



FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Civil

“DISEÑO ESTRUCTURAL DE UN EDIFICIO DE OFICINAS CON ESTRUCTURA DE ACERO Y LOSAS COLABORANTES EN LA CIUDAD DE TRUJILLO”

Tesis para optar el título profesional de:

INGENIERO CIVIL

Autor:

Joseph Alexander Cruzado Alvarado

Asesor:

Ing. Josualdo Carlos Villar Quiroz

Trujillo - Perú

2021

ÍNDICE DE TABLA DE CONTENIDOS

ACTA DE AUTORIZACIÓN PARA SUSTENTACIÓN DE TESIS.....	2
ACTA DE APROBACIÓN DE LA TESIS	3
DEDICATORIA	4
AGRADECIMIENTO.....	5
ÍNDICE DE TABLA DE CONTENIDOS.....	6
ÍNDICE DE FIGURAS	8
ÍNDICE DE ECUACIONES	12
ÍNDICE DE ANEXOS	15
RESUMEN	16
ABSTRACT	17
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN	18
1.1. Realidad problemática.....	18
1.1.1. Antecedentes de la investigación	27
1.1.2. Bases teóricas	33
1.2. Formulación del problema	98
1.3. Objetivos	98
1.4. Hipótesis.....	99
CAPÍTULO II. METODOLOGÍA	101
2.1. Tipo de investigación.	101
2.2. Población y muestra (Materiales, instrumentos y métodos)	106
2.3. Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos.....	107
2.4. Procedimientos.	109
CAPÍTULO III. RESULTADOS	217
3.1. ESTUDIO TOPOGRAFICO.....	217
3.2. ESTUDIO DE SUELOS.	217
3.3. PREDIMENSIONAMIENTO DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES.	218
3.4. DISEÑO ESTRUCTURAL.	219
CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES	220
4.1. Discusión.....	220
4.2. Conclusiones	227
REFERENCIAS	231
ANEXOS	233

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Matriz de clasificación de las variables	103
Tabla 2: Matriz de operacionalización de variables	104
Tabla 3 Cargas Muertas de la edificación.....	117
Tabla 4 Cargas Vivas de la edificación.	117
Tabla 5 Parámetros para el diseño sísmico.....	118
Tabla 6 Cargas Muertas y Vivas para Predimensionamiento de elementos estructurales	118
Tabla 7. Cargas Muertas de la edificación.....	142
Tabla 8 Cargas Vivas de la edificación.	142
Tabla 9 Resultados de estudio topográfico.....	217
Tabla 10 Resultados de estudio de suelos.....	217
Tabla 11 Predimensionamiento de elementos estructurales	218
Tabla 12 Resultados de Diseño estructural en SAP 2000.....	219

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Proceso de diseño estructural de una edificación	35
Figura 2. Esquema de proceso de diseño estructural actual acorde a la norma E.030 – 2016	36
Figura 3. Estructuración.	41
Figura 4. Dirección de los nervios de la placa colaborante en relación a las viguetas del entrepiso	42
Figura 5. Capacidad de carga de la losa colaborante en función a su espesor AD-600	43
Figura 6. Estructuración de las vigas de pórtico en “X” y “Y”	46
Figura 7. Estructuración de columnas ante cargas de gravedad.....	47
Figura 8: Estructuración de columnas ante cargas de sismo	47
Figura 9 Ficha técnica de viga tipo IPE 240.....	50
Figura 10 coeficiente por excentricidad.	52
Figura 11 Ficha técnica de viga tipo IPE 180.....	56
Figura 12 Resistencia del diseño al corte de la soldadura con electrodo protegido.	57
Figura 13 Tamaño mínimo de soldadura de filete.....	60
Figura 14. Curva esfuerzo - deformación del acero	64
Figura 15. Clasificación de los aceros según ASTM	65
Figura 16. Perfiles laminados	66
Figura 17. Perfiles plegados y placas conformadas.....	66
Figura 18. Perfiles huecos	67
Figura 19. Placa de anclaje.....	71
Figura 20. Perfil HEB utilizado como soporte para un edificio metálico.	72
Figura 21. Perfil IPE, viga principal de los pórticos.	74
Figura 22. Unión de dos perfiles IPN mediante pletinas y tornillos (superior), unión de dos vigas IPN mediante soldadura y tornillos (inferior).	75
Figura 23. Diferente configuración del tipo de refuerzo en viga IPN (superior), utilización de pletinas como refuerzo en alas de viga IPN (inferior).	76
Figura 24. Viga formada por pletinas, unidas mediante ángulos estructurales y tornillos.	76
Figura 25. Pórtico principal de un galpón metálico conformado por una Viga aligera en forma de arco.	77
Figura 26. Montaje de una viga de celosía para conformación del pórtico estructural.....	78
Figura 27. Cruz de San Andrés de estructura aporticada metálica. Fuente: www.virtual.unal.edu.co – Los pórticos o marcos.	79
Figura 28. Conexión atornillada entre dos vigas principales.	79
Figura 29. Entrepiso metálico con láminas colaborantes.	81
Figura 30. Sección típica del sistema de losa con láminas colaborantes.....	83
Figura 31. Sección típica de conector de corte en viga metálica.....	87
Figura 32. Marcos de acero	88
Figura 33. Sistema de pórticos	88
Figura 34. Marcos resistentes a momentos	89
Figura 35. Marcos con arriostramiento concéntrico.....	90
Figura 36. Marcos con arriostramiento excéntrico.....	91
Figura 37. Pesos unitarios de los materiales que conforman una edificación	92

