Temperatura)

$$\text{Si } fy: 60 \text{ KSI; entonces } \rho_{\text{temp}} = 0.0018$$

$$\text{Si } fy: 40 \text{ KSI; entonces } \rho_{\text{temp}} = 0.0020$$

$$AS_{\text{temp}} = \rho * e * b$$

$$AS_{\text{temp}} = 0.0018 * 5.91 * 12 = 0.128 \text{ in}^2$$

$$\frac{A_{\text{barra}} * b}{As} = \frac{0.11 * 12}{0.128} = 10.31'' = 26.19 \text{ cm}; \quad \text{No. 3 @ 0.25 m}$$

5.11. DISEÑO DE VIGAS, COLUMNAS Y ZAPATAS DEL ANFITEATRO

El Sistema para las vigas del Anfiteatro Plaza de la Cultura, es de concreto reforzado con una resistencia de 27.5 MPa (4000 PSI) y con dimensiones de 0.30m x 0.50m, de base y altura respectivamente, estas medidas serán utilizadas en todas las vigas de la estructura, cubriendo un claro máximo de 6.78 m de longitud. El refuerzo para estas vigas es la única diferencia entre ellas, se clasifican en tres grupos diferentes que serán presentados a continuación.

Vigas

Revisión Viga 0.30x0.50 m (V1)

El primer grupo de vigas, ubicadas en el contorno externo, cuenta con dimensiones de 0.30m x 0.50m, y un armado compuesto de varillas de acero corrugado No. 5, dos arriba y tres abajo, con estribos No. 4 espaciados a una distancia de 0.20 m. El diseño y detalles de ella se muestran en la Ilustración 88.

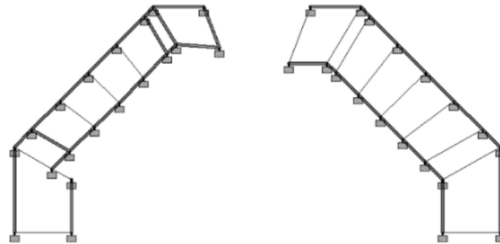


Ilustración 88-Grupo Vigas 1 Vista Planta

Fuente: Propia.

Diseño Estribos

Diseño de espaciamientos máximos según ACI 318 - 95

Notas* Av:(Área estribo*2); fy: 413.7 MPa (60000 PSI)

$$1 \ S_{max} = \frac{A_v * f_y}{50 * b} \quad S_{max} = \frac{0.4 * 60,000}{50 * 12} \quad S_{max} = 40.00''$$

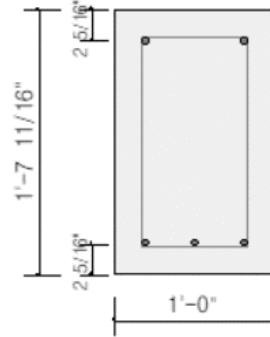
$$2 \ S_{max} = \frac{d}{2} \quad S_{max} = \frac{17.18}{2} \quad S_{max} = 8.6''$$

$$3 \ S_{max} = 24''$$

De estos tres parámetros se escoge el menor y se sustituye en los espaciamientos que superan el máximo, en este caso 8.6". $S_{Max}: 8.6" = 0.20 \text{ m}$

1. Geometry and Materials

Design Code : ACI318-95
 Material Data : $f'_c = 4000 \text{ psi}$ ($\beta_1 = 0.850$)
 $f_y = 60000, f_{ys} = 60000 \text{ psi}$
 Section Dim. : $19.69 \times 12 \text{ in}$
 Top Layer 1 : 2 - #5 ($d_T = 2.31 \text{ in}$)
 Bot. Layer 1 : 3 - #5 ($d_B = 2.31 \text{ in}$)
 Total Steel Area $A_{st} = 1.55 \text{ in}^2$ ($\rho_{st} = 0.0066$)



2. Member Force and Moment

$M_u = 41.12 \text{ ft-k}$ $V_u = 6.45 \text{ kips}$
 $T_u = 2.48 \text{ ft-k}$

3. Check Reinforcement Ratio and Crack Control

Minimum Tension Reinf. $A_{s,min} = 0.69 < 0.93 \text{ in}^2$ O.K
 Maximum Tension Reinf. $A_{s,max} = 5.08 > 0.93 \text{ in}^2$ O.K
 $z = f_s \sqrt{d_c A} = 126 \text{ kips/in} < 145 \text{ kips/in}$ O.K

4. Check Torsional Moment Capacity

Strength Reduction Factor $\phi = 0.850$
 $T_{req} = \phi \sqrt{f'_c} \left(\frac{A_{cp}^2}{P_{cp}} \right) = 3.94 \text{ ft-k} > T_u$ (Torsional Reinf. Negligible)

5. Check Bending Moment Capacity

Strength Reduction Factor $\phi = 0.900$
 Provided Reinforcement
 Tension Reinf. = 0.93, Comp. Reinf. = 0.62, Skin Reinf. = 0.00 in^2

 Neutral Axis Depth $c = 1.92 \text{ in}$
 Balanced Axis Depth $c_b = 10.28 \text{ in}$
 Design Moment Strength $\phi M_n = 70.51 \text{ ft-k}$
 Strength Ratio : Applied/Design = 0.583 < 1.000 O.K

6. Check Shear Capacity

Strength Reduction Factor $\phi = 0.850$
 $\phi V_c + \phi V_s = 22.41 + 0.00 = 22.41 \text{ kips}$

Ilustración 89- Revisión Viga Anfiteatro 0.30x0.50 m (VGA-1)

Fuente: Propia.

Revisión Vigas 0.50x0.60 m (V2)

El segundo grupo de vigas, internas, cuenta con dimensiones de 0.50m x 0.60m, y un armado compuesto de tres varillas de acero corrugado No. 6 arriba y abajo, con estribos No. 4 espaciados a una distancia de 0.10 m. El diseño y detalles de ella se muestran en Ilustración 91.

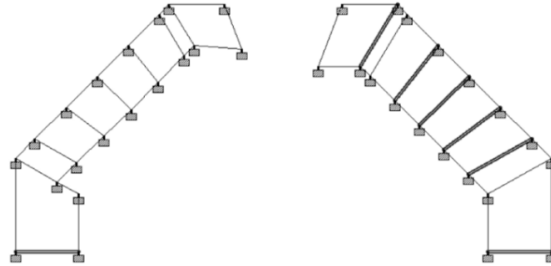


Ilustración 90-Grupo Vigas 2 Vista en Planta

Fuente: Propia.

Diseño Estribos

Diseño de espaciamientos máximos según ACI 318 - 95

Notas* Av:(Área estribo*2); fy: 413.4 MPa (60000 PSI)

$$1 \quad S_{max} = \frac{A_v * f_y}{50 * b} \quad S_{max} = \frac{0.4 * 60,000}{50 * 19.685} \quad S_{max} = 24.38''$$

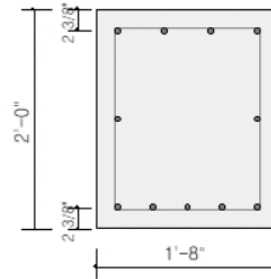
$$2 \quad S_{max} = \frac{d}{2} \quad S_{max} = \frac{21.62}{2} \quad S_{max} = 10.81''$$

$$3 \quad S_{max} = 24''$$

Teóricamente, los estribos para la viga V2 corresponden a la distancia máxima de 10.81", dando un total de 0.25 m, sin embargo, se tomará el espaciamiento de No. 4 a cada 0.10 m, tal como lo indica Ilustración 91.

1. Geometry and Materials

Design Code : ACI318-95
 Material Data : $f'_c = 4000$ psi ($\beta_1 = 0.850$)
 $f_y = 60000$, $f_{ys} = 60000$ psi
 Section Dim. : 24 * 20 in
 Top Layer 1 : 4 - #6 ($d_T = 2.38$ in)
 Bot. Layer 1 : 5 - #6 ($d_B = 2.38$ in)
 Left Skin Reinf. : 1 - #6
 Right Skin Reinf. : 1 - #6
 Total Steel Area $A_{st} = 4.84$ in² ($\rho_{st} = 0.0101$)



2. Member Force and Moment

$M_u = 126.22$ ft-k $V_u = 51.06$ kips
 $T_u = 104.02$ ft-k

3. Check Reinforcement Ratio and Crack Control

Minimum Tension Reinf. $A_{s,min} = 1.44 < 2.20$ in² O.K
 Maximum Tension Reinf. $A_{s,max} = 11.01 > 2.20$ in² O.K
 $z = f_y \sqrt{d_o A} = 128$ kips/in < 145 kips/in O.K

4. Check Torsional Moment Capacity

Strength Reduction Factor $\phi = 0.850$

$$T_{req} = \phi \sqrt{f'_c} \left(\frac{A_{co}^2}{P_{co}} \right) = 11.73 \text{ ft-k} < T_u \text{ (Torsional Reinf. Req'd)}$$

$$T_{or} = \phi 4 \sqrt{f'_c} \left(\frac{A_{co}^2}{P_{co}} \right) = 46.92 \text{ ft-k}$$

$$\sqrt{\left(\frac{V_u}{b_w d} \right)^2 + \left(\frac{T_u P_n}{1.7 A_{co}^2} \right)^2} = 489.36 \leq \phi \left(\frac{V_c}{b_w d} + 8 \sqrt{f'_c} \right) = 537.59 \text{ O.K}$$

$$A_o = 287.5 \text{ in}^2 \quad p_n = 74.0 \text{ in}$$

$$\frac{A_t}{s} = 0.0426 \text{ in.} \quad \frac{A_v}{s} = 0.0041 \text{ in.} \quad (V_c = 54.71 \text{ kip, } V_s = 5.37 \text{ kips})$$

$$A_t = \frac{A_t}{s} * p_n \left(\frac{f_{ys}}{f_y} \right) = 3.15 \text{ in}^2$$

$$A_{t,min} = \frac{5 \sqrt{f'_c} A_{co}}{f_y} - \left(\frac{A_t}{s} \right) p_n \frac{f_{ys}}{f_y} = -0.62 \text{ in}^2$$

$$\text{Req'd Torsional Reinf.} = 3.15 \text{ in}^2$$

$$2 \frac{A_t}{s} + \frac{A_v}{s} = 0.0893 \text{ in}$$

Req'd Closed Stirrup Spacing : #4@4 in

5. Check Bending Moment Capacity

Strength Reduction Factor $\phi = 0.900$

Provided Reinforcement

Tension Reinf. = 1.33, Comp. Reinf. = 0.00, Skin Reinf. = 0.00 in²

Neutral Axis Depth $c = 1.38$ in

Design Moment Strength $\phi M_n = 126.22$ ft-k

(Req'd Steel Area)/(Total Steel Area) = 4.48/4.84 = 0.926 < 1.000 O.K

Ilustración 91- Revisión Viga Anfiteatro 0.50x0.60 m (VGA-2)

Fuente: Propia.

Columnas Anfiteatro

El Sistema de columnas del Anfiteatro Plaza de la Cultura, es de concreto reforzado con una resistencia de 27.5 MPa (4000 PSI) y con dimensiones de 0.40m x 0.40m, de base y altura respectivamente, con alturas de 1.28 m máximo. Cabe destacar que todas las columnas cuentan con un desplante de un metro por debajo del terreno natural.

Según el inciso 1.3.5.8 del CHOC-08, los desplazamientos laterales no deberán exceder $0.04/RW$ o bien $0.005 \times$ altura de piso para estructuras que tienen un período fundamental menor que 0.7 segundos. Considerar Carga Sísmica EX.

$$0.005 \times 1.28 \text{ m} = 0.0064 \text{ m (6.4mm)}$$

Revisión Columnas 0.40x0.40 m (C1)

El primer grupo de Columnas cuenta con dimensiones de 0.40x0.40 m, y un armado compuesto de 12 varillas de acero corrugado No. 5, con estribos número 4 espaciados a una distancia de 0.25 m. El diseño y detalles de ella se muestran a continuación.

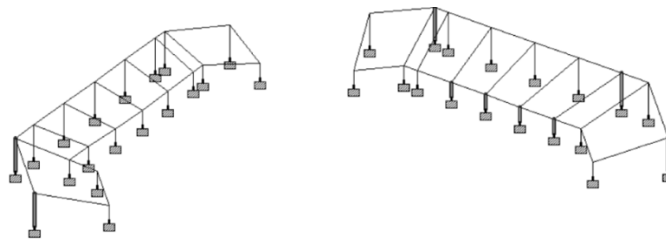


Ilustración 92- Columnas C1 Vista Isométrica

Fuente: Propia.

Diseño Estribos

Diseño de espaciamientos máximos según ACI 318 - 95

$$1 \ S_{max} = 16 * db_{principal} \quad S_{max} = 16 * 0.625 \quad S_{max} = 10''$$

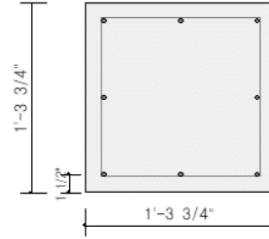
$$2 \ S_{max} = 48 * db_{estribo} \quad S_{max} = 48 * 0.5 \quad S_{max} = 24''$$

$$3 \ S_{max} = \text{menor dimensión} \quad S_{max} = 15.75''$$

El espaciamiento menor de estribos para las columnas es de 10" (0.25 m), sin embargo, se utilizará el armado propuesto que resulte en la revisión de Midas Set.

1. Geometry and Materials

Design Code : ACI318-95
 Stress Profile : Equivalent Stress Block
 Material Data : $f'_c = 4000$ psi ($\beta_1 = 0.850$)
 $f_y = 60000$, $f_{yt} = 60000$ psi
 Section Dim. : 15.748 * 15.748 in
 Effective Len. : $KL_d = 7$ ft
 Steel Distribut. : 8 - 3 - #5 ($d_c = 1.50$ in)
 Total Steel Area $A_{st} = 2.48$ in² ($\rho_{st} = 0.0100$)



2. Magnified Moment

$$KL_d/r_x = 84/5 = 18.48 < 34-12(M_1/M_2) = 22.00$$

$$\delta_x = 1.000$$

$$KL_d/r_y = 84/5 = 18.48 < 34-12(M_1/M_2) = 22.00$$

$$\delta_y = 1.000$$

3. Member Force and Moment

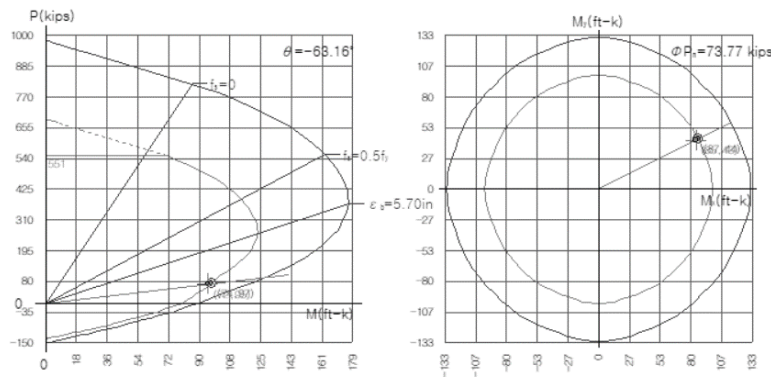
$$P_u = 72.15 \text{ kips}$$

$$M_{ux} = 84.70, \quad M_{uy} = 42.86 \text{ ft-k}$$

4. Check Axial and Moment Capacity

Rotation Angle and Depth to the Neutral Axis $\theta = -63.16^\circ$, $c = 6.83$ in
 Strength Reduction Factor $\phi = 0.7513$
 Maximum Axial Load $\phi P_{n,max} = 550.8$ kips
 Design Axial Load Strength $\phi P_n = 73.8$ kips
 Design Moment Strength $\phi M_{nx} = 86.6$ ft-k
 $\phi M_{ny} = 43.8$ ft-k

Strength Ratio : Applied/Design = 0.978 < 1.000 O.K



5. Check Shear Capacity

Strength Reduction Factor $\phi = 0.850$

Y-Y Direction

Design Force $V_{uy} = 11$ kips ($P_u = 72$ kips)
 Required Tie Spacing : 2 - #4 @ 10 in
 Provided Tie Spacing : 2 - #4 @ 7 in
 $\phi V_{sx} + \phi V_{sy} = 27.63 + 41.52 = 69.16$ kips > $V_{uy} = 11.04$ kips O.K

X-X Direction

Design Force $V_{ux} = 25$ kips ($P_u = 72$ kips)
 Required Tie Spacing : 2 - #4 @ 7 in
 Provided Tie Spacing : 2 - #4 @ 7 in
 $\phi V_{sx} + \phi V_{sy} = 27.63 + 41.52 = 69.16$ kips > $V_{ux} = 25.26$ kips O.K

Ilustración 93- Revisión Columna Anfiteatro CA-1 0.40x0.40 m

Fuente: Propia.

A través de MIDAS SET, se comprueba la aplicación de la Columna C1, 0.4x0.4, coincidiendo con los datos analizados de Staad Pro. El refuerzo transversal para usar son 8 barras No. 5. Considerar cuantía y recubrimiento mínimo de 0.001 y 4 cm respectivamente. De la misma manera, el cumplimiento de longitudes de desarrollo datados en la Tabla 23.

Revisando miembros críticos como columnas y vigas de la Gradería del Teatro y Anfiteatro conforme al ACI-318 95 con el software auxiliar MIDAS SET, se resumen los resultados en la Tabla 35.

Diseño de Zapatas

El Sistema para las zapatas del Anfiteatro Plaza de la Cultura, cuenta con zapatas aisladas y zapatas combinadas, siendo un total de 34 zapatas de concreto reforzado con una resistencia de 27.5 MPa (4000 PSI) y con dimensiones que varían. El diseño de estas se realizó en el programa STAAD Foundation para las Aisladas y en Midas Set para las Combinadas y se clasifican en dos grupos diferentes que serán presentados a continuación.

Zapatas Aisladas

El primer grupo de zapatas son las aisladas, siendo un total de 32, y un armado compuesto de varillas de acero corrugado número cinco arriba y abajo, con sus espaciamientos que difieren y serán presentados en el juego de planos. La salida de datos de cimiento en Staad Foundation contabiliza 36 zapatas. V.

Tabla 34.

