



**UNIVERSIDAD LAICA VICENTE ROCAFUERTE
DE GUAYAQUIL**

**FACULTAD DE INGENIERÍA, INDUSTRIA Y CONSTRUCCIÓN
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

**PROYECTO DE INVESTIGACIÓN
PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO CIVIL**

TEMA:

**“ANÁLISIS COMPARATIVO DE COSTOS ENTRE UNIÓN
SOLDADA Y PROTOTIPO DE UNIÓN EMPERNADA EN EL
NODO DE MAYOR ESFUERZO DE UNA VIVIENDA DE 2
PLANTAS.”**

TUTOR

MSc. JULY ROXANA HERRERA VALENCIA.

AUTORES

**GÓMEZ CAMPUZANO ANDRÈS EDUARDO
LEÒN FUENTES YURY ROXANA
GUAYAQUIL**

2022



REPOSITARIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA	
FICHA DE REGISTRO DE TESIS	
TÍTULO Y SUBTÍTULO: “ANÁLISIS COMPARATIVO DE COSTOS ENTRE UNIÓN SOLDADA Y PROTOTIPO DE UNIÓN EMPERNADA EN EL NODO DE MAYOR ESFUERZO DE UNA VIVIENDA DE 2 PLANTAS.”	
AUTOR/ES: Gómez Campuzano Andrés Eduardo, León Fuentes Yury Roxana	REVISORES O TUTORES: Msc. July Roxana Herrera Valencia
INSTITUCIÓN: Universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil	Grado obtenido: Ingeniero Civil
FACULTAD: INGENIERÍA, INDUSTRIA Y CONSTRUCCIÓN	CARRERA: INGENIERÍA CIVIL
FECHA DE PUBLICACIÓN: 2022	N. DE PAGS: 80.
ÁREAS TEMÁTICAS: Arquitectura y Construcción	
PALABRAS CLAVE: Análisis , Costos, Unión Soldada y Apernada	
RESUMEN: <p>El presente proyecto detalla, el análisis comparativo de costos entre una unión soldada y una apernada, de una vivienda de 2 plantas. Este análisis, parte del estudio estructural de la vivienda modelada en el software ETABS; del cual se obtuvieron las cargas actuantes presentes en la estructura, además de los esfuerzos para los cuales se diseñaron las uniones apernadas y soldadas. Las uniones apernadas, se revisaron utilizando el programa RAM CONNECTION, mismo que calculó las resistencias críticas</p>	

globales para las conexiones columna pedestal (0,81 KN) y diseños a corte viga secundaria (0,69 KN), a su vez, permitió conocer las resistencias nominales de las uniones apernadas. Ambas uniones fueron calculadas para soportar un Mu de 1,76 Ton-m. y un Vu de 2.86 Ton. Donde, las uniones soldadas fueron diseñadas con placas de conexión de 0.5cm de espesor, resistiendo esfuerzos de fluencia de 3522 kg/cm².

Se realizó la comparación de ambos procesos constructivos, del cual se obtuvo que el costo total de una estructura metálica de acoples con pernos es de \$14.182,27USD y el costo de la estructura con uniones soldadas será de \$14.911,72 USD. Además de ello, se pudo calcular en base al jornal por hora y los rendimientos de cada rubro generado en ambos procesos, que, la ejecución de las estructuras metálicas con acoples con pernos demoraría 19 días, a diferencia de la estructura con uniones soldadas que demoraría 36 días.