Figura 38. Cargas vivas mínimas repartidas de piso, para diferentes tipos de ocupación y uso.....	94
Figura 39. Factores de forma para carga exterior.....	94
Figura 40. Capacidad neta admisible	97
Figura 41 Diseño de investigación	101
Figura 42 Tipo de Tabla a Usar en resultados.....	109
Figura 43: Cuadro sinóptico de los procedimientos de desarrollo de tesis.	109
Figura 44 Toma de medidas perimétrales del terreno	111
Figura 45 Ficha de observación topográfica.	112
Figura 46 Toma de medidas para el cálculo del área total del terreno.....	113
Figura 47 Distribución de ambientes en el primer nivel.	114
Figura 48 Distribución de ambientes en el segundo nivel.....	114
Figura 49 ficha de recolección documentaria de estudio de suelos.....	116
Figura 50 Ubicación de columna, vigas y viguetas de planta de la vivienda.....	119
Figura 51 Ancho colaborante de la vigueta más cargada de la estructura.....	120
Figura 52 Carga distribuida sobre la vigueta.....	121
Figura 53 Momento soportada por la vigueta más cargada.....	121
Figura 54 Ficha técnica de viga tipo IPE 140.....	123
Figura 55 Ficha técnica de viga tipo IPE 80.....	123
Figura 56 Ancho colaborante de la viga secundaria A-B en el eje 3 la más cargada.....	124
Figura 57 Carga distribuida sobre la viga secundaria A-B en eje 3	125
Figura 58 Momento sobre la viga secundaria A-B en eje 3	126
Figura 59 Ficha técnica de viga tipo IPE 220.....	127
Figura 60 Ficha técnica de viga tipo IPE 240.....	127
Figura 61 Ancho colaborante para la viga principal, 3-4 en eje B la más cargada	128
Figura 62 Carga distribuida sobre la viga secundaria 3-4 en eje B.....	129
Figura 63 Momento sobre la viga secundaria 3-4 en eje B.....	129
Figura 64 Ficha técnica de viga tipo IPE 200.....	131
Figura 65 Ficha técnica de viga tipo IPE 220.....	131
Figura 66 Ubicación de la columna que soporta mayor carga axial entre eje 3 y B.	132
Figura 67 Ficha técnica de viga tipo SHS 160x6.3 mm	134
Figura 68 Ficha técnica de viga tipo SHS 200x12	135
Figura 69 Elementos que componen la estructura de la losa colaborante de mayor área	140
Figura 70 Sección típica de la losa colaborante AD-600	140
Figura 71 Medidas de sección de losa colaborante AD-600	141
Figura 72 Capacidad de carga de la losa colaborante en función a su espesor AD-600 ..	142
Figura 73 Coeficientes ACI para el cálculo de momentos de losas colaborantes en 2 tramos	143
Figura 74 Sección equivalente de losa colaborante AD-600 trasformada a viguetas.	144
Figura 75 metodología de vigas doblemente reforzadas.	144
Figura 76 sección equivalente de losa colaborante a una vigueta.....	145
Figura 77 Conector de corte de losa colaborante y vigueta.....	147
Figura 78 Conexión viga columna valores para el cálculo.....	148
Figura 79 Ficha técnica de viga tipo IPE 240.....	149
Figura 80 Diagrama de elementos para el cálculo de la soldadura de viga – columna....	157
Figura 81 Elementos de conexión y soldadura entre Viga y columna.	158
Figura 82 Diagrama de elementos de conexión entre Viga y Viga.....	158
Figura 83 Ficha técnica de viga tipo IPE 140.....	159
Figura 84 Dimensiones de los elementos de conexión entre viga-viga	160
Figura 85 Dimensiones de ángulo de conexión entre viga – viga.....	161