Tabla 34- Salida Zapatas Aisladas Staad Foundation Gradería Anfiteatro

ID	Ancho (m)	Largo (m)	Espesor (m)
1	1.80	1.80	0.45
2	1.60	1.60	0.45
3	1.50	1.50	0.45
4	1.40	1.40	0.45
5	1.50	1.50	0.45
6	1.30	1.30	0.45
7	1.30	1.30	0.45
8	1.10	1.10	0.45
9	1.40	1.40	0.45
10	1.30	1.30	0.45
11	1.20	1.20	0.45

Continuación Tabla 34

12	1.60	1.60	0.45
13	1.20	1.20	0.45
14	1.20	1.20	0.45
15	1.10	1.10	0.45
16	1.80	1.80	0.45
17	2.00	2.00	0.45
18	1.90	1.90	0.45
19	1.80	1.80	0.45
20	2.00	2.00	0.45
21	1.70	1.70	0.45
22	1.60	1.60	0.45
23	1.90	1.90	0.45
24	1.70	1.70	0.45
25	1.40	1.40	0.45
26	1.40	1.40	0.45
27	1.400	1.40	0.45
28	1.60	1.60	0.45
29	1.40	1.40	0.45
30	1.50	1.50	0.45
31	1.50	1.50	0.45
32	1.20	1.20	0.45
33	1.20	1.20	0.45
34	1.90	1.90	0.45
35	1.90	1.90	0.45
36	1.50	1.50	0.45

Fuente: Propia

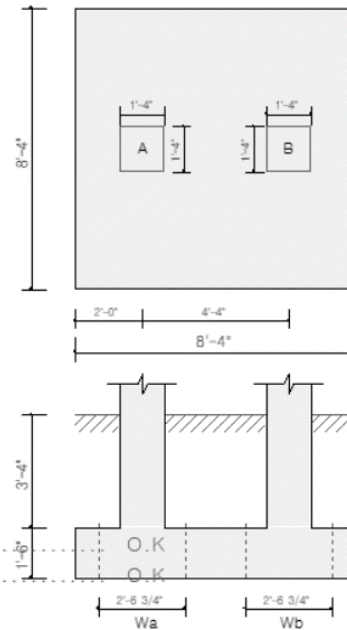
Como se observa en la Tabla 34 todas las zapatas cuentan con un espesor de 0.45m y la de mayor dimensión es de 2.00 m x 2.00 m.

Zapatas Combinadas

El segundo grupo de zapatas son las combinadas, siendo un total de dos. Su diseño es combinado ya que al plantearse como aisladas, interceptan dada su cercanía y siendo combinadas, su funcionamiento ante las cargas es el más adecuado. Con un armado compuesto de varillas de acero corrugado No. 5 arriba y abajo, con sus espaciadores que difieren y serán presentados en el juego de planos.

1. Geometry and Materials

Design Code : ACI318-95
 Material Data : $f'_c = 4000$ psi
 $f_y = 60000$ psi
 Footing Dim. : $100 \times 100 \times 18$ in ($\alpha_c = 3$)
 Self Weight : 15,6 kips
 AllowSoilPress: $q_s = 2.9$ ksf
 Soil Depth : $H = 40$ in (Density = 120,00 pcf)
 Column A : 16×16 in
 Column B : 16×16 in



2. Applied Loads

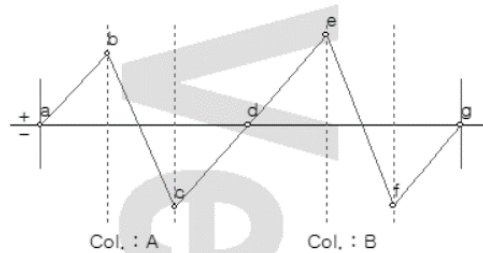
Column : A
 $P_s = 13.20$, $P_u = 19.51$ kips
 Column : B
 $P_s = 14.30$, $P_u = 21.50$ kips

3. Check Soil Bearing Stress

Actual Stress
 $q_{s(max)} = 1.05$ ksf $<$ $q_s = 2.88$ ksf
 $q_{s(min)} = 1.00$ ksf $>$ 0.00 ksf

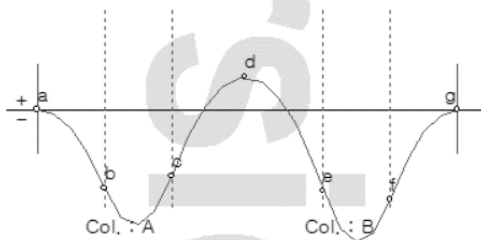
Factored Stress
 $q_{u(max)} = 0.64$ ksf
 $q_{u(min)} = 0.55 + 0.87 >$ 0.00 ksf O.K

4. Shear Force Diagram



	Location(ft)	Shear(kips)
a	0.00	0.00
b	1.33	6.14
c	2.67	-7.06
d	4.12	0.00
e	5.67	7.70
f	7.00	-6.98
g	8.33	0.00

5. Bending Moment Diagram



	Location(ft)	Moment(ft-k)
a	0.00	0.00
b	1.33	4.08
c	2.67	3.45
d	4.12	-1.71
e	5.67	4.21
f	7.00	4.67
g	8.33	0.00

6. Check Shear

Strength Reduction Factor $\phi = 0.850$
 One Way Shear (Column-B Left Side)
 $V_u = 1.56$ kips $<$ $\phi V_n = 158.59$ kips O.K

Two Way Shear (Column-B)
 $V_u = 17.69$ kips $<$ $\phi V_n = 380.40$ kips O.K

Continuación Ilustración 94

7. Check Bending Moment

Strength Reduction Factor $\phi = 0.900$

X Dir. - Top

Effect, W = 100 in (Ly)	Required Spacing	Max. Spacing
$M_u = 1.71 \text{ ft-k}$	#4 @ 18	#4 @ 6
$\rho = 0.0000$	#5 @ 18	#5 @ 9
$A_s(\text{Req}) = 0.00 \text{ in}^2/\text{ft}$	#6 @ 18	#6 @ 13

X Dir. - Bot. (Col. A)

Effect, W = 100 in (Ly)	Required Spacing	Max. Spacing
$M_u = 4.08 \text{ ft-k}$	#4 @ 18	#4 @ 6
$\rho = 0.0000$	#5 @ 18	#5 @ 9
$A_s(\text{Req}) = 0.01 \text{ in}^2/\text{ft}$	#6 @ 18	#6 @ 13

X Dir. - Bot. (Col. B)

Effect, W = 100 in (Ly)	Required Spacing	Max. Spacing
$M_u = 4.67 \text{ ft-k}$	#4 @ 18	#4 @ 6
$\rho = 0.0000$	#5 @ 18	#5 @ 9
$A_s(\text{Req}) = 0.01 \text{ in}^2/\text{ft}$	#6 @ 18	#6 @ 13

Y Dir. - Bot. (Col. A)

Effect, W = 31 in (Wa)	Required Spacing	Max. Spacing
$M_u = 14.34 \text{ ft-k}$	#4 @ 18	#4 @ 6
$\rho = 0.0005$	#5 @ 18	#5 @ 9
$A_s(\text{Req}) = 0.09 \text{ in}^2/\text{ft}$	#6 @ 18	#6 @ 13

Y Dir. - Bot. (Col. B)

Effect, W = 31 in (Wb)	Required Spacing	Max. Spacing
$M_u = 15.80 \text{ ft-k}$	#4 @ 18	#4 @ 6
$\rho = 0.0006$	#5 @ 18	#5 @ 9
$A_s(\text{Req}) = 0.10 \text{ in}^2/\text{ft}$	#6 @ 18	#6 @ 13

Ilustración 94-Revisión ZA-4 Combinada

Fuente: Propia.

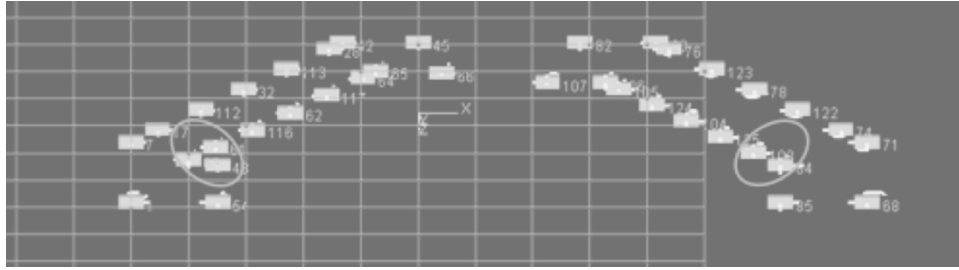


Ilustración 95- Grupo Zapatas Aisladas Vista Planta

Fuente: Propia

El grupo número dos de zapatas cuenta con un total de dos zapatas combinadas, como se aprecia en la Ilustración 95.

Se recomienda para la corrección y revisión de la capacidad soportante del suelo realizar un estudio detallado y preciso del suelo del lugar. Para efectos de diseño de la gradería del Anfiteatro se utiliza la Tabla de Correlación aproximada entre la clasificación de los suelos y CRB, obteniendo una capacidad soportante de 14.1 T/m² (20 PSI).

Tabla 35- Resumen Tipología Zapata, Viga y Columna Gradería Anfiteatro

Zapata	Unidad	Especificaciones Técnicas		Fy: 413.7 MPa	F'c: 27.5 MPa	Recub. 0.075 m
		Tipología	Dimensión (e= 0.45 m)	Refuerzo Transversal (m)	Refuerzo Longitudinal (m)	
ZA-1	4	Aislada	1.80x1.80	No. 6 @ 0.15	No. 6 @ 0.15	
ZA-2	8	Aislada	1.40x1.40	No. 6 @ 0.15	No. 6 @ 0.15	
ZA-3	9	Aislada	1.60x1.60	No. 6 @ 0.15	No. 6 @ 0.15	
ZA-4	2	Combinada	2.50x2.50	No. 6 @ 0.15	No. 6 @ 0.15	
ZA-5	6	Aislada	1.20x1.20	No. 4 @ 0.15	No. 4 @ 0.15	
ZA-6	5	Aislada	2.00x2.00	No. 6 @ 0.15	No. 6 @ 0.15	

Viga	ml	Recubrimiento (m)	Dimensión (m)	Refuerzo Transversal Final	Refuerzo Longitudinal (m)
VGA-1		0.04	0.30x0.50	5 No. 5	No. 4 @ 0.20
VGA-2		0.04	0.50x0.60	11 No. 6	No. 4 @ 0.10

Columna	ml	Recubrimiento (m)	Dimensión (m)	Refuerzo Transversal	Refuerzo Longitudinal (m)
CA-1		0.04	0.40x0.40	8 No. 5	No. 4 @ 0.15

Acero de Refuerzo G-60 para Losa de Gradería Anfiteatro Claro: 6.78 m					
Espesor de Losa: 0.90 m					
Acero Principal			No. 3 @ 0.10 m		
Acero por Temperatura			No. 3 @ 0.25 m		

Acero de Refuerzo para Losa de Gradería Anfiteatro Claro: 4 m					
Acero Principal			No. 3 @ 0.15 m		
Acero por Temperatura			No. 3 @ 0.25 m		

Fuente: Propia.

De acuerdo con la Tabla 35, resultan 34 zapatas aisladas y combinadas en conjunto. Considerar cuantía y recubrimiento mínimo de 0.001 y 4 cm respectivamente. De la misma manera, el cumplimiento de longitudes de desarrollo dados en la Tabla 23.

A través de MIDAS SET, se comprueba la aplicación de la Columna CA-1 de la gradería del anfiteatro, 0.40x0.40 m, coincidiendo con los datos analizados de Staad Pro. El refuerzo transversal para usar son 8 barras No. 5. Considerar cuantía y recubrimiento mínimo de 0.001 y 0.04 m respectivamente. De la misma manera, el cumplimiento de longitudes de desarrollo datados en la Tabla 23. Todos los miembros revisados son de concreto reforzado, 27.5 MPa (4000 PSI). Los mismos cumplen especificaciones técnicas al uso de acero de refuerzo, siendo de Grado 60.

5.12. CONCLUSIONES PARCIALES

1. Buscando mejorar el aspecto funcional en el Teatro de Plaza de la Cultura, se ha determinado una disposición de columnas distintas a la propuesta arquitectónica, logrando la reducción de un set de columnas y se propone una disposición de columnas más uniforme con un intercolumnio no mayor a seis metros.
2. Se realiza la reducción de la dimensión original de la tramoya, justificándose en que en el medio nacional no existe una afluencia significativa de obras con efectos fantásticos para realizar una tramoya de dimensiones mayores. Se resalta que con la dimensión propuesta de la tramoya se logra la suspensión de telones, bambalinas, personas y otros elementos que se requiera. La mecánica teatral consta de un sistema automatizado, resultando de 12 izadores con 12 bambalinas.
3. Por efectos de conservación de monumentos, se recomienda expandir el claro de la tijera y estructura nueva (26.20 metros), datando de una nueva disposición al intercolumnio. La cimentación de la estructura del teatro es de tipología aislada, con la finalidad de no interponerse con la estructura existente de cimentación.
4. Para efecto del mejoramiento del cálculo en las columnas del anfiteatro, se realiza el cambio en el diseño arquitectónico original, permitiendo realizar un diseño de columna con cuantía de acero que soporta las cargas ejercidas. Este diseño y área de acero es trasladado a las columnas para no afectar el diseño arquitectónico final.
5. Con la intención de no modificar la disposición arquitectónica previamente diseñada, se optó por la unión de zapatas aisladas en ciertos puntos transformándolas a combinadas.

Finalmente, todos los miembros en acero estructural y concreto reforzado cumplen con los lineamientos estipulados que referencia el CHOC-08; ACI 318-95 y AISC ASD-89.

5.13. CATEGORIZACIÓN AMBIENTAL

Plaza de la Cultura se divide en las áreas como se muestran en la Tabla 36. Se observa que para cada sección construida o con posterior restauración se considera la solicitud de la licencia ambiental, basado en análisis de áreas por metro cuadrado de construcción.

Tabla 36-Categoría para Permiso Ambiental según Áreas Plaza de la Cultura

Descripción	Área (m2)	Categoría para Permiso Ambiental
Lobby	766.5	N/A
Área Sostenibilidad	539.04	N/A
Escuela de Arte, Centro Regional de Formación Artística y Cultural de la Zona Noroccidental	2158.1	I
Estacionamiento y Peatonal	2116.7	N/A
Teatro	1697.64	III
Anfiteatro	1004.92	I
Plaza	1143.19	I
Biblioteca	2056.88	I
Galería de Arte	672.26	N/A
Área Total	12155.23	

Fuente: Propia.

Respecto a Tabla 36 y bajo consultas externas generadas, Plaza de la Cultura debe de ser asignada a la Categoría 3 como un complejo, tomando en cuenta que es un Patrimonio Cultural.

Tabla 37- Sección Tabla de Categorización Ambiental


Sector	Subsector	Actividad	Descripción	CIU-3	Código	Categoría			
						1	2	3	4
Sector 10. Infraestructura, construcción y vivienda	B. Construcción	017. Intervención de monumentos históricos y arquitectónicos	Desarrollo de obras de construcción de cualquier tipo	SC	10B017				Todas

Fuente: Tabla de Categorización Ambiental, Mi Ambiente, Pág. A-51.

La Tabla 37 como una sección de la Tabla de Categorización Ambiental de Mi Ambiente, argumenta que, para intervención de monumentos históricos y arquitectónicos, Plaza de la Cultura corresponde a Categoría 3.

5.14. PRESUPUESTO Y PLANIFICACIÓN

5.14.1. TEATRO

		UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA CENTROAMERICANA				
PROYECTO DE GRADUACIÓN FASE II CAMPUS SAN PEDRO SULA ENERO, 2020		REALIZADO POR	DAVID OTONIEL TERUEL JAAR OSMEL FERNANDO MEDINA DÍAZ EVA ROCÍO ZEITUN RAMÍREZ			
PROYECTO	TEATRO PLAZA DE LA CULTURA	CLIENTE	CLUB ROTARIO SAN PEDRO SULA			
ÁREA (M2)	2100	FECHA	16-02-20			
					Precio de Venta	L 18,070,842.66
					Gran Total	\$ 726,904.37
					LPS / M2	L 8,605.16
					\$/M2	\$ 346.14
Item	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Valor LPS	
1	PRELIMINARES					
1.01	Limpieza inicial	M2	2100.00	9.19	L 19,293.75	9.19
1.02	Trazo con topografía	M2	2100.00	20.32	L 42,678.30	20.32
				Subtotal	L 61,972.05	
2	EXCAVACIONES Y RELLENOS					
2.01	Excavacion estructural zapata aislada ZT-1 (3.00 x 3.00 x 0.45) m	M3	36.90	91.79	L 3,386.96	91.79
2.02	Excavacion estructural zapata aislada ZT-2 (2.50 x 2.50 x 0.45) m	M3	230.63	91.79	L 21,168.49	91.79
2.03	Excavacion estructural zapata aislada ZT-3 (2.00 x 2.00 x 0.45) m	M3	180.40	91.79	L 16,558.47	91.79
2.04	Excavacion estructural cimentación corrida ZZ (0.50 x 0.50 x 0.25) m	ML	378.00	60.78	L 22,972.95	60.78
2.05	Excavacion estructural zapata combinada ZGT-1 (4.00 x 1.70 x 0.45) m	M3	7.48	91.79	L 686.57	91.79
2.06	Excavacion estructural zapata aislada ZGT-2 (1.50 x 1.50 x 0.45) m	M3	14.85	91.79	L 1,363.04	91.79
2.07	Excavacion estructural zapata combinada ZGT-3 (3.60 x 2.20 x 0.45) m	M3	11.88	91.79	L 1,090.44	91.79
2.08	Excavacion estructural zapata aislada ZGT-4 (2.00 x 2.00 x 0.45) m	M3	4.40	91.79	L 403.87	91.79
2.09	Excavacion estructural zapata aislada ZGT-5 (1.20 x 1.20 x 0.45) m	M3	2.38	91.79	L 218.09	91.79
2.10	Relleno y compactado zapata aislada ZT-1 (3.00 x 3.00 x 0.45) m	M3	26.91	551.66	L 14,844.64	551.66
2.11	Relleno y compactado zapata aislada ZT-2 (2.50 x 2.50 x 0.45) m	M3	232.84	551.66	L 128,446.89	551.66
2.12	Relleno y compactado zapata aislada ZT-3 (2.00 x 2.00 x 0.45) m	M3	175.60	551.66	L 96,873.83	551.66
2.13	Relleno y compactado cimentación corrida ZZ (0.50 x 0.50 x 0.25) m. (Incluye acarreo y material selecto)	M3	100.30	497.29	L 49,878.90	497.29
2.14	Relleno y compactado zapata combinada ZGT-1 (4.00 x 1.70 x 0.45) m. (Incluye acarreo y material selecto)	M3	0.60	551.66	L 330.78	551.66
2.15	Relleno y compactado zapata aislada ZGT-2 (1.50 x 1.50 x 0.45) m. (Incluye acarreo y material selecto)	M3	1.13	551.66	L 620.78	551.66
2.16	Relleno y compactado zapata combinada ZGT-3 (3.60 x 2.20 x 0.45) m. (Incluye acarreo y material selecto)	M3	0.00	551.66	L 1.13	551.66
2.17	Relleno y compactado zapata aislada ZGT-4 (2.00 x 2.00 x 0.45) m. (Incluye acarreo y material selecto)	M3	0.12	551.66	L 63.55	551.66
2.18	Relleno y compactado zapata aislada ZGT-5 (1.20 x 1.20 x 0.45) m. (Incluye acarreo y material selecto)	M3	0.49	551.66	L 271.15	551.66
				Subtotal	L 359,180.51	
3	CONCRETOS					
3.01	Zapata aislada ZT-1 (3.00 x 3.00 x 0.45 m Armado Acero G-60 No. 5 @ 0.30 m, 1 petate inferior) F'c 4000 PSI Incluye Pedestal Teatro PD-1 0.50 x 0.50 m	UNID	2.00	26561.88	L 53,123.76	26561.88
3.02	Zapata aislada ZT-2 (2.50 x 2.50 x 0.45 m Armado Acero G-60 No. 5 @ 0.30 m, 1 petate inferior) F'c 4000 PSI Incluye Pedestal Teatro PD-1 0.50 x 0.50 m	UNID	18.00	20944.37	L 376,998.69	20944.37