N. DE REGISTRO (en base de datos):	N. DE CLASIFICACIÓN:	
DIRECCIÓN URL (tesis en la web)		
ADJUNTO PDF:	SI <input checked="" type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>
CONTACTO CON AUTOR/ES: Gòmez Campuzano Andrès Eduardo Leòn Fuentes Yury Roxana	Teléfono: 0979966265 0967395394	E-mail: aGòmezc@ulvr.edu.ec yleonf@ulvr.edu.ec
CONTACTO EN LA INSTITUCIÓN:	Msc. MILTON ANDRADE LABORDE (Decano) Teléfono: 042596500 Ext. 260 E-mail: mandradel@ulvr.edu.ec Mg ALEXIS WLADIMIR VALLE BENITEZ. (Director de Carrera) Teléfono: 042596500 Ext. 242 E-mail: avalleb@ulvr.edu.ec	

CERTIFICADO DE ANTIPLAGIO ACADÉMICO

ANÁLISIS COMPARATIVO DE COSTOS ENTRE UNIÓN SOLDADA Y PROTOTIPO DE UNIÓN EMPERNADA

INFORME DE ORIGINALIDAD

4%	3%	0%	0%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	dspace.uazuay.edu.ec	1%
Fuente de Internet		
2	dialnet.unirioja.es	1%
Fuente de Internet		
3	avesis.yildiz.edu.tr	<1%
Fuente de Internet		
4	biblioteca.konradlorenz.edu.co	<1%
Fuente de Internet		
5	docplayer.org	<1%
Fuente de Internet		
6	dunkelcorp.com	<1%
Fuente de Internet		
7	economicas.unlam.edu.ar	<1%
Fuente de Internet		
8	esmuy.cl	<1%
Fuente de Internet		
9	jaimeargudo.com	
Fuente de Internet		

Firma:



MSc. JULY ROXANA HERRERA VALENCIA.

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS PATRIMONIALES

El(Los) estudiante(s) egresado(s) **GÓMEZ CAMPUZANO ANDRÈS EDUARDO** y **LEON FUENTES YURY ROXANA** , declara (mos) bajo juramento, que la autoría del presente proyecto de investigación, “**ANÁLISIS COMPARATIVO DE COSTOS ENTRE UNIÓN SOLDADA Y PROTOTIPO DE UNIÓN EMPERNADA EN EL NODO DE MAYOR ESFUERZO DE UNA VIVIENDA DE 2 PLANTAS.**”, corresponde totalmente a el(los) suscrito(s) y me (nos) responsabilizo (amos) con los criterios y opiniones científicas que en el mismo se declaran, como producto de la investigación realizada.

De la misma forma, cedo (emos) los derechos patrimoniales y de titularidad a la Universidad Laica VICENTE ROCAFUERTE de Guayaquil, según lo establece la normativa vigente.

Autor(es)



Firma:

LEÓN FUENTES YURY ROXANA

C.I.0927115527



Firma:

GÓMEZ CAMPUZANO ANDRÈS EDUARDO

C.I.0929028348

CERTIFICACIÓN DE ACEPTACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de Tutor del Proyecto de Investigación **“ANÁLISIS COMPARATIVO DE COSTOS ENTRE UNIÓN SOLDADA Y PROTOTIPO DE UNIÓN EMPERNADA EN EL NODO DE MAYOR ESFUERZO DE UNA VIVIENDA DE 2 PLANTAS.”**, designado(a) por el Consejo Directivo de la Facultad de Ingeniería, Industria y Construcción de la Universidad Laica VICENTE ROCAFUERTE de Guayaquil.

CERTIFICO:

Haber dirigido, revisado y aprobado en todas sus partes el Proyecto de Investigación titulado: **“ANÁLISIS COMPARATIVO DE COSTOS ENTRE UNIÓN SOLDADA Y PROTOTIPO DE UNIÓN EMPERNADA EN EL NODO DE MAYOR ESFUERZO DE UNA VIVIENDA DE 2 PLANTAS.”**, presentado por los estudiantes **LEÓN FUENTES YURY ROXANA Y GÓMEZ CAMPUZANO ANDRÉS** como requisito previo, para optar al Título **INGENIERO CIVIL** , encontrándose apto para su sustentación.



Firma:

MSc. JULY ROXANA HERRERA VALENCIA.

C.C.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por guiarme en mi camino y por permitirme concluir con mi objetivo.

DEDICATORIA

Esta tesis está dedicada a:

A mis padres Nicolás y Ana quienes con su amor, paciencia y esfuerzo me han permitido llegar a cumplir hoy un sueño más, gracias por inculcar en mí el ejemplo de esfuerzo y valentía, de no temer las adversidades porque Dios está conmigo siempre.