Figura 86	Área de corte y espesor de ángulo de conexión entre viga-viga.....	162
Figura 87	Verificación de las dimensiones del ángulo de conexión entre Viga – Viga...	163
Figura 88	Geometría de los elementos que conforman la placa.....	165
Figura 89	Valores de las cargas de reacción sobre la placa de anclaje en dirección X....	166
Figura 90	Valores de las cargas de reacción sobre la placa de anclaje en dirección Y....	167
Figura 91	Dimensiones finales de la placa de anclaje que usaremos.....	168
Figura 92.	Elementos que placa y pedestal para diseñar el número de pernos.	169
Figura 93	Diseño de soldadura de columna y placa de anclaje.....	172
Figura 94	Distribución de los elementos de conexión entre la columna y la placa de anclaje.	172
Figura 95	Definir Grid.....	173
Figura 96	Definir propiedades del material de acero grado A36	174
Figura 97	Asignación de empotramiento	174
Figura 98	Añadir perfiles IPE para análisis.....	175
Figura 99	Definir material A36 a todos los perfiles IPE.....	175
Figura 100	Asignación de columnas	176
Figura 101	Asignación de vigas Principales	176
Figura 102	Asignación de vigas secundarias	177
Figura 103	Asignación de Viguetas	177
Figura 104	Asignación de Viguetas Perfil IPE 140	178
Figura 105	Designación de diafragma 1.....	178
Figura 106	Designación de diafragma 2.....	179
Figura 107	Definir el área de techo tipo Deck Shell thin.....	179
Figura 108	Designar “Shell Thin” a Losa	180
Figura 109	Asignar el deck la losa colaborante.	180
Figura 110	Asignación de área tipo Shell en nivel 1 y nivel 2.....	181
Figura 111	Asignar carga muerta, como SDEAD.....	181
Figura 112	Peso de los elementos estructurales serán calculados en SDEAD.....	182
Figura 113	Asignación de carga Live.....	182
Figura 114	definen las combinaciones de carga en el programa.....	183
Figura 115	Asignación de participación de la masa de la estructura para análisis Modal	184
Figura 116	Chequeo de participación de masa en los modos de vibración.....	184
Figura 117	Factores de sismo.....	184
Figura 118	Parámetros según la E-030 para el análisis sísmico.....	185
Figura 119	Asignación de factores de sismo.....	185
Figura 120	Formula para el cálculo de la fuerza cortante basal.....	186
Figura 121	Parámetros según la E-030 para el análisis sísmico.....	186
Figura 122	peso de la estructura.....	186
Figura 123	Cortante dinámico Sismo.....	187
Figura 124	Modificar el factor de sismo, en el caso de sismo en “x”	187
Figura 125	Modificar el factor de sismo, en caso de sismo en “y”	188
Figura 126	confirmar que los valores de “Ex” y “Ey” alcancen un mínimo del 80% de la Cortante Basal	188
Figura 127	Periodo Fundamental de vibración.	189
Figura 128	Realizando el análisis modal 1	189
Figura 129	Tomando en cuenta el análisis modal 2	190
Figura 130	Configuración de arriostamiento optimo.....	190
Figura 131	modal 1 con un periodo de $T=0,176$	191
Figura 132	modal 1 con un periodo de $T=0,176$	191
Figura 133	calcula nuevamente el valor de Cortante Basal	192