Continuación Ilustración 96

3.03	Zapata aislada ZT-3 (2.00 x 2.00 x 0.45 m Armado Acero G-60 No. 4 @ 0.15m, 1 petate inferior) F' C 4000 PSI Incluye Pedestal Teatro PD-1 0.50 x 0.50 m	UNID	22.00	16805.91	L	369,729.93	16805.91
3.04	Cimiento corrido zapata ZZ (0.50 x 0.50 x 0.25 m Armado superior 5 No. 4. Armado inferior No. 3 @ 0.20 m) Acero G-60	ML	378.00	734.61	L	277,680.90	734.61
3.05	Cimiento corrido viga solera inferior ZZ (0.15 x 0.20 m Armado Transversal 4 No. 4. Armado Longitudinal No. 3 @ 0.20 m) Acero G-60	ML	378.00	412.87	L	156,063.37	412.87
3.06	Zapata combinada ZGT-1 (4.00 x 1.70 x 0.45 m Armado No. 5 @ 0.20 m, superior e inferior) Incluye Columna Gradería Teatro CG-1 0.40 x 0.40 m Acero G-60 F' C 4000 PSI	UNID	2.00	24791.07	L	49,582.14	24791.07
3.07	Zapata aislada ZGT-2 (1.50 x 1.50 x 0.45 m Armado No. 5 @ 0.25 m, superior e inferior) Incluye Columna Gradería Teatro CG-1 0.40 x 0.40 m Acero G-60 F' C 4000 PSI	UNID	12.00	7813.81	L	93,765.66	7813.81
3.08	Zapata combinada ZGT-3 (3.60 x 2.20 x 0.45 m Armado No. 5 @ 0.20 m, superior e inferior) Incluye Columna Gradería Teatro CG-1 0.40 x 0.40 m Acero G-60 F' C 4000 PSI	UNID	2.00	26161.95	L	52,323.91	26161.95
3.09	Zapata aislada ZGT-4 (2.00 x 2.00 x 0.45 m Armado No. 5 @ 0.25 m, superior e inferior) Incluye Columna Gradería Teatro CG-1 0.40 x 0.40 m Acero G-60 F' C 4000 PSI	UNID	2.00	11497.77	L	22,995.54	11497.77
3.10	Zapata aislada ZGT-5 (1.20 x 1.20 x 0.45 m Armado No. 5 @ 0.25 m, superior e inferior) Incluye Columna Gradería Teatro CG-1 0.40 x 0.40 m Acero G-60 F' C 4000 PSI	UNID	3.00	6113.57	L	18,340.72	6113.57
3.11	Firme de concreto en zapatas aisladas de limpieza e=0.05 m	M2	476.26	215.94	L	102,845.88	215.94
3.12	Losa acero Cal. 22 para entepiso Área Auxiliar Teatro Ala Norte-Escuela Espesor de losa sobre la cresta = 0.05 m Armado Principal No. 3 @ 0.35 m Armado por temperatura No. 3 @ 0.35 m F'c: 3000 PSI Acero G-60	M2	172.00	1322.25	L	227,426.61	1322.25
3.13	Losa acero Cal. 22. para entepiso Área Auxiliar Teatro Ala Sur-Biblioteca Espesor de losa sobre la cresta = 0.05 m Armado Principal No. 3 @ 0.35 m Armado por temperatura No. 3 @ 0.35 m F'c: 3000 PSI Acero G-60	M2	240.00	1322.25	L	317,339.46	1322.25
3.14	Losa acero Cal. 22 para entepiso Cabina de Iluminación y Audio Espesor de losa sobre la cresta = 0.05 m Armado Principal No. 3 @ 0.35 m Armado por temperatura No. 3 @ 0.35 m F'c: 3000 PSI Acero G-60	M2	80.00	1322.25	L	105,779.82	1322.25
3.15	Losa Gradería Teatro e = 0.15 m Armado Principal No. 4 @ 0.25 m Armado por temperatura No. 3 @ 0.25 m F'c: 4000 PSI Acero G-60	M2	220.00	1522.71	L	334,995.20	1522.71
3.16	Viga Gradería Teatro VG-1 0.50x0.60 m Armado 13 No. 6 con estribo No. 4 @ 0.10 m F'c: 4000 PSI Acero G-60	ML	105.80	3342.92	L	353,681.26	3342.92
3.17	Firme de concreto debajo de Gradería del Teatro e=0.05 m	M2	215.00	215.94	L	46,428.14	215.94
				Subtotal	L	2,959,100.99	
4	ESTRUCTURA DE ACERO						
4.01	Placas de anclaje Columna-Pedestal PD-1 0.50 x 0.50 M Lamina Lisa de 1-1/4". Se utilizarán pernos A325 Ø 3/4" de 6".	UNID	42.00	3769.59	L	158,322.63	3769.59
4.02	Placas de anclaje Columna-Viga 0.50 x 0.50 M Lamina Lisa de 4' x 8' x 1/4"	UNID	117.00	1355.99	L	158,650.61	1355.99
4.03	Placas de transición Viga-Viga 0.60 x 0.30 M Lamina Lisa de 4' x 8' x 1/4"	UNID	48.00	1330.65	L	63,871.20	1330.65
4.04	Columna CT-1 W12 x 45 Acero G-50. CT-1 comprenden las columnas dónde se apoyan las TT-n.	ML	219.00	1071.79	L	234,721.65	1071.79
4.05	Columna CT-2 W12 x 50 Acero G-50. CT-2 comprenden las columnas de las Áreas Auxiliares del Ala Sur y Norte.	ML	62.30	1032.70	L	64,337.36	1032.70
4.06	Columna CT-3 W10 x 39 Acero G-50. CT-3 comprenden las columnas del Área de Cabina de Iluminación y Audio.	ML	35.60	1086.55	L	38,681.19	1086.55
4.07	Viga V1 W12 x 40 Acero G-50. (Viga Primaria). Comprenden entepiso del Áreas Auxiliares.	ML	48.00	1100.56	L	52,826.74	1100.56
4.08	Viga V2 W8 x 24 Acero G-50. Las V2 comprenden las vigas del Área de Cabina de Iluminación y Audio	ML	89.73	824.97	L	74,024.72	824.97
4.09	Viga V3 W8 x 18 Acero G-50. Las V3 comprenden las vigas arriostre entre las CT-1 dónde se apoyan las TT-n.	ML	196.40	779.61	L	153,115.23	779.61
4.10	Tijera TT-1 26.2x3.00 M (Tubo estructural cuadrado de 6"x6"x1/4" en cuerda superior, inferior y miembros internos de 3"x2.5"x1/4"	ML	26.20	1219.64	L	31,954.58	1219.64
4.11	Tijera TT-2, TT-3, TT-4, TT-5, TT-6 y TT-7 26.2x3.00 M (Tubo estructural cuadrado de 6"x6"x1/2" en cuerda superior, inferior v miembros internos de 3"x2.5"x1/4"	ML	157.20	1261.92	L	198,373.84	1261.92

Continuación Ilustración 96

4.12	Tijera TT-8 26.2x3.00 M (Tubo estructural cuadrado de 5"x5"x3/8" en cuerda superior, inferior y miembros internos de 3"x2.5"x1/4"	ML	26.20	1103.54	L	28,912.77	1103.54
4.13	Cumbrera Metálica Cal. 26	ML	36.00	415.22	L	14,947.84	415.22
4.14	Estructura Metálica de Techo Incluye Crucetas 3.5"x3.5"x3/16", Sag Rods, Canaletas dobles 4"x1-5/8"x1/16"	ML	235.00	954.33	L	224,266.70	954.33
4.15	Estructura metálica Tramoya Incluye Tubos Estructurales 6"x6"x1/2"	ML	26.20	1167.31	L	30,583.62	1167.31
4.16	Estructura metálica Puente de Iluminación Incluye Tubos Estructurales 5"x5"x3/16" en pasillo (Enlace con TT-6)	ML	26.20	1052.36	L	27,571.93	1052.36
4.17	Estructura metálica arriostres excéntricos 5"x5"x3/16"	ML	100.00	1052.36	L	105,236.39	1052.36
4.18	Suministro e instalación de Lámina para Techo con Aluzinc Cal. 26 Color Natural	M2	943.20	165.40	L	156,005.28	165.40
4.19	Canal de aguas lluvias lámina galvanizada Cal. 24	ML	193.40	371.29	L	71,806.52	371.29
4.20	Flashing en canal del Teatro con lámina aluzinc Cal. 26 Lisa prepintada blanco	ML	98.20	194.65	L	19,114.51	194.65
4.21	Viga V1-A W10x19 Acero G-50. (Viga Secundaria). Comprenden entrepiso del Áreas Auxiliares.	ML	177.80	784.06	L	139,406.56	784.06
4.22	Viga V1-B W4x13 Acero G-50. (Viga Secundaria). Comprenden entrepiso del Áreas Auxiliares.	ML	74.50	754.51	L	56,211.29	754.51
4.23	Viga V1-C W8x31 Acero G-50. (Viga Secundaria). Comprenden entrepiso del Áreas Auxiliares.	ML	6.40	861.53	L	5,513.82	861.53
4.24	Viga V1-D W12x22 Acero G-50. (Viga Secundaria). Comprenden entrepiso del Áreas Auxiliares.	ML	42.80	810.58	L	34,693.01	810.58
4.25	Viga V1-E W10x22 Acero G-50. (Viga Secundaria). Comprenden entrepiso del Áreas Auxiliares.	ML	73.80	773.10	L	57,054.89	773.10
				Subtotal	L	2,200,204.90	
5	MAMPOSTERIA						
5.01	Sobreelevación Bloque de 6" Concreto Fundido 20.7 MPa (3000 PSI) con baston vertical 1 No. 4 @ 0.40 m. (Incluye impermeabilizante de emulsión asfáltica y repello en ambas caras)	M2	151.20	670.46	L	101,373.14	670.46
				Subtotal	L	101,373.14	
6	ACABADOS						
6.01	Aquapanel Fachada entre Losas KNAUF (Aquapanel Outdoor e = 12.5 mm) (Incluye estructura embatinado) (Caras interna y externa correspondiente al área del Teatro)	M2	5688.84	1229.94	L	6,996,947.91	1229.94
6.02	Techo Acústico Cleneo KNAUF para enlucido Fumi (e = 12.5 mm x 1.25 x 2.00 M) (Incluye estructura embatinado)	M2	1355.76	1820.28	L	2,467,860.93	1820.28
				Subtotal	L	9,464,808.84	
7	OBRAS FINALES						
7.01	Limpieza final	M2	2100.00	9.19	L	19,293.75	9.19
				Subtotal	L	19,293.75	
Gran Total						15,165,934.19	15165934.19

No incluye permiso de construcción.

No incluye transformadores ni permisos EEH-ENEE.

No incluye pozos de absorción de aguas residuales / agua potable.

Observaciones No incluye obra no especificada en este presupuesto.

No incluye sistema automatizado para mecánica teatral. Consultar JR Clancy, USA.

Precio Unitario de materiales incluye 15% I.S.V en Fichas de Costo.

Precio Unitario de materiales no incluye costo de traslado al sitio.

Precio Unitario de elementos de acero como columnas, vigas, placas, arriostres de techo, y tijeras incluye costo de traslado al sitio.

No incluye costo de demolición.

Se contemplan dos meses de grua en vista del montaje y desmontaje de techo existente en el complejo.

Ilustración 96- Precio por Cantidad de Obra Teatro Plaza de la Cultura

Fuente: Propia.

Zapata aislada ZT-1 (3.00 x 3.00 x 0.45 m Armado Acero G-60 No. 5 @ 0.30 m, 1 petate inferior) F'C 4000 PSI Incluye Pedestal Teatro PD-1 0.50 x 0.50 m				Altura (m) PD-1	Item
Características	Unidad	Cantidad		1.15	3.01
Base 1 de Zapata	M	3.00			
Base 2 de Zapata	M	3.00			
Peralte de la Zapata	M	0.45			
Lado 1 de Pedestal	M	0.50			
Lado 2 de Pedestal	M	0.50			
Altura de Pedestal	M	3.20			
Cantidad de varilla en base Zapata 1	C/U	10.00			
Cantidad de varilla en base Zapata 2	C/U	10.00			
Cantidad de varilla en sección de Pedestal	UNID	8.00			
Cantidad de varilla en Pedestal (Altura de Pedestal-Recubrimiento+Id) m	M	25.23			
Diametro de varilla en Zapata	1/8's	5.00			
Diametro de varilla en Pedestal	1/8's	6.00			
Estribo de pedestal a @	M	0.10			
Diametro de estribo de Pedestal	1/8's	4.00			
Unidad de Zapata	UNID	1.00			
Alquiler de Vibrador	M3	25.00			
Mano de Obra Fundición	UNID	600.00			
Tipo de Concreto	PSI	4,000			
				Unidad Total Zapata Aislada	2.00
				Total Volúmen Concreto (M3)	9.99

Descripción	Unidad	Rendimiento	Precio Unitario	Total	
Material					
Concreto PSI 4000	4000.00	M3	5.00	2650.00	13238.00
Varilla G-60 corrugada No. 5	5.00	LANCE	6.97	338.27	2356.61
Varilla G-60 corrugada No. 6	6.00	LANCE	3.08	487.13	1502.08
Varilla G-60 corrugada No. 4	4.00	LANCE	8.68	216.65	1880.81
Alambre de amarre No. 16		LB	6.23	12.10	75.38
Madera para encofrado		PT	40.01	14.90	596.13
Clavos de hierro 2"		LB	0.80	12.00	9.60
Curador de concreto		BARRIL	0.01	3800.00	48.97
Desmoldante para madera		GAL	0.22	210.00	47.04
Clavos de acero de 3"		UNID	24.00	1.00	24.00
Clavos de acero de 4"		UNID	24.00	1.20	28.80
Mano de Obra					
Mano de Obra de Fundición		M3	5.00	600.00	2997.30
Mano de Obra de Acero		KG	237.00	5.00	1184.99
Mano de Obra de Encofrado		M3	11.80	100.00	1180.00
Herramienta y Equipo					
Vibrador		M3	5.00	25.00	124.89
Bomba Impulsadora de Concreto		M3	5.00	200.00	999.10
Herramienta Menor		%	0.05	5362.29	268.11
Costo Total				26561.88	Mano de Obra
Costo/M3				5317.16	5362.29
Costo/UNID				26561.88	5362.29

Ilustración 97- Ficha de Costo Zapata Aislada ZT-1

Fuente: Propia.

Aquapanel Fachada entre Losas KNAUF (Aquapanel Outdoor e = 12.5 mm) (Incluye estructura embatinado) (Caras interna y externa correspondiente al área del Teatro)					Item
Características	Unidad	Cantidad			6.01
Cantidad	M2	1.00		Cantidad Total (M2)	5688.84
Descripción	Unidad	Rendimiento		Precio Unitario	Total
Material					
Placa Aquapanel Outdoor e = 12.50 mm, 1.20 x 2.44 m base cementicia para fachada	UNID	0.38		850.08	319.36
Aquapanel joint filler and skim coating blanco	M2	0.04		1242.53	48.81
Malla superficial de fibra de vidrio Aquapanel rollo 1.00 x 50.00 m	ROLLO	0.02		2092.61	46.04
Aquapanel mortero de juntas gris	M2	0.04		947.84	37.24
Cinta de fibra de vidrio para juntas de Aquapanel de 0.10 x 50.00 m	UNID	0.22		440.62	96.94
Tornillos Aquapanel Maxi Screw SB 25	CAJA	0.10		308.86	30.63
Aquapanel barrera impermeabilizante rollo 1.50 x 50.00 m	ROLLO	0.01		4488.42	65.83
Aislante térmico de lana de mineral de fibra de vidrio R-11 Unfaces Eco-Batts 3.5" x 16" x 96"	UNID	0.07		1303.46	90.46
Borde biselado 5/8" x 4' x 8' regular	M2	0.04		170.02	6.32
Sistema embatinado Perfil Montante C 26/40 superior e inferior y U 26/40 a cada 0.60 M (Poste-8' -3 5/8" 0.31 MM Espesor)	LANCE	2.29		46.58	106.73
Tornillos del sistema embatinado	CAJA	0.61		308.86	186.86
Ángulos de acero anclados a perfiles maestros (a cada 1.50 M de altura)	UNID	1.65		5.75	9.49
Tornillos ángulos de acero anclados a perfiles maestros	CAJA	0.02		308.86	6.73
					0.00
Mano de Obra					
Mano de Obra	M2	1.00		170.00	170.00
Herramienta y Equipo					
Herramienta Menor	%	0.05		170.00	8.50
Costo Total LPS					1229.94
Costo/M2					1229.94
Aumento de la Productividad en Obra			Pareja (Albañil más Ayudante)		
Sistema Tradicional (Albañil + 2 ayudantes)	250.00	Bloques/Día			
	2.69	M2/HR			
	0.37	HR/M2			
	1,055.85	HR			
	5.50	MES			
Tabiques de placas de yeso (5 veces más rápido que Sistema Tradicional) (Albañil + 2 ayudantes)	20.20	M2/HR			
	0.05	HR/M2			
	281.56	HR			
	1.47	MES			

Aquapanel Outdoor KNAUF Teatro			
Longitud	Altura	Área	
99.30	10.95	1,087.34	
30.10	4.45	133.95	
48.00	4.45	213.60	
4.6	4.45	20.47	
2.5	4.45	11.13	
1.75	4.45	7.79	
2.55	4.45	11.35	
7.05	4.45	31.37	
2.65	4.45	11.79	
1.65	4.45	7.34	
2.65	4.45	11.79	
1.65	4.45	7.34	
0.7	4.45	3.12	
0.7	4.45	3.12	
0.7	4.45	3.12	
5.75	4.45	25.59	
5.75	4.45	25.59	
0.7	4.45	3.12	
0.7	4.45	3.12	
1.9	4.45	8.46	
1.7	4.45	7.57	
2.45	4.45	10.90	
3.75	4.45	16.69	
1.6	10.95	17.52	
7.5	10.95	82.13	
18	10.95	197.10	
2.7	10.95	29.57	
2.7	10.95	29.57	
1	10.95	10.95	
8.6	4.45	38.27	
7.9	4.45	35.16	
5.75	4.45	25.59	
21.25	4.45	94.56	
4.9	4.45	21.81	
4.9	4.45	21.81	
3.6	4.45	16.02	
6	4.45	26.70	
4.9	4.45	21.81	
4.9	10.95	53.66	
15.5	10.95	169.73	
26.2	10.95	286.89	
Total (M2)	377.15	1 Cara Externa	2,844.42
Total (M2)	754.30	2 Cara Externa	5,688.84

Ilustración 98-Ficha de Costo Unitario Aquapanel Teatro

Fuente: Propia.