A mis hermanos y en especial a ti Andrés por su cariño y apoyo incondicional, durante todo este proceso, por estar conmigo en todo momento gracias. A toda mi familia porque con sus oraciones, consejos y palabras de aliento hicieron de mí una mejor persona y de una u otra forma me acompañan en todos mis sueños y metas

AGRADECIMIENTO

Agradezco en primer lugar s Dios y a mi abuela (Carmen) los cuales estuvieron en cada obstáculo y dificultad que se me presento en este largo camino, a mi hermana Francisca y Cyril Exbryan los cuales han sido apoyo incondicional durante mi formación.

DEDICATORIA

Esta Tesis está Dedicada a:

A mi Madre Amada a mis tíos José y Vicente Gómez, a ellos por todo su esfuerzo, valores y principios sembrados en mí,

A mis hermanos y en especial a Carlos el Cual me ha enseñado a sobrellevar las dificultades, a Yury por ser mi pilar fundamental en lo profesional sentimental y académico

RESUMEN

El presente proyecto detalla, el análisis comparativo de costos entre una unión soldada y una apernada, de una vivienda de 2 plantas. Este análisis, parte del estudio estructural de la vivienda modelada en el software ETABS; del cual se obtuvieron las cargas actuantes presentes en la estructura, además de los esfuerzos para los cuales se diseñaron las uniones apernadas y soldadas. Las uniones apernadas, se revisaron utilizando el programa RAM CONNECTION, mismo que calculó las resistencias críticas globales para las conexiones columna pedestal (0,81 KN) y diseños a corte viga secundaria (0,69 KN), a su vez, permitió conocer las resistencias nominales de las uniones apernadas. Ambas uniones fueron calculadas para soportar un Mu de 1,76 Ton-m. y un Vu de 2.86 Ton. Donde, las uniones soldadas fueron diseñadas con placas de conexión de 0.5cm de espesor, resistiendo esfuerzos de fluencia de 3522 kg/cm².

Por medio de una de investigación de carácter Descriptiva- Correlacional, se realizó la comparación de ambos procesos constructivos, del cual se obtuvo que el costo total de una estructura metálica de acoples con pernos es de \$14.182,27USD y el costo de la estructura con uniones soldadas será de \$14.911,72 USD. Además de ello, se pudo calcular en base al jornal por hora y los rendimientos de cada rubro generado en ambos procesos, que, la ejecución de las estructuras metálicas con acoples con pernos demoraría 36 días, a diferencia de la estructura con uniones soldadas que demoraría 19 días.

ÍNDICE GENERAL

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS PATRIMONIALES	v
CERTIFICACIÓN DE ACEPTACIÓN DEL TUTOR	vi
CAPÍTULO I	2
DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN	2
1.1 Tema.....	2
1.2 Planteamiento del Problema.....	2
1.2.1 Formulación del Problema	2
1.2.2 Sistematización del Problema	2
1.3 Objetivo General	3
1.4 Objetivos Específicos.....	3
1.5 Justificación.....	3
1.6 Delimitación del Problema.....	4
1.7 Hipótesis o Idea a Defender	4
1.8 Variable independiente.....	4
1.9 Variable dependiente.....	4
1.10 Línea de Investigación Institucional/Facultad.....	5
CAPÍTULO II	6
MARCO TEÓRICO	6
2.1 Generalidades de Estructuras metálica.....	6
2.2 Tipo de estructuras metálicas	7
2.3 Uniones y Conexiones.....	8
2.3.1 Fases de uniones metálicas	8
2.3.2 Tipos de uniones metálicas	8
2.4 Uniones Soldadas	9
2.4.1 Soldadura por Arco	12
2.4.2 Soldadura Fuerte	12
2.4.3 Soldadura Blanda	13
2.4.4 Soldadura Oxiacetilénica	13
2.4.5 Soldadura por Electrodo Manual Revestido	13
2.4.6 Tipologías de Uniones Soldadas	13
2.5 Uniones Metálicas Apernadas.....	14
2.5.1 Pernos ordinarios o comunes	16
2.5.2 Pernos de alta resistencia	16