Figura 134	resultado sea por lo menos el 80% del cortante Basal	193
Figura 135	Se modifica el factor de Ex por 1.109.....	193
Figura 136	analizar por resistencia en vigas secundarias.....	194
Figura 137	análisis por resistencia para vigas secundarias, se toman en cuenta solo las combinaciones de cargas gravitacionales. Es decir 1.4D y 1.2D+1.6L.....	194
Figura 138	resultado de análisis de vigas secundarias para el nivel 1.....	195
Figura 139	Resultado de análisis de vigas secundarias para nivel 2	195
Figura 140	configurar nuevamente para que No ignore las condiciones de sismo	196
Figura 141	análisis por resistencia, se toman en cuenta todas las combinaciones de carga.	196
Figura 142	Resultado de Análisis por resistencia en columnas vista 3D.....	197
Figura 143	cambiando los perfiles de vigas secundarias y analizando su separación.....	197
Figura 144	resultado de las vigas secundarias del primer nivel	198
Figura 145	resultado de las vigas secundarias del segundo nivel	198
Figura 146	análisis de vigas principales y columnas	199
Figura 147	Análisis de pórtico en “x”	200
Figura 148	Análisis de pórtico en “y”	200
Figura 149	Vista 3D de resultados por resistencia de vigas principales y columnas	201
Figura 150	apoyo que recibe la mayor fuerza	201
Figura 151	La fuerza máxima es de 21399.6 Kgf	202
Figura 152	La viga con mayor cortante.....	202
Figura 153	El más alto cortante de viga es de 967.09 Kgf.....	203
Figura 154	evaluar las derivas en dirección x	203
Figura 155	Se asigna Ey para evaluar las derivas en dirección Y	204
Figura 156	Verificar que las derivas correspondientes a los cuatros puntos esquineros..	205
Figura 157	Dibujo de zapatas y vigas de cimentación	206
Figura 158	crea el material del cual estarán hechas las zapatas y las vigas	206
Figura 159	crea el tipo de zapata que usaremos	207
Figura 160	Ventana donde se define las características de la zapata.	208
Figura 161	define las características de la viga de cimentación.....	208
Figura 162	definen las cargas que se usaran en este proyecto	209
Figura 163	Se define las combinaciones de carga.....	209
Figura 164	Se definen las propiedades del suelo.....	210
Figura 165	Asignamos las propiedades creadas a nuestras zapatas y vigas dibujadas	210
Figura 166	asentamiento de terreno de 0.0035 cm.....	211
Figura 167	Deformación por asentamiento de la zapata.	211
Figura 168	Asentamiento en vigas de cimentación.....	212
Figura 169	valores de asentamiento permitidos para nuestro suelo	212
Figura 170	Diseño del acero en zapatas vamos a la función de SAFE	213
Figura 171	requerimientos máximos de acero de las zapatas eje X.....	213
Figura 172	requerimientos máximos de acero de las zapatas eje Y	214
Figura 173	Diseño de acero en vigas de cimentación	215
Figura 174	Requerimiento de acero en vigas de cimentación.....	216

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1	44
Ecuación 2	44
Ecuación 3	44
Ecuación 4	44
Ecuación 5	44
Ecuación 6	44
Ecuación 7	44
Ecuación 8	44
Ecuación 9	50
Ecuación 10	50
Ecuación 11	51
Ecuación 12	51
Ecuación 13	51
Ecuación 14	51
Ecuación 15	51
Ecuación 16	51
Ecuación 17	53
Ecuación 18	53
Ecuación 19	53
Ecuación 20	53
Ecuación 21	53
Ecuación 22	53
Ecuación 23	53
Ecuación 24	53
Ecuación 25	53
Ecuación 26	54
Ecuación 27	54
Ecuación 28	54
Ecuación 29	54
Ecuación 30	54
Ecuación 31	54
Ecuación 32	54
Ecuación 33	54
Ecuación 34	54
Ecuación 35	54
Ecuación 36	54
Ecuación 37	54
Ecuación 38	54
Ecuación 39	54
Ecuación 40	55
Ecuación 41	55
Ecuación 42	55
Ecuación 43	55
Ecuación 44	55
Ecuación 45	55
Ecuación 46	55