Placas de anclaje Columna-Pedestal PD-1 0.50 x 0.50 M Lamina Lisa de 1-1/4". Se utilizarán pernos A325 Ø 3/4" de 6".

Item

Descripción	Valor	Longitud	4.01	Cantidad	Cantidad Total (UNID)
Nombre	Placa PD-1				42.00
Cantidad de placas	1.00				
Lado A	0.50	Peso Placa		62.31	
Lado B	0.50	Factor A		0.60	
Espesor	1.25	Factor B		0.60	
Contiene pernos	SI				
Cantidad de pernos	6.00	Peso Pernos		0.34	
Diametro	0.75	Peso Total		64.32	
Longitud de varilla	0.15				
Nivelación de placas	SI				
Espesor de nivelación	0.02				
No. de pases de pintura en planta	1.00				
No. de pases de pintura en campo	1.20				
Tipo de pintura en planta	Pintura anticorrosivo gris fast-dry				
Tipo de pintura en campo	Pintura anticorrosivo blanco mate fast-dry				
Material	Unidad	Rendimiento	Precio Unitario	Total	
Lamina Lisa 1-1/2"x4"x8'	PIE	0.13	931.13	116.39	
Varilla G-60 corrugada No. 6	LANCE	1.00	487.13	487.13	
Tuercas 3/4"	LANCE	12.00	4.00	48.00	
Oxigeno	UNID	0.14	560.00	80.95	
Acetileno	UNID	0.04	1050.00	43.36	
Electrodo 7011 -1/8 U.S.A	LB	2.70	35.00	94.55	
Pintura anticorrosivo gris fast-dry	CUBETA	0.00	3490.00	3.31	
Pintura anticorrosivo blanco mate fast-dry	CUBETA	0.01	3490.00	19.93	
Thinner Xileno	GLN	0.00	200.00	0.15	
Sika Grout	UNID	1.00	580.00	580.00	
Consumibles planta	UNID	1.30	29.48	38.32	
Mano de Obra					
Fabricacion de Placa	UNID	1.00	600.00	600.00	
Fabricacion Pernos	UNID	6.00	200.00	1200.00	
Instalacion de Placa	UNID	1.00	50.00	50.00	
Instalacion de Pernos	UNID	6.00	50.00	300.00	
Herramienta y Equipo					
Herramienta Menor	UNID	0.05	2150.00	107.50	
					Costo Total LPS
					Costo/UNID
					3769.59
					3769.59

Ilustración 99-Ficha de Costo Unitario, Placa de Anclaje Columna-Pedestal Teatro

Fuente: Propia.

Columna CT-1 W12 x 45 Acero G-50. CT-1 comprenden las columnas dónde se apoyan las TT-n.		Item				
		4.04				
Descripción	Valor	Longitud	Cantidad			
Nombre	CT-1	4.45	20.00			
Perfil	VIGA W 12 x 45 G-50	6.50	20.00			
Cantidad de Perfiles	1.00					
Cantidad ML	1.00					
Peralte	12.30					
Patín	12.10					
LB/FT	72.00					
Peso total KGM	107.35					
Espesor del alma	0.43					
Espesor de patín	0.67					
No. de pases de pintura en planta	1.00					
No. de pases de pintura en campo	1.20					
Tipo de pintura en planta	Pintura anticorrosivo gris fast-dry					
Tipo de pintura en campo	Pintura anticorrosivo blanco mate fast-dry					
Material	Unidad	Rendimiento	Precio Unitario	Total	Peso Unitario (KG)	Peso Total (KG)
VIGA W 12 x 45 G-50	ML	0.10	1785.93	171.15	727.27	69.70
Oxígeno	UNID	0.07	560.00	36.50		
Acetileno	UNID	0.02	1050.00	23.95		
Electrodo 7011-18 U.S.A	LB	2.63	35.00	92.05		
Pintura anticorrosivo gris fast-dry	CUBETA	0.02	3490.00	61.63		
Pintura anticorrosivo blanco mate fast-dry	CUBETA	0.02	3490.00	73.96		
Thinner Xileno	GLN	0.03	200.00	6.22		
Consumibles planta	UNID	0.02	465.45	9.31		
Mano de Obra						
Mano de Obra en Planta Fabricación de Columna	ML	1.00	150.00	150.00		
Mano de Obra en Campo Instalación de Columna	ML	1.00	150.00	150.00		
Herramienta y Equipo						
Herramienta Menor	UNID	0.05	300.00	15.00		
Otros						
Alquiler de Grúa	ML	1.00	282.03	282.03		
					Costo Total LPS	1071.79
					Costo/ML	1071.79

Ilustración 100-Ficha de Costo Unitario Columna de Acero W12x45

Fuente: Propia.

Viga V3 W8 x 18 Acero G-50. Las V3 comprenden las vigas arriostre entre las CT-1 dónde se apoyan las TT-n.		Item				
Nombre	V3	Longitud	4.09			
Perfil	VIGA W 8 x 18 G-50	Cantidad	1.00			
Cantidad de Perfiles	1.00					
Cantidad ML	1.00	Cantidad Total (ML)	196.40			
Peralte	8.14					
Patin	5.25	Área de Perfil	5.26			
LB / FT	18.00		IN2			
Peso total KG/M	26.84		M2			
Espesor del alma	8.14					
Espesor de patin	5.25					
No. de pases de pintura en planta	1.00					
No. de pases de pintura en campo	1.20					
Tipo de pintura en planta	Pintura anticorrosivo gris fast-dry					
Tipo de pintura en campo	Pintura anticorrosivo blanco mate fast-dry					
Material	Unidad	Rendimiento	Precio Unitario	Total	Peso Unitario (KG)	Peso Total (KG)
VIGA W 8 x 18 G-50	ML	0.10	714.37	68.46		
Oxigeno	UNID	0.02	560.00	9.12	327.27	31.36
Acetileno	UNID	0.01	1050.00	5.99		
Electrodo 7011 - 1/8 U.S.A	LB	0.66	35.00	23.01		
Pintura anticorrosivo gris fast-dry	CUBETA	0.01	3490.00	31.47		
Pintura anticorrosivo blanco mate fast-dry	CUBETA	0.01	3490.00	37.77		
Thinner Xileno	GLN	0.02	200.00	3.17		
Consumibles planta	UNID	0.02	179.00	3.58		
Mano de Obra						
Mano de Obra en Planta Fabricación de Columna	ML	1.00	150.00	150.00		
Mano de Obra en Campo Instalación de Columna	ML	1.00	150.00	150.00		
Herramienta y Equipo						
Herramienta Menor	UNID	0.05	300.00	15.00		
Otros						
Alquiler de Grúa	ML	1.00	282.03	282.03		
				Costo Total LPS		
				Costo/ML		
					779.61	779.61

Ilustración 101-Ficha de Costo Unitario Viga W8x18 Teatro


Fuente: Propia.

Estructura metálica Tramoya Incluye Tubos Estructurales 6"x6"x1/2"				Item			
Descripción	Valor	Área (M2)	Cantidad	4.15			
Longitud (ML)	1.00	372.04	1.00				
		Total (ML)	26.20				
Material	Unidad	Rendimiento	Precio Unitario	Total	Peso Unitario (KG)	Peso Total (KG)	
Tubo 6"x6"x1/2"	LANCE	0.37	1130.17	414.39	52.51	52.51	
Pintura anticorrosivo blanco mate fast-dry	GLN	0.03	3490.00	116.33			
Thinner Xileno	GLN	0.02	200.00	3.33			
Electrodo 7011 -1/8 U.S.A	LB	0.8	35.00	28.00			
Oxigeno	CILINDRO	0.01	560.00	5.60			
Acetileno	CILINDRO	0.00	1050.00	2.63			
Mano de Obra							
Mano de Obra en Planta Fabricación de Columna	ML	1.00	150.00	150.00			
Mano de Obra en Campo Instalación de Columna	ML	1.00	150.00	150.00			
Herramienta y Equipo							
Herramienta Menor	UNID	0.050	300.00	15.00			
Otros							
Alquiler de Grua	ML	1.00	282.03	282.03			
				Costo Total LPS		1167.31	
				Costo/ML		1167.31	
Estructura metálica Puente de Iluminación Incluye Tubos Estructurales 5"x5"x3/16" en pasillo (Enlace con TT-6)				Item			
Descripción	Valor	Área (M2)	Cantidad	4.16			
Longitud (ML)	1.00	26.20	1.00				
		Total (ML)	26.20				
Material	Unidad	Rendimiento	Precio Unitario	Total	Peso Unitario (KG)	Peso Total (KG)	
Tubo 5"x5"x1/2"	LANCE	0.37	816.67	299.44	0.02	0.02	
Pintura anticorrosivo blanco mate fast-dry	GLN	0.03	3490.00	116.33			
Thinner Xileno	GLN	0.02	200.00	3.33			
Electrodo 7011 -1/8 U.S.A	LB	0.8	35.00	28.00			
Oxigeno	CILINDRO	0.01	560.00	5.60			
Acetileno	CILINDRO	0.00	1050.00	2.63			
Mano de Obra							
Mano de Obra en Planta Fabricación de Columna	ML	1.00	150.00	150.00			
Mano de Obra en Campo Instalación de Columna	ML	1.00	150.00	150.00			
Herramienta y Equipo							
Herramienta Menor	UNID	0.050	300.00	15.00			
Otros							
Alquiler de Grua	ML	1.00	282.03	282.03			
				Costo Total LPS		1052.36	
				Costo/ML		1052.36	

Ilustración 102-Ficha de Costo Unitario Estructura de Tramoya y Puente de Iluminación Teatro

Fuente: Propia.

5.14.2.ANFITEATRO

		UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA CENTROAMERICANA		REALIZADO POR		DAVID OTONIEL TERUEL JAAR OSMEL FERNANDO MEDINA DÍAZ EVA ROCÍO ZEITUN RAMÍREZ			
PROYECTO		TEATRO PLAZA DE LA CULTURA		CLIENTE		CLUB ROTARIO SAN PEDRO SULA		Precio de Venta	L
ÁREA (M2)		600		FECHA		09-02-20		Gran Total	\$
								LPS / M2	L
								\$/M2	\$
1	PRELIMINARES								
1.01	Limpieza inicial	M2	600.00	L	13.21	L	7,927.50		13.21
1.02	Trazo con topografía	M2	600.00	L	20.32	L	12,193.80		20.32
					Subtotal	L	20,121.30		
2	EXCAVACIONES Y RELLENOS								
2.01	Excavacion estructural zapata aislada ZA-1 (1.80 x 1.80 x 0.45) m	M3	18.79	L	91.79	L	1,724.87		91.79
2.02	Excavacion estructural zapata aislada ZA-2 (1.40 x 1.40 x 0.45) m	M3	22.74	L	91.79	L	2,086.88		91.79
2.03	Excavacion estructural zapata aislada ZA-3 (1.60 x 1.60 x 0.45) m	M3	33.41	L	91.79	L	3,066.44		91.79
2.04	Excavacion estructural zapata aislada ZA-4 (2.50 x 2.50 x 0.45) m	M3	18.13	L	91.79	L	1,663.65		91.79
2.05	Excavacion estructural zapata aislada ZA-5 (1.20 x 1.20 x 0.45) m	M3	12.53	L	91.79	L	1,149.91		91.79
2.06	Excavacion estructural zapata aislada ZA-6 (2.00 x 2.00 x 0.45) m	M3	29.00	L	91.79	L	2,661.84		91.79
2.07	Relleno y compactado zapata combinada ZA-1 (1.80 x 1.80 x 0.45) m. (Incluye acarreo y material selecto)	M3	11.17	L	551.66	L	6,162.05		551.66
2.08	Relleno y compactado zapata combinada ZA-2 (1.80 x 1.80 x 0.45) m. (Incluye acarreo y material selecto)	M3	12.24	L	551.66	L	6,751.36		551.66
2.09	Relleno y compactado zapata combinada ZA-3 (1.80 x 1.80 x 0.45) m. (Incluye acarreo y material selecto)	M3	19.10	L	551.66	L	10,534.03		551.66
2.10	Relleno y compactado zapata combinada ZA-4 (1.80 x 1.80 x 0.45) m. (Incluye acarreo y material selecto)	M3	11.52	L	551.66	L	6,357.19		551.66
2.11	Relleno y compactado zapata combinada ZA-5 (1.80 x 1.80 x 0.45) m. (Incluye acarreo y material selecto)	M3	6.10	L	551.66	L	3,365.57		551.66
2.12	Relleno y compactado zapata combinada ZA-6 (1.80 x 1.80 x 0.45) m. (Incluye acarreo y material selecto)	M3	17.71	L	551.66	L	9,770.57		551.66
					Subtotal	L	55,294.36		
3	CONCRETOS								
3.01	Zapata aislada ZA-1 (1.80 x 1.80 x 0.45 m Armado Acero G-60 No. 6 @ 0.15 m, 1 petate inferior) F'C 4000 PSI Incluye Pedestal Teatro PD-1 0.40 x 0.40 m 5 No. 8 y No. 4 @ 0.25 m	UNID	4.00	L	12,368.38	L	49,473.52		12368.38
3.02	Zapata aislada ZA-2 (1.40 x 1.40 x 0.45 m Armado Acero G-60 No. 6 @ 0.15 m, 1 petate inferior) F'C 4000 PSI Incluye Pedestal Teatro PD-1 0.40 x 0.40 m 5 No. 8 y No. 4 @ 0.25 m	UNID	8.00	L	8,908.68	L	71,269.43		8908.68
3.03	Zapata aislada ZA-3 (1.60 x 1.60 x 0.45 m Armado Acero G-60 No. 6 @ 0.15 m, 1 petate inferior) F'C 4000 PSI Incluye Pedestal Teatro PD-1 0.40 x 0.40 m 5 No. 8 y No. 4 @ 0.25 m	UNID	9.00	L	10,422.17	L	93,799.52		10422.17
3.04	Zapata aislada ZA-4 (2.50 x 2.50 x 0.45 m Armado Acero G-60 No. 6 @ 0.15 m, 1 petate inferior) F'C 4000 PSI Incluye Pedestal Teatro PD-1 0.40 x 0.40 m 5 No. 8 y No. 4 @ 0.25 m	UNID	2.00	L	20,089.47	L	40,178.93		20089.47
3.05	Zapata aislada ZA-5 (1.20 x 1.20 x 0.45 m Armado Acero G-60 No. 4 @ 0.15 m, 1 petate inferior) F'C 4000 PSI Incluye Pedestal Teatro PD-1 0.40 x 0.40 m 5 No. 8 y No. 4 @ 0.25 m	UNID	6.00	L	6,908.17	L	41,449.03		6908.17
3.06	Zapata aislada ZA-6 (2.00 x 2.00 x 0.45 m Armado Acero G-60 No. 6 @ 0.15 m, 1 petate inferior) F'C 4000 PSI Incluye Pedestal Teatro PD-1 0.40 x 0.40 m 5 No. 8 y No. 4 @ 0.25 m	UNID	5.00	L	14,550.91	L	72,754.54		14550.91
3.07	Firme de concreto en zapatas aisladas de limpieza e=0.05 m	M2	92.82	L	215.94	L	20,044.00		215.94
3.08	Losa Gradería Espesor de losa sobre la cresta = 0.15 m Armado Principal No. 3 @ 0.10 m Armado por temperatura No. 3 @ 0.25 m F'C: 4000 PSI Acero G-60	M2	295.00	L	1,596.54	L	470,980.58		1596.54
3.09	Viga Gradería Anfiteatro VGA-1 Externa 0.30x0.50 m Armado 5 No. 5 con estribo No. 4 @ 0.20 m F'C: 4000 PSI Acero G-60	ML	115.60	L	1,654.25	L	191,226.33		1654.25
3.10	Viga Gradería Anfiteatro VGA-2 Interna 0.50x0.60 m Armado 11 No. 6 con estribo No. 4 @ 0.10 m F'C: 4000 PSI Acero G-60	ML	57.25	L	3,193.80	L	182,844.85		3193.80
3.11	Firme de concreto en zapatas aisladas de limpieza e=0.10 m	M2	600.00	L	215.94	L	129,566.89		215.94
					Subtotal	L	1,363,587.62		

Continuación Ilustración 103

4	OBRAS FINALES							
4.01	Limpieza final	M2	600.00	L	9.19	L	5,512.50	
					Subtotal	L	5,512.50	
Gran Total							1,444,515.78	1444515.78

No incluye permiso de construcción.

No incluye transformadores ni permisos EEH-ENEE.

No incluye pozos de absorción de aguas residuales / agua potable.

Observaciones No incluye obra no especificada en este presupuesto.

No incluye sistema automatizado para mecánica teatral. Consultar JR Clancy, USA.

Precio Unitario de materiales incluye 15% I.S.V en Fichas de Costo.