Ecuación 47	55
Ecuación 48	55
Ecuación 49	56
Ecuación 50	56
Ecuación 51	56
Ecuación 52	57
Ecuación 53	57
Ecuación 54	57
Ecuación 55	58
Ecuación 56	58
Ecuación 57	58
Ecuación 58	58
Ecuación 59	58
Ecuación 60	58
Ecuación 61	58
Ecuación 62	58
Ecuación 63	58
Ecuación 64	58
Ecuación 65	59
Ecuación 66	59
Ecuación 67	59
Ecuación 68	59
Ecuación 69	59
Ecuación 70	59
Ecuación 71	59
Ecuación 72	60
Ecuación 73	60
Ecuación 74	60
Ecuación 75	60
Ecuación 76	60
Ecuación 77	60
Ecuación 78	63
Ecuación 79	63
Ecuación 80	68
Ecuación 81	68
Ecuación 82	68
Ecuación 83	68
Ecuación 84	68
Ecuación 85	73
Ecuación 86	73
Ecuación 87	73
Ecuación 88	73
Ecuación 89	73
Ecuación 90	96
Ecuación 91	96
Ecuación 92	96
Ecuación 93	96
Ecuación 94	96
Ecuación 95	97
Ecuación 96	97

Ecuación 97	97
Ecuación 98	97
Ecuación 100	98

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1 Ficha de observación Topográfica.....	233
Anexo 2 Formato de recolección documentaria.....	234
Anexo 3 Formato de Ficha de observación topográfica Validada.	235
Anexo 4 Validación de Instrumento de ficha de observación de campo.	236
Anexo 5 Formato de recolección documentaria validada.	237
Anexo 6 tabla de Validación de Ficha de recolección documentaria.....	238
Anexo 7. Ficha de observación Topográfica.....	239
Anexo 8. Ficha de recolección documentaria de estudio de suelos.	240
Anexo 9. Factores de carga para miembros a compresión con KL/r. Acero A36.....	241
Anexo 10. Características técnicas para la placa colaborante AD-600.....	242
Anexo 11 Sobrecargar admisibles (kg/m ²) con concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$	243
Anexo 12. Resistencia del diseño al corte de la soldadura con electrodo protegido.....	244
Anexo 13. Coeficiente C por excentricidad para un grupo de pernos, Ángulo=0°	245
Anexo 14. Tamaño mínimo de soldadura de filete	246
Anexo 15. Estudio de Suelos.....	247
Anexo 16. Plano de Arquitectura.	260
Anexo 17. Plano de Estructuras.	261
Anexo 18 Plano de Cimentaciones.....	262

RESUMEN

En la presente tesis se desarrolló el diseño estructural de un edificio de estructura metálica (acero estructural) de 2 niveles para uso de oficinas, utilizando el sistema estructural de “Pórticos Ordinarios Concéntricamente Arriostrados (OCBF)” en ambas direcciones principales de la estructura. El edificio se encuentra ubicado dentro de la Urb. San Isidro en la ciudad de Trujillo, perteneciente a un suelo intermedio de capacidad portante de 1.21 kg/cm² a la altura de la profundidad de desplante. Además, el edificio pertenece a una edificación esencial según la norma E.030 – 2016 de diseño sismorresistente. El diseño estructural de la edificación en mención se realizó procedimentalmente siguiendo los siguientes pasos:

Configuración estructural, en el cual se realizó la estructuración y predimensionamiento de todos los elementos estructurales que conforman el edificio, respetando la arquitectura brindada. Análisis estructural, en el cual se realizó el metrado, modelación y análisis estructural de toda la estructura, para lo cual se utilizó el programa “SAP 2000”. Diseño estructural, en el cual se diseñaron todos los elementos estructurales que conforman el edificio mediante el método Load and Resistance Factor Design (LRFD) para condiciones de resistencia y el método Allowable Strength Design (ASD) para condiciones de servicio.

El análisis y diseño estructural se realizaron acorde a los requerimientos de las normas E.020 (cargas), E.030 – 2016 (diseño sismorresistente), y E.090 – propuesta final 2016 (estructuras metálicas) del “Reglamento Nacional de Edificaciones”. Además, se tomó como referencia importante el “Steel Construction Manual 14th Edition” y la “Specification For Structural Steel Buildings – ANSI/ AISC 360-10” del American Institute of Steel Construction AISC.

Palabras clave: Diseño estructural, Estructuras Metálicas, Diseño, Perfiles Metálicos, Diseño sismo.

ABSTRACT

In this research we developed the structural design of a two level of structural steel for use of offices, using the structural system of “Concentrically Oriented Ordinary Porous (OCBF)” in both main directions of the structure. The building is located inside the San Isidro urbanization in the city of Trujillo, belonging to an intermediate ground of carrying capacity of 1.21 kg / cm² at the height of the shallow depth. In addition, the building belongs to an essential building according to the Norm E.030 - 2016 of Seismoresistant Design. The structural design of the building in question was carried out procedurally following the following steps:

Structural configuration, in which the structuring and pre - sizing of all the structural elements that make up the building was carried out, respecting the architecture offered.