Precio Unitario de materiales no incluye costo de traslado al sitio.

Precio Unitario de elementos de acero como columnas, vigas, placas, arriostres de techo, y tijeras incluye costo de traslado al sitio.

No Incluye costo de demolición.

Ilustración 103- Precio Cantidad de Obra Anfiteatro Plaza de la Cultura

Fuente: Propia.

Zapata aislada ZA-1 (1.80 x 1.80 x 0.45 m Armado Acero G-60 No. 6 @ 0.15 m, 1 petate inferior) FC 4000 PSI Incluye Pedestal Teatro PD-1 0.40 x 0.40 m 5 No. 8 y No. 4 @ 0.25 m				Altura (m) PD-1	Item
Características				1.00	3.01
Base 1 de Zapata	M	1.80		Unidad Total Zapata Aislada	4.00
Base 2 de Zapata	M	1.80		Total Volúmen Concreto (M3)	7.62
Peralte de la Zapata	M	0.45			
Lado 1 de Pedestal	M	0.40			
Lado 2 de Pedestal	M	0.40			
Altura de Pedestal	M	2.45			
Cantidad de varilla en base Zapata 1	C/U	12.00			
Cantidad de varilla en base Zapata 2	C/U	12.00			
Cantidad de varilla en sección de Pedestal	UNID	8.00			
Cantidad de varilla en Pedestal (Altura de Pedestal-Recubrimiento+ld) m	M	19.19			
Diametro de varilla en Zapata	1/8's	6.00			
Diametro de varilla en Pedestal	1/8's	5.00			
Estribo de pedestal a @	M	0.25			
Diametro de estribo de Pedestal	1/8's	4.00			
Unidad de Zapata	UNID	1.00			
Alquiler de Vibrador	M3	25.00			
Mano de Obra Fundición	UNID	600.00			
Tipo de Concreto	PSI	4,000			

Descripción	Unidad	Rendimiento	Precio Unitario	Total
Material				
Concreto PSI 4000	4000.00	M3	1.91	2650.00
Varilla G-60 corrugada No. 5	6.00	LANCE	4.84	487.13
Varilla G-60 corrugada No. 6	5.00	LANCE	2.35	338.27
Varilla G-60 corrugada No. 4	4.00	LANCE	2.31	216.65
Alambre de amarre No. 16		LB	3.89	12.10
Madera para encofrado		PT	24.34	14.90
Clavos de hierro 2"		LB	0.49	12.00
Curador de concreto		BARRIL	0.00	3800.00
Desmoldante para madera		GAL	0.14	210.00
Clavos de acero de 3"		UNID	14.40	1.00
Clavos de acero de 4"		UNID	14.40	1.20
Mano de Obra				
Mano de Obra de Fundición		M3	1.91	600.00
Mano de Obra de Acero		KG	150.81	5.00
Mano de Obra de Encofrado		M3	7.16	100.00
Herramienta y Equipo				
Vibrador		M3	1.91	25.00
Bomba Impulsadora de Concreto		M3	1.91	200.00
Herramienta Menor		%	0.05	2613.36
Costo Total				12368.38
Costo/M3				6490.88
Costo/UNID				12368.38
Mano de Obra				2613.36
				2613.36

Ilustración 104-Ficha de Costo Unitario de Zapata ZA-1 de Concreto Anfiteatro

Fuente: Propia.

Excavación estructural zapata aislada ZA-1 (1.80 x 1.80 x 0.45) m				Desplante (m)	e (m)	Item	
Características				1.00	0.45	2.01	
	Unidad		1.00			Unidad Total Zapata Aislada	4.00
	Ancho (M)		1.80			Total Volúmen Excavación (M3)	18.79
	Largo (M)		1.80				
	Altura (M)		1.45				
	Volumen Excavación (M3)		4.70				
Descripción	Unidad	Rendimiento	Precio Unitario	Total			
Mano de Obra							
Mano de Obra Excavación	M3	6.11	15.00	91.61			
Herramienta y Equipo							
Retroexcavadora	HR	0.29	725.00	212.88			
Camión	HR	0.31	400.00	122.15			
Herramienta Menor	%	0.05	91.61	4.58			
				Costo Total LPS		431.22	
				Costo/M3		91.79	

Relleno y compactado zapata combinada ZA-1 (1.80 x 1.80 x 0.45) m. (Incluye acarreo y material selecto)				Desplante (m)	e (m)	Item	
Características				1.00	0.45	2.07	
	Volumen Excavación (M3)		4.70			Unidad Total Zapata Aislada	4.00
	Volumen ZA-1 (M3)		1.91			Total Volúmen Relleno y compactado (M3)	11.17
	Volumen Relleno (M3)		2.79				
Descripción	Unidad	Rendimiento	Precio Unitario	Total			
Material							
Material Selecto	M3	3.07	340.00	1,044.40			
Mano de Obra							
Mano de Obra Relleno	M3	2.79	60.00	167.55			
Herramienta y Equipo							
Retroexcavadora	HR	0.21	725.00	151.84			
Bailarina Compactadora	HR	1.60	60.00	95.74			
Camión	HR	0.18	400.00	72.61			
Herramienta Menor	%	0.05	167.55	8.38			
				Costo Total LPS		1,540.51	
				Costo/M3		551.66	

Ilustración 105- Ficha de Costo Unitario Excavación y Relleno Estructural Anfiteatro

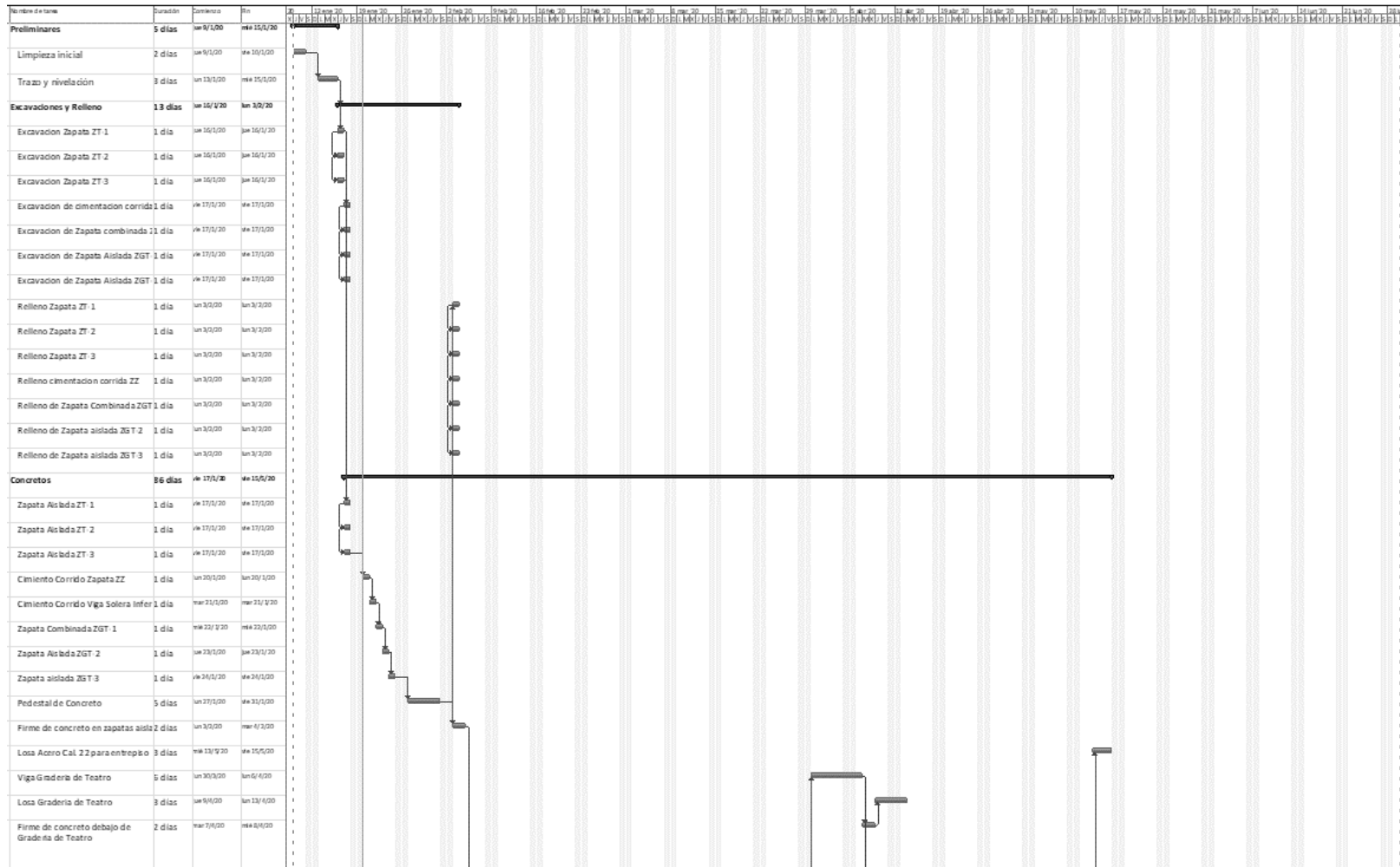
Fuente: Propia.

Viga Gradería Anfiteatro VGA-1 Externa 0.30x0.50 m Armado 5 No. 5 con estribo No. 4 @ 0.20 m F'c: 4000 PSI Acero G-60							Item	
Características		Unidad	Cantidad					
Base de la sección		M	0.30				3.09	
Altura de la sección		M	0.50					
Longitud del elemento		ML	1.00					
Cantidad de varilla en sección		C/U	5.00					
Diametro de varilla en sección		1/8's	5.00					
Estribo a @		M	0.20					
Diametro de varilla en estribo		1/8's	4.00					
Tipo de Concreto		M3	4000					
							Total (ML)	115.60
Descripción		Unidad	Rendimiento	Precio Unitario		Total		
Material								
Concreto PSI 4000	4000.00	M3	0.15	2650.00		409.43		
Varilla G-60 corrugada No. 6	5.00	LANCE	0.61	338.27		206.72		
Varilla G-60 corrugada No. 4	4.00	LANCE	1.29	216.65		278.41		
Alambre de amarre No. 16		LB	0.44	12.10		5.29		
Madera para encofrado		PT	4.84	14.90		72.09		
Clavos de acero de 4"		LB	0.48	12.00		5.81		
Curador de concreto		BARRIL	0.002	7.00		0.01		
Desmoldante para madera		GALONES	0.046	210.00		9.56		
Clavos de acero de 2-1/2"		UNID	2.00	1.00		2.00		
Clavos de acero de 3"		UNID	2.00	1.00		2.00		
Mano de Obra								
Mano de Obra de Fundición		ML	1.00	200.00		200.00		
Mano de Obra de Acero		KG	20.03	5.00		100.16		
Mano de Obra de Encofrado		ML	1.00	60.00		60.00		
Herramienta y Equipo								
Vibrador		M3	0.15	25.00		3.86		
Sistema de Apuntalamiento Parales de 4"x4"		ML	1.00	250.00		250.00		
Bomba Impulsadora de Concreto		M3	0.15	200.00		30.90		
Herramienta Menor		%	0.05	360.16		18.01		
						Costo Total	1654.25	
						Costo/M3	10707.12	
						Costo/ML	1654.25	
						Mano de Obra	360.16	
							360.16	

Ilustración 106- Ficha de Costo Unitario Viga Externa VGA-1 Anfiteatro

Fuente: Propia.

Tabla 38-Programación de la Obra (Teatro)



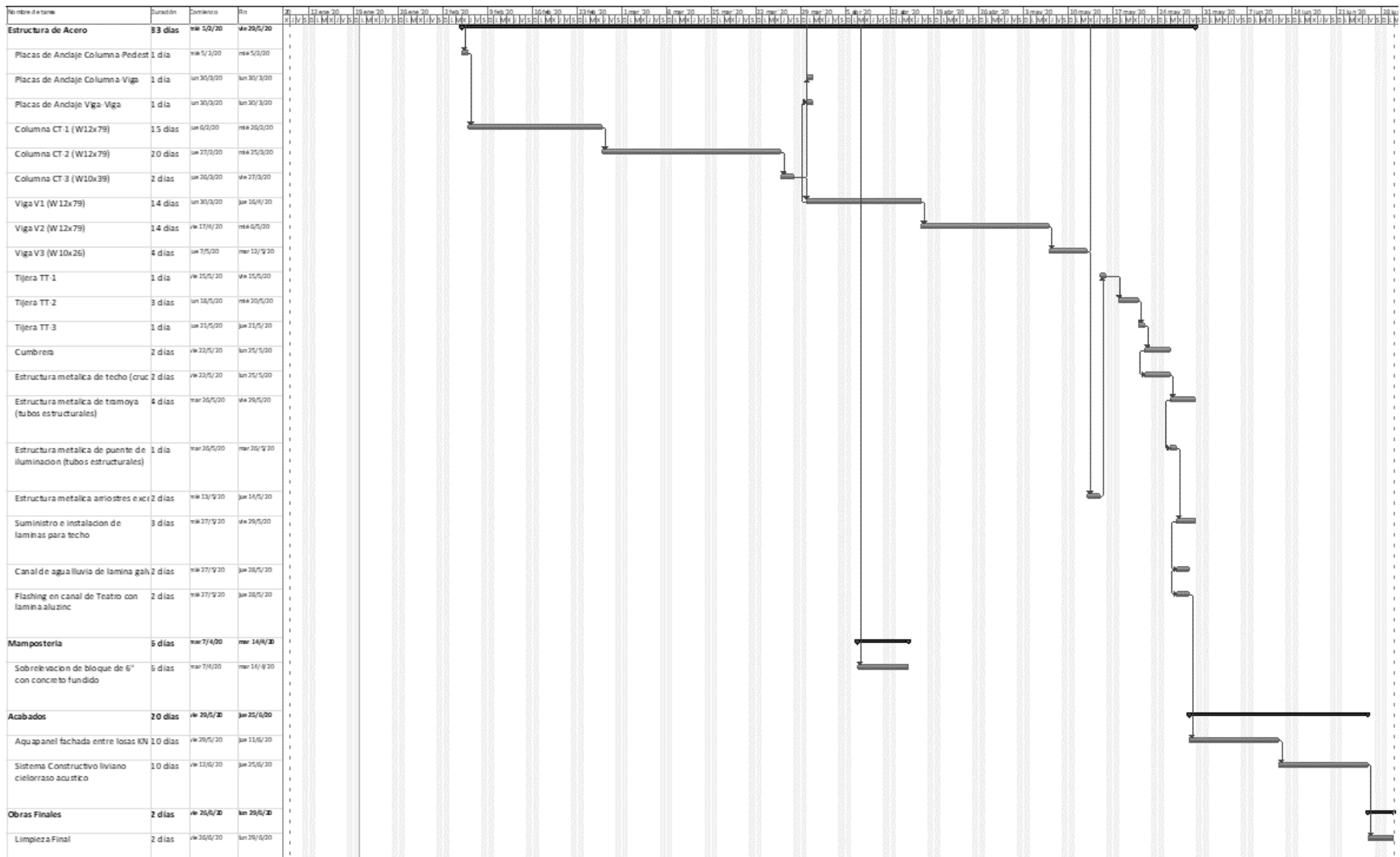
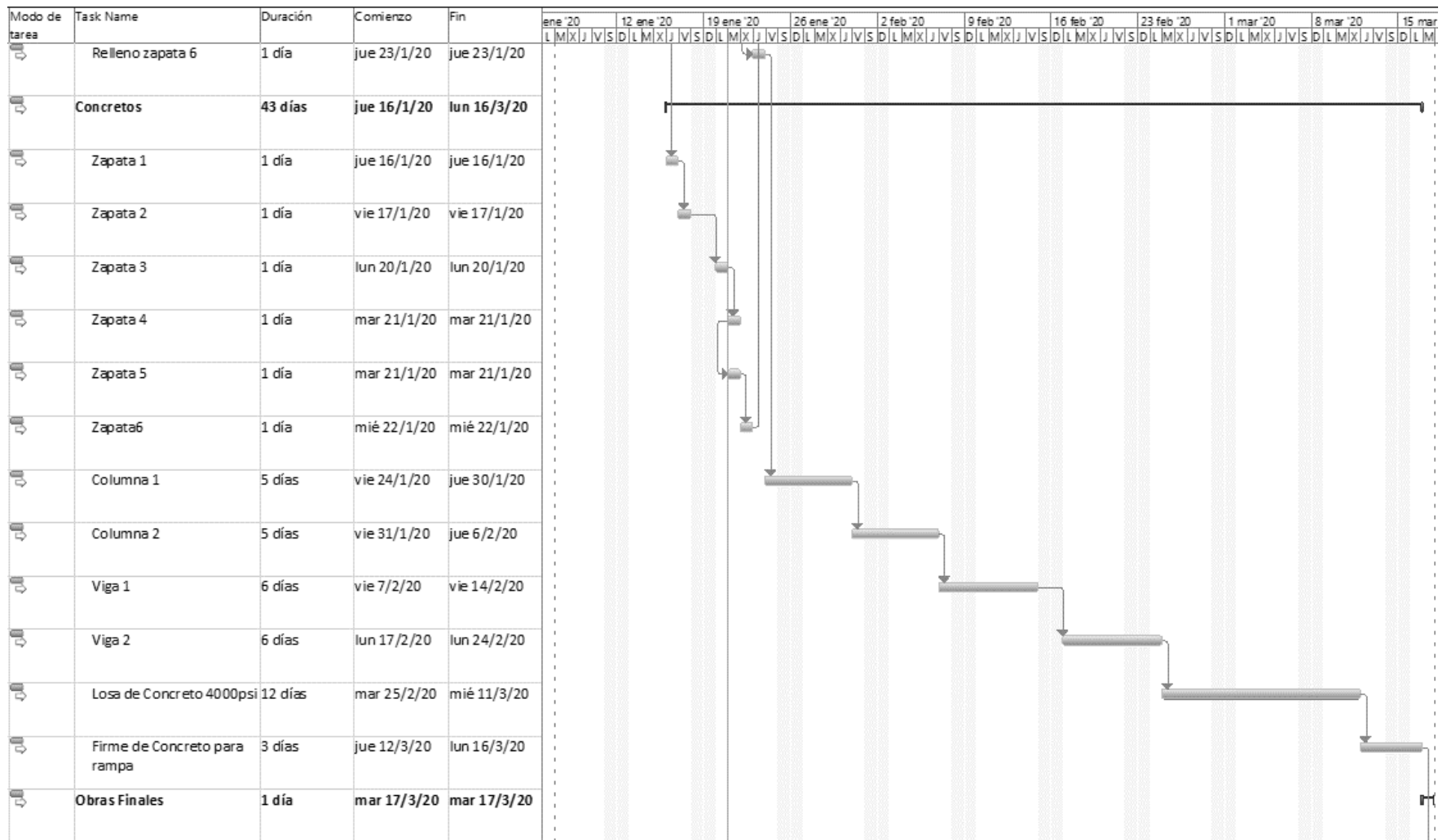


Tabla 39-Programación de la obra (Anfiteatro)

Modo de tarea	Task Name	Duración	Comienzo	Fin	ene '20	12 ene '20	19 ene '20	26 ene '20	2 feb '20	9 feb '20	16 feb '20	23 feb '20	1 mar '20	8 mar '20	15 mar '20														
					L	M	J	V	S	D	L	M	J	V	S	D	L	M	J	V	S	D	L	M	J	V	S	D	L
↳	Preliminares	5 días	mar 7/1/20	lun 13/1/20	[Gantt bar from Mar 7 to Mar 13]																								
↳	Limpieza Inicial	2 días	mar 7/1/20	mié 8/1/20	[Gantt bar from Mar 7 to Mar 8]																								
↳	Trazo y nivelación	3 días	jue 9/1/20	lun 13/1/20	[Gantt bar from Mar 9 to Mar 13]																								
↳	Excavaciones y Rellenos	8 días	mar 14/1/20	jue 23/1/20	[Gantt bar from Mar 14 to Mar 23]																								
↳	Excavación zapata 1	1 día	mar 14/1/20	mar 14/1/20	[Gantt bar on Mar 14]																								
↳	Excavación zapata 2	1 día	mar 14/1/20	mar 14/1/20	[Gantt bar on Mar 14]																								
↳	Excavación zapata 3	1 día	mar 14/1/20	mar 14/1/20	[Gantt bar on Mar 14]																								
↳	Excavación zapata 4	1 día	mié 15/1/20	mié 15/1/20	[Gantt bar on Mar 15]																								
↳	Excavación zapata 5	1 día	mié 15/1/20	mié 15/1/20	[Gantt bar on Mar 15]																								
↳	Excavación zapata 6	1 día	mié 15/1/20	mié 15/1/20	[Gantt bar on Mar 15]																								
↳	Relleno zapata 1	1 día	jue 23/1/20	jue 23/1/20	[Gantt bar on Mar 23]																								
↳	Relleno zapata 2	1 día	jue 23/1/20	jue 23/1/20	[Gantt bar on Mar 23]																								
↳	Relleno zapata 3	1 día	jue 23/1/20	jue 23/1/20	[Gantt bar on Mar 23]																								
↳	Relleno zapata 4	1 día	jue 23/1/20	jue 23/1/20	[Gantt bar on Mar 23]																								
↳	Relleno zapata 5	1 día	jue 23/1/20	jue 23/1/20	[Gantt bar on Mar 23]																								



VI. CONCLUSIONES

1. Los elementos de acero A-572 G-50 dentro del Teatro Plaza de la Cultura, en consideración de la tramoya, son: columnas: W12x45, W12x50, y W10x39. Vigas: W8x18, W8x24, W10x19, W4x13, W8x31, W12x22, y W10x22. Para arriostres excéntricos en "V" invertida: Tubo Estructural HSST 5x5x3/16". El techo y la tramoya: HSST 3x2.5x1/4", 6x6x1/4", 6x6x1/2", 5x5x3/8", 5x5x3/16", 6x6x1/2", 3.5x3.5x3/16" y chanel doble, colado en frio, 4CSx1-5/8x3x3/8". La dimensión de pedestales es de 0.50x0.50x1.05 m elaborados en concreto reforzado; F'c: 27.50 MPa (4000 PSI) y Fy: 413.70 MPa (60000 PSI), los mismos cuentan con un armado de ocho barras No.6. Finalmente, de las tres configuraciones (A, B, y C) en acero G-50 analizadas, la Configuración "C", resulta en la propuesta más eficiente en cuanto a peso, relaciones de esfuerzo (99.00%) y comercialización; se utiliza (42.5 KG/M2) como un valor promedio en campo referente a la densidad en acero. Cabe mencionar, que el peso de las tijeras oscila en tres veces al peso convencional (60 KG/M2). Ver Sección Anexos Ilustración 108, Ilustración 109, e Ilustración 110.
2. La cimentación del Teatro está conformada por 63 elementos. Zapatas de tipología aislada. Respecto a excentricidad; ZT-3 y ZT-4, reflejan únicamente el 10%, y se localiza en el área de cabina de iluminación y audio. La geometría de las zapatas es cuadrada en aisladas y rectangular para combinadas. Las mismas son de concreto reforzado; F'c de 27.5 MPa (4000 PSI). El refuerzo es acero Grado 413.7 MPa (60000 PSI), utilizando barras No. 5 y 6. En el área de gradería, las columnas tienen dimensión de 0.40x0.40 m, y vigas de 0.60x0.50 m. El armado principal para la losa (e=0.90 m), corresponde a No. 3 a cada 0.15 m y por temperatura No. 3 a cada 0.25 m. Longitudes de desarrollo a flexión y compresión utilizando barras No. 5 y 6 favorecen en el diseño propuesto.
3. La cimentación del Anfiteatro está compuesta de 34 zapatas de tipología aislada en un 94%, y 6% combinada, de geometría cuadrada. Las mismas son de concreto reforzado; F'c de 27.5 MPa (4000 PSI). El refuerzo es acero Grado 413.7 MPa (60000 PSI), utilizando barras No. 5 y 6. En el área de gradería, las columnas tienen dimensión de 0.40x0.40 m.

Las vigas se categorizan de la siguiente manera: Viga VGA-1 de 0.30x0.50 m. Las mismas cuentan con un armado transversal de cinco barras corrugadas G-60 No. 5, y refuerzo longitudinal No. 4 a cada 0.20 m. Viga VGA-2 de 0.50x0.60 m. La misma cuenta con un armado transversal de 11 barras corrugadas G-60 No. 6, y refuerzo longitudinal No. 4 a cada 0.10 m. Cabe resaltar que el inciso 2.9.5.2.1 expresa que a menos que los cálculos de deflexiones resulten en espesores menores a lo estipulado según la Tabla 2.9.5-a, estos se pueden usar sin efectos adversos; también la consideración de isóptica. Finalmente, el espesor de losa a utilizar es: 0.15 m (5.91 in).

El armado principal para la losa ($e=0.90$ m), depende de las luces entre columnas. Para $L= 6.78$ m, corresponde un armado principal No. 3 a cada 0.10 m. El acero por temperatura consta de No. 3 a cada 0.25 m. Para $L= 4.00$ m, corresponde un armado principal No. 5 a cada 0.30 m. El acero por temperatura consta de No. 3 a cada 0.25 m.

Las longitudes de desarrollo a flexión y compresión utilizando barras No. 5 y 6 favorecen en el diseño propuesto.

4. El Proyecto Teatro y Anfiteatro de Plaza de la Cultura, resulta en Categoría 3; Código 10B017.
5. El presupuesto estimado para el Teatro y Anfiteatro en conjunto, considerando costos directos e indirectos es de Lps. 20, 026, 757. 63
6. El tiempo necesario para ejecutar el proyecto Teatro y Anfiteatro Plaza de la Cultura, en fase de obra gris, es de seis meses.

VII. RECOMENDACIONES

1. Realizar un estudio de suelos preciso en el lugar de la obra, ya que los valores de capacidad soportante para las zapatas son estimados y este valor es el más crítico para el diseño de cimientos.
2. En la estructura del Teatro, colocar los arriostres de "V" invertida, ya que proveen una disipación adicional de energía, logrando mejorar la respuesta sísmica durante eventos de mayor afectación, comparados con elementos arriostrados concéntricos.
3. Concluir la parte estructural del escenario, y área tras bambalinas (incluye sanitarios) del Anfiteatro.
4. Invitar a los pasantes de las cátedras de Conservación de Monumentos y Materiales de la Construcción (UNITEC) a iniciar y concluir la parte patológica de todo el complejo Plaza de la Cultura.

Dentro del informe de Práctica Profesional "Diseño Estructural del Teatro y Anfiteatro Plaza de la Cultura, San Pedro Sula, Zeiton, (2019) se ejemplifica una categorización respecto a las patologías presentadas dentro del complejo.

De la misma manera, la Arq. Laura Natarén realizó una propuesta concluyendo en planos como entregable final según los estatus del Instituto Hondureño de Antropología e Historia (IHAH). La invitación debe tornarse como un proyecto de vinculación. *Contactar con Departamento de Vinculación-UNITEC.*

5. A través de la facultad de Ingeniería en Energía o Eléctrica, analizar, diseñar y estimar en costos una propuesta para el sistema de instalaciones eléctricas del complejo Plaza de la Cultura. Integrar métodos de ahorro energético.
6. A través de las cátedras de Ingeniería Sanitaria I y II analizar, diseñar y estimar en costos una propuesta para el sistema de instalaciones de saneamiento y potabilización del complejo Plaza de la Cultura. Integrar métodos de ahorro hídrico.
7. En vista del déficit en cuanto al área de estacionamiento, se propone asignar al curso de Estructuras de Concretos II la propuesta de diseño de estacionamientos del complejo Plaza de la Cultura. Cabe resaltar que el sitio para realización del diseño requiere sociabilización del mismo con los dueños del predio localizado en Barrio Los Ándes, 3ra. Calle, 14 y 15 Avenida

N.O., frente a “El Estadio Food Truck Park”. Considerar la propuesto de estacionamiento con nivel subterráneo.

8. Es necesario se calendaricen tareas y asignaciones de manera tal que el proyecto cultural Plaza de la Cultura, se consolide. Concretar en visión y objetivos a corto plazo ayudará a la integración y colaboración de más voluntarios dentro del casco urbano, en especial a las del Club Rotario y Rotaract San Pedro Sula, promotores del anterior.
9. Realizar un estudio de suelos preciso en el lugar de la obra, ya que los valores de capacidad soportante para las zapatas son estimados y este valor es el más crítico para el diseño de cimientos.
10. A la hora de la ejecución en obra gris de todo el proyecto, es necesario un control riguroso para cumplir los estándares y calidad de materiales deseados al momento del diseño. V. Tabla 40.

Tabla 40- Matriz de Recomendaciones acorde CHOC-08

Material	Recomendación
Concreto	<p>Deberá dosificarse para proporcionar una resistencia a la compresión especificada en los planos, deberá basarse en pruebas de cilindros, hechas y comprobadas basadas en pruebas a los 28 días a menos que se especifique lo contrario. Si la dosificación del concreto no está disponible en la tabla 2.5.3 del CHOC deberá basarse en otro tipo de experiencia o información, si lo aprueba el ingeniero. La resistencia promedio a la compresión del concreto producido con materiales similares a los propuestos deberá de ser por lo menos de 84 Kg/cm².</p> <p>Todo concreto deberá mezclarse hasta que haya una distribución uniforme de los materiales y ser descargado completamente antes de recargar la mezcladora.</p> <p>El concreto deberá depositarse tan cercanamente como sea práctico a su posición final para segregación final debido al manejo.</p> <p>Evitar contaminación de otros elementos ajenos a la naturaleza del concreto.</p> <p>El concreto deberá mantenerse sobre 10 grados centígrados y en condición húmeda por lo menos durante los primeros 7 días después de su colocación.</p>
Encofrado	<p>El encofrado deberá se tal que la estructura final obtenida ajustándose a las formas, líneas y dimensiones de los miembros según las especificaciones de los planos.</p>

	<p>Debe de evitar la filtración del mortero. Debe de ser diseñado con sus apoyos de manera que no se dañe la estructura previamente colocada.</p> <p>Las superficies de las juntas deberán de ser limpias y libres de lechada.</p> <p>Antes de colocar el concreto nuevo, todas las juntas deberán de ser humedecidas y el agua acumulada deberá de ser removida.</p>
Juntas de Construcción	<p>Estas deben de ser hechas y estar localizadas de manera que no se afecte la resistencia de la estructura.</p> <p>Las vigas o losas soportadas por columnas o muros no deberán fundirse o montarse mientras el concreto en el miembro vertical soportante se encuentre en estado plástico.</p>
Plano Taller	<p>Deberán de ser realizados los planos de taller antes de la construcción de los elementos, que muestren toda la información necesaria para la fabricación de las partes componentes de las estructuras.</p>
Montaje	<p>Las bases de las columnas deberán colocarse a nivel y a la elevación correcta, apoyadas completamente en el concreto o mampostería.</p>

Fuente: CHOC (2008).

VIII. BIBLIOGRAFÍA

- Ortiz Ramírez, D. F., & Valenzuela Obando, R. O. (2018). *Análisis de los Sistemas de Arriostramiento Concéntrico y Excéntrico para Pórticos Resistentes a Momento en una Estructura Existente de 4 Pisos*. Bogota D.C: Universidad Distrital Francisco José de Caldas Facultad Tecnología Ingeniería Civil.
- 3D CAD PORTAL . (2019). *3D CAD PORTAL* . Obtenido de <http://www.3dcadportal.com/midas.html>
- Alfaro, S., Ulloa, A., & Bustillo, C. (2014). Zonificación de los suelos de la ciudad de San Pedro Sula Sector Suroeste Fase Cuatro. San Pedro Sula.
- American Insitute of Steel Construction, I. (1994). *Manual of Steel Construction, Load & Resistance Factor Design*.
- American Institute of Steel Construction. (1994). *Manual de Diseño de Construcción en Acero*.
- AMSPS. (2015). *Atlas Municipal*. San Pedro Sula.
- Astorga, A., & Rivero, P. (2009). *Centro de Investigación en Gestión Integral de Riesgos* . Obtenido de http://chacao.gob.ve/eduriesgo/vulnerabilidad_archivos/04_patologias_en_las_edificaciones.pdf
- Bardales, J. (Agosto de 2019). Visita a Teatro Manuel Bonilla. (Z. M. Teruel, Entrevistador)
- Caballero & Villars. (2019). *Diseño de Anfiteatro y Jardín Botánico en Plaza de la Cultura, San Pedro Sula*. San Pedro Sula: UNITEC.
- Carta de Venecia . (1964). CARTA INTERNACIONAL SOBRE LA CONSERVACION Y LA RESTAURACION DE MONUMENTOS Y SITIOS. Venecia .
- Certicalia. (2019). *Certicalia ¿Qué es el proyecto cálculo estructural?* Obtenido de Certicalia: <https://www.certicalia.com/calculo-estructural/que-es-el-proyecto-calculo-estructural>
- CHOC. (2008). *Código Hondureño de la Construcción*. San Pedro Sula: CHOC.
- Çipi, K. (24 de Febrero de 2018). Un grupo de artistas ocupa el Teatro Nacional de Albania para evitar su derribo.

Club Rotario San Pedro Sula. (2019). *RotaryClub, Club Rotario San Pedro Sula*. Obtenido de <https://rotaryclubsanpedrosula.org/plaza-de-la-cultura-2/>

Concepto. (2019). *Concepto.de*. Obtenido de <https://concepto.de/que-es-word/#site-header>

Construmatica. (2016). *Construmatica, Metaportal de Arquitectura, Ingeniería y Construcción*. Obtenido de Construmatica: https://www.construmatica.com/construpedia/Carga_Viva

Csernak, M. &. (2012). *Diseño de estructuras de acerp*. Alfaomega.

CSI SPAIN. (2019). <https://www.csiespana.com/software/5/etabs>.

Definiciona. (2019). *Definiciona: Definicion y etimología* . Obtenido de Definiciona: <https://definiciona.com/teatro/>

EcuRed . (2019). *Ecured*. Obtenido de https://www.ecured.cu/Microsoft_PowerPoint

EcuRed. (2017). *EcuRed*. Obtenido de <https://www.ecured.cu/Perno>

Erebara, G. (11 de Junio de 2018). *balkaninsight.com*. Obtenido de <https://balkaninsight.com/2018/06/11/government-special-law-on-national-theatre-criticized-06-10-2018/>

Estructuras Metálicas. (6 de Marzo de 2017). Obtenido de <http://asdfghijl.blogspot.com/2017/03/tipos-de-armaduras.html>

ExcelTotal . (2019). *ExcelTotal* . Obtenido de <https://exceltotal.com/que-es-excel/>

Fajardo, E. (15 de Octubre de 2012). Plaza de la Cultura. *Dictamen Técnico 071-12-SCG*. Tegucigalpa, Francisco Morazan, Honduras.

Genin&Garces, S.L. . (2019). *Genin&Garces*. Obtenido de <https://software-gg.com/>

Grupo Pujol. (2019). *Pujol*. Obtenido de <https://www.prefabricatspujol.com/es/productos/edificacion-industrializada/gradas-y-portagradas/>

Herrera, M. (2019). *Definicion.de*. Obtenido de Definicion de: <https://definicion.de/columna/>

- ICOMOS. (1964). *Carta Internacional Sobre la Conservacion y la Restauracion de Monumentos y Sitios (Carta de Venecia 1964)*. Venecia: ICOMOS.
- IHAH. (1969). *Ley Organica*. Tegucigalpa.
- IHAH. (2012). Decreto 22. pág. 4.
- International Council on Monuments and Sites. (1964). *Carta Internacional sobre la Conservacion y la Restauracion de Monumentos y Sitios (Carta de Venecia 1964)*. Venecia: ICOMOS.
- JRCLANCY. (2010). *Ficha tecnica del embatinado*. worldwide.
- Kassimali, A. (2015). *Análisis Estructural* . Ciudad de Mexico, D.F: Cenage Learning.
- La Gaceta. (21 de Febrero de 1998). Ley para la Protección del Patrimonio Cultural de la Nación. *La Gaceta*, pág. 5.
- La Gaceta. (2016). Cooperacion Interinstitucional. *La Gaceta*, pág. 3.
- McCormac, J., & Csernak, S. (2012). *Diseño de Estructuras de Acero* . Mexico : Alfaomega .
- Minner, K. (2011). Miami MArine Stadium and Basin. *archdaily*, 1.
- Miranda, I. (12 de Septiembre de 2019). Diagnostico de patologias en La Plaza de la Cultura. (R. Zeitun, Entrevistador)
- mpa The Concreto Centre. (2018). *mpa The Concrete Centre*. Obtenido de Everyman Theatre, Liverpool: <https://www.concretecentre.com/Case-Studies/Everyman-Theatre,-Liverpool.aspx>
- MULTINAIL. (2010). *multinail.com*. Obtenido de https://irp-cdn.multiscreensite.com/4d5532fd/files/uploaded/TrussFactBook_AUS_2010-web.pdf
- NetCurso. (2019). *NetCurso* . Obtenido de <https://netcurso.net/blog/microsoft-project/>
- Noriega, F. (2017). *Partedel.com*. Obtenido de Partes del teatro: <https://www.partesdel.com/teatro.html>
- Opsa, G. (2017). Teatro José Francisco Saybe. *HondurasTIPS*, 1.