Structural analysis, in which the metrado, modeling and structural analysis of the entire structure was performed, for which the "SAP 2000". Structural design, in which all the structural elements that make up the building were designed using the Load and Resistance Factor Design (LRFD) method for resistance conditions and the Allowable Strength Design (ASD) method for service conditions.

The analysis and structural design are in accordance with the requirements of standards E.020 (loads), E.030 - 2016 (seismic resistant design), and E.090 - final proposal 2016 (metal structures) of the "National Building Regulations". In addition, the "Steel Construction Manual 14th Edition" and the “Specification For Structural Steel Buildings - ANSI / AISC 360-10” of the American Institute of Steel Construction AISC were taken as an important reference.

Keywords: Structural Design, Metallic Structures, Design, Metallic Profiles, Seismic Design.

NOTA DE ACCESO

No se puede acceder al texto completo pues contiene datos confidenciales

REFERENCIAS

- Alberto, E. T. (2019). Influencia de la capacidad portante del suelo de la mz "II", 1era etapa, urbanización el recreo trujillo, en la altura de una edificación de acero. TRUJILLO, PERU.
- Blanco, A. (2010). Estructuración y diseño de edificaciones de. Lima.
- Choca Simbaña, F. I., & Colimba Quijia, P. V. (2016). Diseño estructural de un edificio de 4 pisos en acero para proyecto de vivienda masivo. QUITO, ECUADOR.
- Crisafulli, F. J. (2018). Diseño sismorresistente de construcciones de acero. ARGENTINA.
- Delucchi, H. (2016). Estructuras sismorresistentes. *EBM Construcción*, 1.
- E-020. (2017). Normativa peruana de cargas . PERU.
- Escalante, G., & Ibañez, D. (2019). Influencia de la capacidad portante del suelo de la mz "II", 1era etapa, urbanización el recreo-trujillo, en la altura de una edificación de acero estructural. TRUJILLO, TRUJILLO, PERÚ.
- e-struc. (2018). <https://e-struc.com/>. Obtenido de <https://e-struc.com/2018/09/18/funcion-estructural-de-las-placas-de-anclaje/>
- García, O. (2015). Diseño de estructuras de concreto armado tomo II.
- geotecniafacil. (2018). <https://geotecniafacil.com/>. Obtenido de <https://geotecniafacil.com/>
- Héctor, S. R. (2005). Conexiones.
- Maritza, R. Á. (2002). Análisis técnico y económico de losas de entrepiso.
- Márquez Jolman, A. E. (2007). Diseño de elementos estructurales típicos para un edificio de estructuras de acero utilizando las especificaciones AISC2005". EL SALVADOR.

Morales Ore, E. A. (2017). Diseño estructural de un edificio de 3 niveles con estructura

metálica para usos múltiples en la universidad continental sede Huancayo.

HUANCAYO, HUANCAYO, PERU.

Pazmiño Lincango, H. P. (Marzo de 2015). Diseño comparativo para edificios en estructura

de acero con diversos tipos de arriostamiento lateral: caso muros de corte. QUITO,

ECUADOR.

Perez Rodriguez, M. (2009). Diseño y calculo de la estructura metalica y de la cimentacion

de una nave industrial, MADRID. MADRID, ESPAÑA.

Pontón, M., Robalino, A., & Sánchez, T. (2016). *Guía práctica para el diseño de estructuras*

de acero. QUITO

Ramirez, G. (2016). Análisis comparativo de costos y tiempo de ejecución de de una

edificación de hormigón armado y una edificación de hormigón armado y una

edificación de acero estructural. guayaquil, ECUADOR.

Tong, A. (2015). Factibilidad del uso de estructuras metálicas en el diseño de viviendas

multifamiliares.

Vera, A. (junio de 2016). Diseño de un edificio multifamiliar de cuatro pisos en estructura

de acero y entrepisos de concreto. LIMA, PERÚ.

Villareal, G. (2016). Apuntes de estructuración y diseño sísmico de edificaciones.

HUANCAYO

Vinnakota, S. (2006). Estructura de acero: comportamiento y LRFD. MEXICO.

Zapata, L. (1991). Diseño estructural en acero. LIMA.