Ott, C. (22 de Octubre de 2017). *Refuncionalización ex molino Marconetti / Subsecretaría de Obras de Arquitectura - Gobierno de la ciudad de Santa Fe*. Obtenido de Plataforma Arquitectura: <https://www.plataformaarquitectura.cl/cl/921276/refuncionalizacion-ex-molino-marconetti-subsecretaria-de-obras-de-arquitectura-gobierno-de-la-ciudad-de-santa-fe>

PRONTUBEAM. (2015). *PRONTUBEAM*. Obtenido de https://www.prontubeam.com/articulos/articulos.php?id_articulo=58

Revista Educativa Partesdel . (2017). *partesdel.com* . Obtenido de <https://www.partesdel.com/teatro.html>

Roatán, D. (2 de Febrero de 2017). *diarioroatan.com*. Obtenido de <https://diarioroatan.com/inauguran-anfiteatro-en-casa-galeano/>

Sampieri & Mendoza. (2008). *Metodología de la Investigación*. Mc Graw Hill.

Serra, C. (31 de Julio de 2005). Jaime Lerner propone mejorar la ciudad mediante la Acupuntura Urbana. *El Pais*. Obtenido de *El Pais*: https://elpais.com/diario/2005/07/31/cultura/1122760804_850215.html

Teatro Nacional Manuel Bonilla. (2009). *Teatro Nacional Manuel Bonilla*. Obtenido de https://web.archive.org/web/20131207100844/http://teatromanuelbonilla.hn/index.php?option=com_content&view=article&id=49&Itemid=59

TECNOPOR S.A. (2017). *Tecnopor*. Obtenido de <https://www.tecnopor.net/productosinta.php?idp=118#.XU-1UpNKjfy>

The Linconln Electric Company. (2018). *Linconln Electric Colombia*. Obtenido de <https://www.lincolnelectric.com/es-co/support/process-and-theory/Pages/basic-welding-terms-detail.aspx>

Tuttelus. (2018). *Tuttelus*. Obtenido de <https://www.tutellus.com/tecnologia/infoarquitectura-3d/autocad-civil-3d-diseno-de-carreteras-21456>

Valeriano, R. (2 de Abirl de 2016). *Cultura Hondureña*. Obtenido de Un pequeño aporte a la historia de nuestras instituciones: <http://www.angelfire.com/ca5/mas/dpmapas/fmo/teg/t101.html>

Volcan. (15 de Noviembre de 2017). *Soluciones Constructiva Volcan*. Obtenido de <https://www.volcan.cl/blog/que-es-aislante-acustico>

Walsh, N. (23 de Marzo de 2018). *plataformaarquitectura.cl*. Obtenido de <https://www.plataformaarquitectura.cl/cl/891067/big-disenara-el-teatro-nacional-de-albania>

WIKIPRL. (2018). *PRL Wiki*. Obtenido de http://prl.wiki/index.php?title=Anclaje_estructural

Zablah, E. (2019). *Visita al Teatro José Francisco Saybe*. San Pedro Sula, Cortés, Honduras.

IX. ANEXOS

Para resumir los elementos en las áreas del Teatro y Anfiteatro de Plaza de la Cultura, la Tabla 41 muestra perfiles de acero, columnas, vigas y pedestales con dimensiones y rótulos correspondientes. La misma presenta especificaciones técnicas conforme a los criterios del ACI 318-95 y ASD-89 expuestos en el CHOC-08.

Tabla 41- Resumen Estructural Teatro y Anfiteatro Plaza de la Cultura, San Pedro Sula

Perfiles Acero Teatro A-36 V. Tabla 26			
Columnas	Vigas	Arriostre	Techo – Tramoya
(CT-1) W12x72	(V1) W12x45	(ART-1) HSST5x5x3/16"	(TA) 3x2.5x1/4"
(CT-2) W12x53	(V1-A) W12x50		(TB) 6x6x1/4"
	(V3) W8x18		(TC) 6x6x1/2"
	V1-A (W10x19)		(TD) 5x5x3/8"
	V1-B (W4x13), V1-C (W8x31), V1-D (W12x22)		(TE) 5x5x3/16"
			(TF) 6x6x1/2"
			(TG) 3.5x3.5x3/16"
	V1-E (W10x22)		(TH) 4CSx1-5/8x3x3/8"
Perfiles Acero Cabina Iluminación-Audio Teatro A-572 G-50			
(CT-3) W10x39		(V2) W8x24	
Columnas y Vigas Porta Grada Gradería Teatro F'c: 27.5 MPa Fy: 413.7 MPa			
(CGT-1) 0.40x0.40 m		(VGT-1) 0.50x0.60 m	
Zapatatas Teatro y Cabina Iluminación – Audio		V. Tabla 27	Zapatatas Gradería Teatro
ID	Tipo-Dim. (m)	Pedestal (m)	Especificaciones Técnicas
ZT-1	A 3.00x3.00x0.45	0.5x0.5x1.05	Acero A-572 G-50
ZT-2	A 2.50x2.50x0.45		Barras No. 5 y 6 Corrugado
ZT-3	A 2.00x2.00x0.45		F'c: 27.5 MPa Recubrimiento 0.075 m
ID	Tipo-Dim. (m)	Especificaciones Técnicas	Especificaciones Técnicas
Z1	C 4.00x1.70x0.45		Acero A-570 G-50
Z2	A 1.50x1.50x0.45		Barras No. 5 y 6 Corrugado
Z3	C 3.60x2.20x0.45		F'c: 27.5 MPa
Z4	A 2.00x2.00x0.45		Recubrimiento 0.075 m
Z5	A 1.20x1.20x0.45		
Columnas y Vigas Porta Grada Gradería Anfiteatro			
(C1) 0.40x0.40 m		(V1, V2 y V3) 0.5x0.3 m	
Zapatatas Gradería Anfiteatro		V. Tabla 35	
ID	Tipo-Dim. (m)	Especificaciones Técnicas	Especificaciones Técnicas
Z1	A 1.80x1.80x0.45		Acero A-572 G-50
Z2	A 1.40x1.40x0.45		Barras No. 5 y 6 Corrugado
Z3	A 1.60x1.60x0.45		F'c: 27.5 MPa
Z4	C 2.50x2.50x0.45		Recubrimiento 0.075 m
Z5	A 1.20x1.20x0.45		
Z6	A 2.00x2.00x0.45		

Fuente: Propia.

Cantidad de ML de Acero en Teatro Plaza de la Cultura - Vigas y Columnas							CONFIGURACIÓN A		
Área	Descripción	Cantidad	Longitud (ML)	Total (ML)	Total (TON)	Total (KG)			
Teatro	Columna CT-1 W12X79	20.00	4.45	89.00	10.46	10462.13			
	Columna CT-1 W12X79	20.00	6.50	130.00	15.28	15281.76			
	Vigas V3 W10X26	1.00	196.40	196.40	7.60	7598.32			
Area Auxiliar Ala Norte y Sur	Columna CT-1 W12X79	14.00	4.45	62.30	7.32	7323.49			
	Viga V1 W12x79 (Contorno Externo)	1.00	146.80	146.80	17.26	17256.63			
	Viga V1 W12x79 (Interno)	1.00	213.30	213.30	25.07	25073.84			
Cabina Iluminación y Audio	Columna CT-3 W10X39	8.00	4.45	35.60	2.07	2065.94			
	Viga V2 W8X24	1.00	89.73	89.73	3.20	3204.44			
				Total ML	963.13	88.27	88,266.55	Densidad de Acero Permisible (KG/M2)	42.5
							Densidad de Acero Resultante (KG/M2)	42.03	
								OK	

Cantidad de ML de Acero en Teatro Plaza de la Cultura - Tijeras Tipo Warren								
Descripción	Cantidad	Longitud (ML)	Total (ML)	Total (KG/M)	Total (TON/M)	Total (KG)		
Tijera TT-1 26.2x3.00 M (Tubo estructural cuadrado de 6"x6"x1/4" en cuerda superior, inferior y miembros internos de 3"x2.5"x1/4"	1.00	26.20	26.20	28.34	0.03	742.50		
Tijera TT-2, TT-3, TT-4, TT-5, TT-6 y TT-7 26.2x3.00 M (Tubo estructural cuadrado de 6"x6"x1/2" en cuerda superior, inferior y miembros internos de 3"x2.5"x1/4"	6.00	26.20	157.20	65.63	0.07	10317.7434		
Tijera TT-8 26.2x3.00 M (Tubo estructural cuadrado de 5"x5"x3/8" en cuerda superior, inferior y miembros internos de 3"x2.5"x1/4"	1.00	26.20	26.20	46.46	0.05	1,217.20		
Estructura Metálica de Techo Incluye Cruceas 3.5"x3.5"x3/16", Sag Rods, Canaletas dobles 4"x1-5/8"x1/16"	5.00	47.00	235.00	12.14	0.01	2,853.72		
Estructura metálica arriostres excéntricos 5"x5"x3/16"	1.00	100.00	100.00	17.84	0.02	1,783.53		
Estructura Metálica de Techo Incluye Sag Rods, Canaletas dobles 4"x1-5/8"x1/16"	19.00	36.00	684.00	3.95	0.00	2,701.80		
				Total ML	544.60	19,616.50	Densidad de Acero en Techo (KG/M2)	69.63
							Densidad de Acero Permisible (KG/M2)	60.00
								NO OK

Cantidad de ML de Acero en Teatro Plaza de la Cultura - Tijeras Tipo Warren								
Descripción	Cantidad	Área (M2)	Total (ML)	Total (M2)	Total (KG/M)	Total (TON/M)	Total (KG)	Densidad de Acero en Techo (KG/M2)
Estructura metálica Puente de Iluminación Incluye Tubos Estructurales 5"x5"x3/16" en pasillo (Enlace con TT-6)	1.00	26.20	26.2	26.20	17.84	0.02	467.28	17.84
Estructura metálica Tramoya Incluye Tubos Estructurales 6"x6"x1/2"	1.00	372.04	26.2	372.04	52.51	0.05	1,375.70	3.70
				Total ML	52.40			21.53

Ilustración 108- Configuración "A" Acero A-572 G-50 Teatro Plaza de la Cultura

Fuente: Propia.

Cantidad de ML de Acero en Teatro Plaza de la Cultura - Vigas y Columnas							CONFIGURACIÓN B		
Área	Descripción	Cantidad	Longitud (ML)	Total (ML)	Total (TON)	Total (KG)			
Teatro	Columna CT-1 W14X61	20.00	4.45	89.00	8.08	8078.35			
	Columna CT-1 W14X61	20.00	6.50	130.00	11.80	11799.84			
	Vigas V3 W8X18	1.00	196.40	196.40	5.26	5260.38			
	Columnas CT-2 W14X61	14.00	4.45	62.30	5.65	5654.85			
Area Auxiliar Ala Norte y Sur	Viga V1 W12x79 (Contorno Externo)	1.00	146.80	146.80	17.26	17256.63			
	Viga V1 W10x68 (Interno)	1.00	213.30	213.30	21.58	21582.55			
Cabina Iluminación y Audio	Columna CT-3 W10X39	8.00	4.45	35.60	2.07	2065.94			
	Viga V2 W8X24	1.00	89.73	89.73	3.20	3204.44			
				Total ML	963.13	74.90	74,902.97	Densidad de Acero Permisible (KG/M2)	42.5
							Densidad de Acero Resultante (KG/M2)	35.67	
								OK	

Cantidad de ML de Acero en Teatro Plaza de la Cultura - Tijeras Tipo Warren								
Descripción	Cantidad	Longitud (ML)	Total (ML)	Total (KG/M)	Total (TON/M)	Total (KG)		
Tijera TT-1 26.2x3.00 M (Tubo estructural cuadrado de 6"x6"x1/4" en cuerda superior, inferior y miembros internos de 3"x2.5"x1/4"	1.00	26.20	26.20	28.34	0.03	742.50		
Tijera TT-2, TT-3, TT-4, TT-5, TT-6 y TT-7 26.2x3.00 M (Tubo estructural cuadrado de 6"x6"x1/2" en cuerda superior, inferior y miembros internos de 3"x2.5"x1/4"	6.00	26.20	157.20	65.63	0.07	10317.7434		
Tijera TT-8 26.2x3.00 M (Tubo estructural cuadrado de 5"x5"x3/8" en cuerda superior, inferior y miembros internos de 3"x2.5"x1/4"	1.00	26.20	26.20	46.46	0.05	1,217.20		
Estructura Metálica de Techo Incluye Crucetas 3.5"x3.5"x3/16", Sag Rods, Canaletas dobles 4"x1-5/8"x1/16"	5.00	47.00	235.00	12.14	0.01	2,853.72		
Estructura metálica arriostres excéntricos 5"x5"x3/16"	1.00	100.00	100.00	17.84	0.02	1,783.53		
Estructura Metálica de Techo Incluye Sag Rods, Canaletas dobles 4"x1-5/8"x1/16"	19.00	36.00	684.00	3.95	0.00	2,701.80		
				Total ML	544.60	19,616.50	Densidad de Acero en Techo (KG/M2)	63.41
							Densidad de Acero Permisible (KG/M2)	60.00
								NO OK

Cantidad de ML de Acero en Teatro Plaza de la Cultura - Tijeras Tipo Warren								
Descripción	Cantidad	Área (M2)	Total (ML)	Total (M2)	Total (KG/M)	Total (TON/M)	Total (KG)	Densidad de Acero en Techo (KG/M2)
Estructura metálica Puente de Iluminación Incluye Tubos Estructurales 5"x5"x3/16" en pasillo (Enlace con TT-6)	1.00	26.20	26.2	26.20	17.84	0.02	467.28	17.84
Estructura metálica Tramo Incluye Tubos Estructurales 6"x6"x1/2"	1.00	372.04	26.2	372.04	52.51	0.05	1,375.70	3.70
				Total ML	52.40			21.53

Ilustración 109- Configuración "B" Acero A-572 G-50 Teatro Plaza de la Cultura

Fuente: Propia.

Cantidad de ML de Acero en Teatro Plaza de la Cultura - Vigas y Columnas							CONFIGURACIÓN C		
Área	Descripción	Cantidad	Longitud (ML)	Total (ML)	Total (TON)	Total (KG)			
Teatro	Columna CT-1 W12X45	20.00	4.45	89.00	5.96	5,959.44			
	Columna CT-1 W12X45	20.00	6.50	130.00	8.70	8,704.80			
	Vigas V3 W8X18	1.00	196.40	196.40	5.26	5,260.38			
	Columnas CT-2 W12X50	14.00	4.45	62.30	4.64	4,635.12			
	Viga V1 W12x40 (Viga Primaria)	1.00	48.00	48.00	2.86	2,856.96			
Area Auxiliar Ala Norte y Sur	Viga V1-A W10x19 (Viga Secundaria)	1.00	177.80	177.80	5.03	5,026.76			
	Viga V1-B W4x13 (Viga Secundaria)	1.00	74.50	74.50	1.44	1,441.13			
	Viga V1-C W8x31 (Viga Secundaria)	1.00	6.40	6.40	0.30	295.22			
	Viga V1-D W12x22 (Viga Secundaria)	1.00	42.80	42.80	1.40	1,401.10			
	Viga V1-E W10x22 (Viga Secundaria)	1.00	73.80	73.80	2.42	2,415.92			
Cabina Iluminación y Audio	Columna CT-3 W10X39	8.00	4.45	35.60	2.07	2,065.94			
	Viga V2 W8X24	1.00	89.73	89.73	3.20	3,204.44			
				Total ML	1026.33	43.27	43,267.20	Densidad de Acero Permissible (KG/M2)	42.50
							Densidad de Acero Resultante (KG/M2)	20.60	
								OK	

Cantidad de ML de Acero en Teatro Plaza de la Cultura - Tijeras Tipo Warren								
Descripción	Cantidad	Longitud (ML)	Total (ML)	Total (KG/M)	Total (TON/M)	Total (KG)		
Tijera TT-1 26.2x3.00 M (Tubo estructural cuadrado de 6"x6"x1/4" en cuerda superior, inferior y miembros internos	1.00	26.20	26.20	28.34	0.03	742.50		
Tijera TT-2, TT-3, TT-4, TT-5, TT-6 y TT-7 26.2x3.00 M (Tubo estructural cuadrado de 6"x6"x1/2" en cuerda superior, inferior y miembros internos de 3"x2.5"x1/4"	6.00	26.20	157.20	65.63	0.07	10,317.74		
Tijera TT-8 26.2x3.00 M (Tubo estructural cuadrado de 5"x5"x3/8" en cuerda superior, inferior y miembros internos	1.00	26.20	26.20	46.46	0.05	1,217.20		
Estructura Metálica de Techo Incluye Crucetas 3.5"x3.5"x3/16", Sag Rods, Canaletas dobles 4"x1-5/8"x1/16"	5.00	47.00	235.00	12.14	0.01	2,853.72		
Estructura metálica arriostres excéntricos 5"x5"x3/16"	1.00	100.00	100.00	17.84	0.02	1,783.53		
Estructura Metálica de Techo Incluye Sag Rods, Canaletas dobles 4"x1-5/8"x1/16"	19.00	36.00	684.00	3.95	0.00	2,701.80		
				Total ML	544.60	19,616.50	Densidad de Acero en Techo (KG/M2)	57.88
							Densidad de Acero Permissible (KG/M2)	60.00
								OK

Cantidad de ML de Acero en Teatro Plaza de la Cultura - Tijeras Tipo Warren								
Descripción	Cantidad	Área (M2)	Total (ML)	Total (M2)	Total (KG/M)	Total (TON/M)	Total (KG)	Densidad de Acero en Techo (KG/M2)
Estructura metálica Puente de Iluminación Incluye Tubos Estructurales 5"x5"x3/16" en pasillo (Enlace con TT-6)	1.00	26.20	26.2	26.20	17.84	0.02	467.28	17.84
Estructura metálica Tramoya Incluye Tubos Estructurales 6"x6"x1/2"	1.00	372.04	26.2	372.04	52.51	0.05	1,375.70	3.70
			Total ML	52.40			Total	21.53

Ilustración 110- Configuración "C" Acero A-572 G-50 Teatro Plaza de la Cultura

Fuente: Propia.

9.1. VISITAS DE CAMPO

9.1.1. TEATRO JOSÉ FRANCISCO SAYBE



Ilustración 111-Pasillo de servicio de luces, Teatro Saybe

Fuente: Propia.



Ilustración 112-Marca de iluminación utilizada en el Teatro Saybe

Fuente: Propia.

9.1.2. TEATRO NACIONAL MANUEL BONILLA



Ilustración 113-Distribución de cuerdas de la tramoya Teatro Nacional Manuel Bonilla

Fuente: Propia.

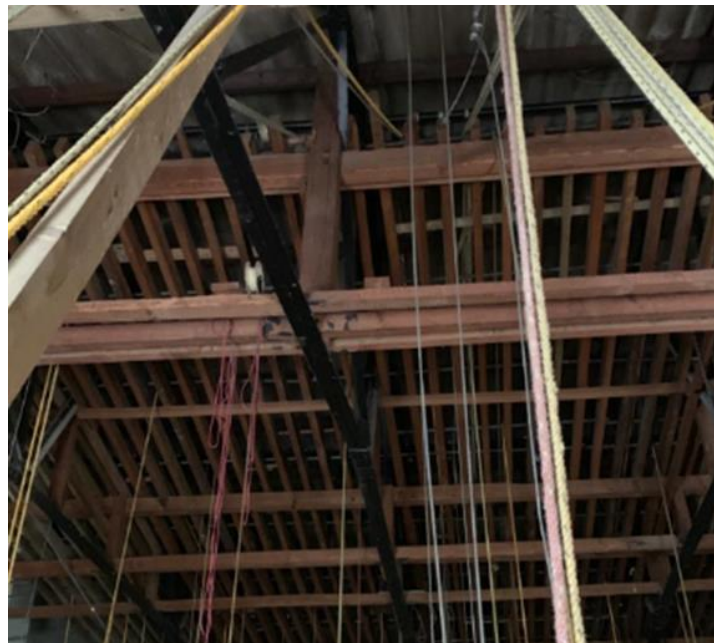


Ilustración 114- Vista desde un mezzanine lateral a la Tramoya Teatro Manuel Bonilla

Fuente: Propia.



Ilustración 115-Detalle de unión en Armadura Tipo Fan Fink Teatro Manuel Bonilla

Fuente: Propia.



Ilustración 116-Vista Disposición de Armadura Teatro Nacional Manuel Bonilla

Fuente: Propia.



Ilustración 117-Poleas y cuerdas en Tramoya Teatro Nacional Manuel Bonilla

Fuente: Propia.



Ilustración 118-Empotramiento de armadura a pared Teatro Nacional Manuel Bonilla

Fuente: Propia.

9.1.3. PLAZA DE LA CULTURA



Ilustración 119-Excavación realizada por el Club Rotario en el sitio a 1.5 metros.

Fuente: Aguilar, S (2019).



Ilustración 120-Fotografía Conceptual tomada en el concurso "INSTAMEET"

Fuente: Cáceres, G (2019).



Ilustración 121-Fotografía Conceptual tomada en el concurso “INSTAMEET”

Fuente: Inestroza, E (2019).



**Ilustración 122-Fotografía con los participantes del “INSTAMEET” en la Fachada Principal
Plaza de la Cultura**

Fuente: Aguilar, S (2019).

9.2. CHOC CAPÍTULO 1

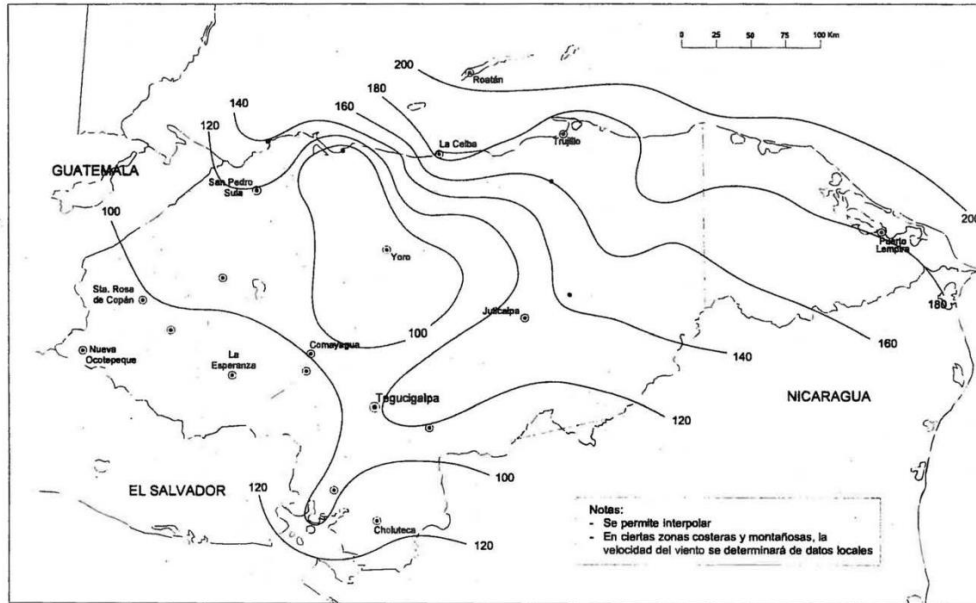


Ilustración 123-Velocidad Mínima Básica del Viento, km/h

Fuente: CHOC Capítulo I, 2008, pág. 23.

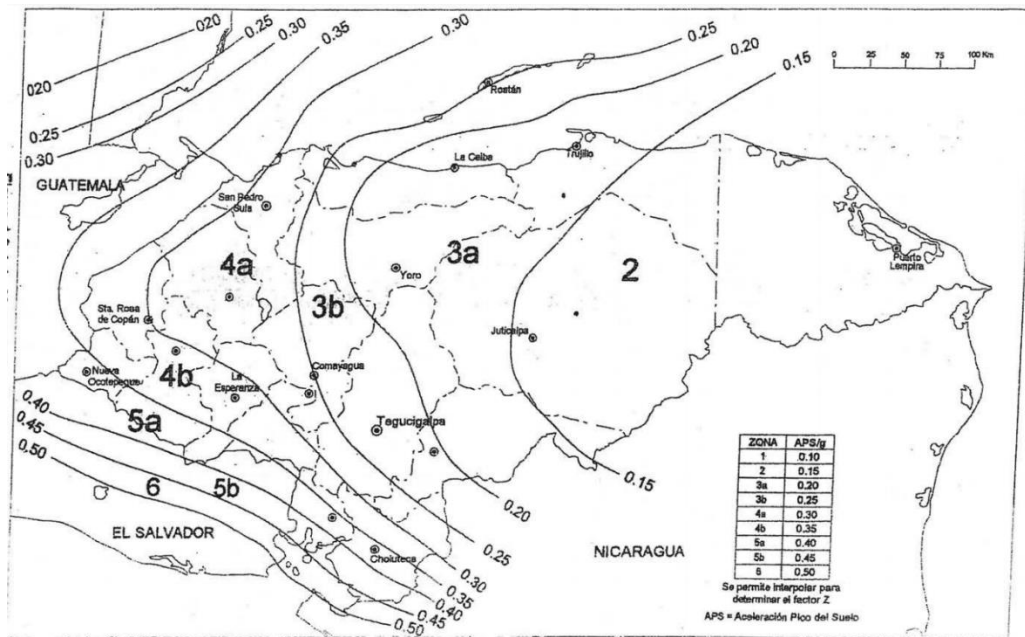


Ilustración 124-Mapa de Zonas Sísmicas

Fuente: CHOC Capítulo I, 2008, pág. 29.

TABLA A.12
Longitud de desarrollo a compresión, pulg. $l_{d\phi} = 0.02 d_b f_y / \sqrt{f'_c}$ pero $\geq 0.0003 d_b f_y$
(longitud mínima de 8 pulg en todos los casos)

Barra No.	f_y klb/pulg ²	f'_c							
		3000		4000		5000		6000	
		$l_{d\phi}$ básica	Confinada	$l_{d\phi}$ básica	Confinada	$l_{d\phi}$ básica	Confinada	$l_{d\phi}$ básica	Confinada
3	40	8	8	8	8	8	8	8	8
	50	8	8	8	8	8	8	8	8
	60	8	8	8	8	8	8	8	8
4	40	8	8	8	8	8	8	8	8
	50	9	8	8	8	8	8	8	8
	60	11	8	9	8	9	8	9	8
5	40	9	8	8	8	8	8	8	8
	50	11	9	10	8	9	8	9	8
	60	14	10	12	9	11	8	11	8
6	40	11	8	9	8	9	8	9	8
	50	14	10	12	9	11	8	11	8
	60	16	12	14	11	14	10	14	10
7	40	13	10	11	8	11	8	11	8
	50	16	12	14	10	13	10	13	10
	60	19	14	17	12	16	12	16	12
8	40	15	11	13	9	12	9	12	9
	50	18	14	16	12	15	11	15	11
	60	22	16	19	14	18	14	18	14
9	40	16	12	14	11	14	10	14	10
	50	21	15	18	13	17	13	17	13
	60	25	19	21	16	20	15	20	15
10	40	19	14	16	12	15	11	15	11
	50	23	17	20	15	19	14	19	14
	60	28	21	24	18	23	17	23	17
11	40	21	15	18	13	17	13	17	13
	50	26	19	22	17	21	16	21	16
	60	31	23	27	20	25	19	25	19
14	40	25	19	21	16	20	15	20	15
	50	31	23	27	20	25	19	25	19
	60	37	28	32	24	30	23	30	23
18	40	33	25	29	21	27	20	27	20
	50	41	31	36	27	34	25	34	25
	60	49	37	43	32	41	30	41	30

TABLA A.11
Longitud de desarrollo a tensión en diámetros de barras, l_d/d_b , para barras sin recubrimiento y concreto normal (caso simplificado)

	f_y klb/pulg ²	No. 6 y menores			No. 7 y mayores		
		f'_c			f'_c		
		4000	5000	6000	4000	5000	6000
(1) Barras inferiores							
Espaciamento, recubrimiento	40	25	23	21	32	28	26
y estribos como se indica en los	50	32	28	26	40	35	32
casos a y b	60	38	34	31	47	42	39
Otros casos	40	38	34	31	47	42	39
	50	47	42	39	59	53	48
	60	57	51	46	71	64	58
(2) Barras superiores							
Espaciamento, recubrimiento	40	33	29	27	41	37	34
y estribos como se indica en los	50	41	37	34	51	46	42
casos a y b	60	49	44	40	62	55	50
Otros casos	40	49	44	40	62	55	50
	50	62	55	50	77	69	63
	60	74	66	60	92	83	76

Caso a: Separación libre entre barras que se desarrollan empalman $\geq d_b$, recubrimiento libre $\geq d_b$ y estribos a lo largo de l_d cumpliendo el mínimo requerido por el código.
 Caso b: Separación libre entre barras que se desarrollan empalman $\geq 2d_b$ y recubrimiento libre $\geq d_b$.

Ilustración 125- Tabla A.12 Longitud de Desarrollo a Compresión

Fuente: Diseño de Estructuras de Concreto Arthur Nilson, p.699.

TABLA A.8
Cantidad máxima de barras en una sola fila en almas de vigas

Tamaño máximo del agregado $\frac{3}{4}$ pulg, estribos No. 4 ^e												
Ancho de la viga b_v , pulg												
Barra No.	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30
5	2	4	5	6	7	8	10	11	12	13	15	16
6	2	3	4	6	7	8	9	10	11	12	14	15
7	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
8	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
9	1	2	3	4	5	6	7	8	9	9	10	11
10	1	2	3	4	5	6	6	7	8	9	10	10
11	1	2	3	3	4	5	5	6	7	8	8	9
12	4	2	2	3	3	4	5	5	6	6	7	8
18 ^b	1	1	2	2	3	3	4	4	4	5	5	6

TABLA A2
Áreas de grupos de barras estándares, pulg²

Barra No.	Cantidad de barras											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
4	0.20	0.39	0.58	0.78	0.98	1.18	1.37	1.57	1.77	1.96	2.16	2.36
5	0.31	0.61	0.91	1.23	1.53	1.84	2.15	2.45	2.76	3.07	3.37	3.68
6	0.44	0.88	1.32	1.77	2.21	2.65	3.09	3.53	3.98	4.42	4.86	5.30
7	0.60	1.20	1.80	2.41	3.01	3.61	4.21	4.81	5.41	6.01	6.61	7.22
8	0.79	1.57	2.35	3.14	3.93	4.71	5.50	6.28	7.07	7.85	8.64	9.43
9	1.00	2.00	3.00	4.00	5.00	6.00	7.00	8.00	9.00	10.00	11.00	12.00
10	1.27	2.53	3.79	5.06	6.33	7.59	8.86	10.12	11.39	12.66	13.92	15.19
11	1.56	3.12	4.68	6.25	7.81	9.37	10.94	12.50	14.06	15.62	17.19	18.75
14	2.25	4.50	6.75	9.00	11.25	13.50	15.75	18.00	20.25	22.50	24.75	27.00
18	4.00	8.00	12.00	16.00	20.00	24.00	28.00	32.00	36.00	40.00	44.00	48.00

Ilustración 126- Tabla A.8 Cantidad máxima de barras en una sola fila en almas de vigas y

Tabla A.2

Fuente: Propia.



Ilustración 127- Render Gradería Teatro Plaza de la Cultura

Fuente: Arq. Silvia Aguilar, 2017.



Ilustración 128- Render Cabina de Audio e Iluminación

Fuente: Arq. Silvia Aguilar, 2017.

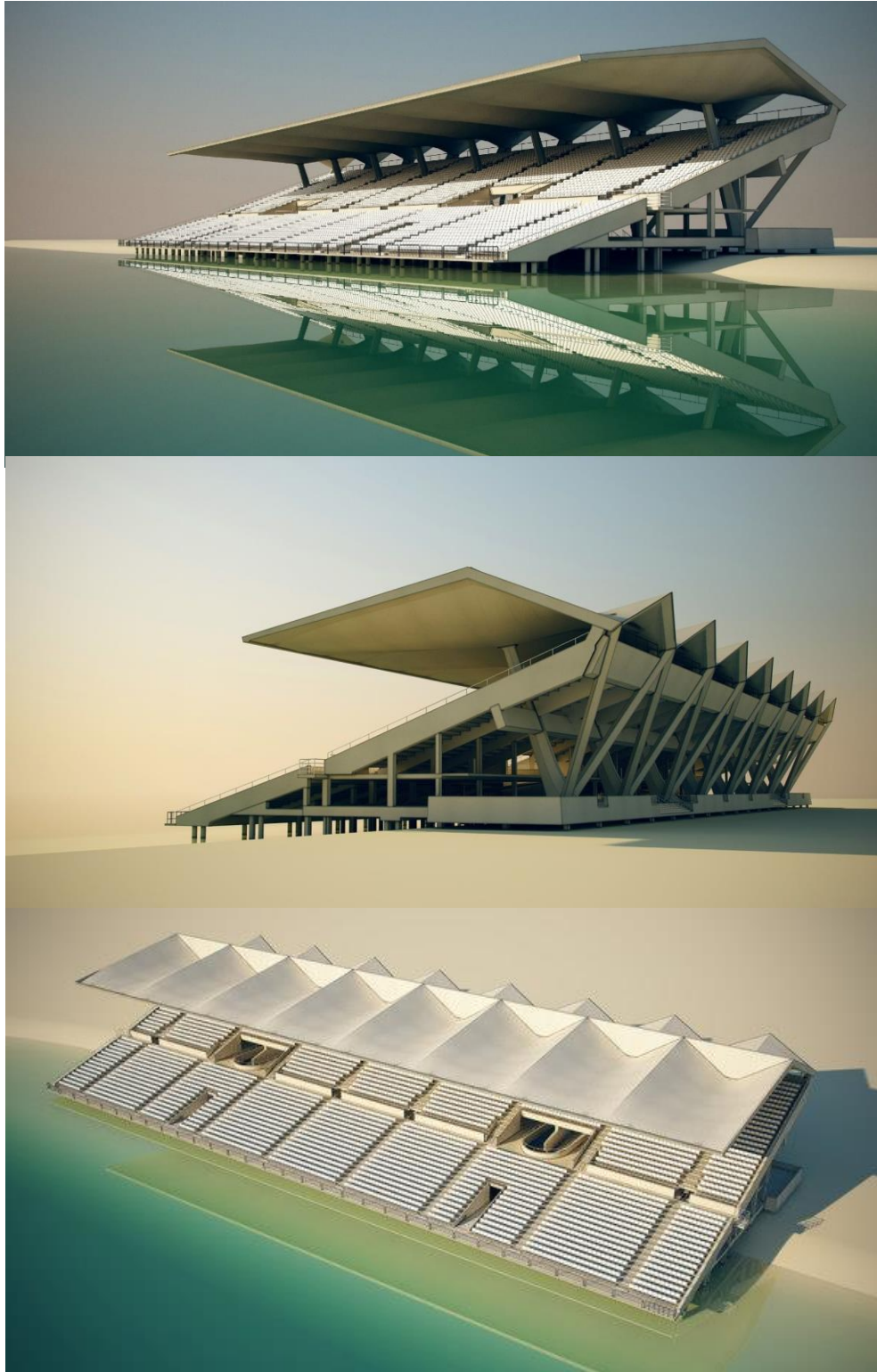


Ilustración 129- Gradería y Techo Miami Marine Stadium

Fuente: Rendering for renovations of the Miami Marine Stadium-bizjournals.com, 2019.

Plano 1-Planta de Distribución de Columnas-Cimiento Teatro

Plano 2-Planta de Entrepiso Teatro

Plano 3-Detalle de Zapatas del Teatro

Plano 4- Sección Transversal del Teatro y Detalle de Viga y Losa de Entrepiso

Plano 5-Plano de Cimentación y Detalles

Plano 6-Distribución de Vigas-Detalles y Sección-Gradería del Teatro

Plano 7-Distribución de Columnas-Zapatatas y Detalles de Anfiteatro

Plano 8-Distribución de Vigas y Sección de Anfiteatro

Plano 9-Detalle de Zapatas del Teatro

Plano 10-Plano de Detalles de Union

Plano 11-Plano de Detalles de Vigas de Concreto

Plano 12-Secciones Estructurales Teatro

Plano 13-Secciones Estructurales Teatro – 2

Plano 14-Secciones Estructurales Teatro 3

Plano 15 Secciones Estructurales Teatro 4

Plano 16 Secciones Estructurales Teatro 5