2.5.3	Diámetros y dimensiones de uniones metálicas empernadas	16
2.6	Marco Referencial	17
2.6.1	Tesis nacionales	17
2.6.2	Tesis internacionales	17
2.6.3	Modelos análogos al proyecto	18
2.6.4	Conferencias de Hábitat III	20
	Marco conceptual	21
CAPÍTULO III		22
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN		22
3.1	Metodología	22
3.2	Tipo de investigación	22
3.3	Enfoque	23
3.4	Técnica e instrumentos	23
3.5	Población	23
3.6	Muestra	24
3.7	Análisis de resultados	24
CAPÍTULO IV		25
INFORME FINAL		25
4.1	Datos Generales del sistema estructural a comparar	25
4.1.1	Cargas Aplicadas al diseño estructural	28
4.1.2	Espectro de Diseño del Sistema	30
4.1.3	Definición de Materiales	31
4.1.4	Desplazamientos y derivas máximas de la estructura	31
4.1.5	Comportamiento Inelástico	32
4.1.6	Cortante Basal Dinámico	33
4.2	Diseño de conexiones apernadas	34
4.2.1	Conexión Columna Pedestal	34
4.2.2	Conexión a momento viga principal-columna	37
4.2.2.1	<i>Costo de Fabricación de unión empernada a momento Viga Principal-Columna</i> Tabla 19	41
4.3	Diseño de conexiones soldadas	44
4.3.1	Cálculos Generales	45
4.3.2	Costos de Fabricación de estructura metálica	47
4.3.2.1	Uniones soldadas	47

4.3.2.2 Uniones con acople	47
4.3.3 Tabla comparativa de costos.	48
CONCLUSIONES	49
RECOMENDACIONES	51
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	52
ANEXOS	62

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	Línea de Investigación Institucional/Facultad.....	5
Tabla 2	Uniones Metálicas.....	8
Tabla 3	Tipologías de Uniones Soldadas.....	13
Tabla 4	<i>Tipos de Uniones Apernadas.</i>	15
Tabla 5	<i>Diámetros de perforaciones y perno (mm)</i>	17
Tabla 6	<i>Datos de la vivienda de dos pisos</i>	25
Tabla 7	<i>Parámetros para análisis Sismo Resistente</i>	29
Tabla 8	<i>Espectro de Diseño del Sistema</i>	30
Tabla 9	<i>Derivas de Piso calculadas en los pórticos más críticos</i>	32
Tabla 10	<i>Modos de Vibración de la Estructura</i>	32
Tabla 11	<i>Ductilidad de la Estructura de acero con arriostramiento.</i>	32
Tabla 12	<i>Cortante basal Dinámico.</i>	33
Tabla 13	<i>Cortante Basal de la Estructura.</i>	33
Tabla 14	<i>Datos Generales de la Conexión Columna-Pedestal</i>	36
Tabla 15	<i>Esfuerzos presentados en el Hormigón y la Placa Base</i>	37
Tabla 16	<i>Datos Generales de Conexión a momento vida principal-columna</i>	37
Tabla 17	<i>Datos de Pernos Utilizados en el diseño.</i>	38
Tabla 18	<i>Datos Estructurales de la conexión apernada.</i>	38
Tabla 19	<i>Costo de unión empernada a momento Viga Principal-Columna</i>	41
Tabla 20	<i>Costo de unión empernada a momento Viga Principal-Columna</i>	42
Tabla 21	<i>Costo de unión empernada a momento Viga Principal-Columna</i>	43
Tabla 22	<i>Datos Generales de diseño.</i>	44
Tabla 23	<i>Valores recomendados por el AWS para soldadura</i>	44
Tabla 24	<i>Datos de la soldadura.</i>	44
Tabla 25	<i>Valores límite de la garganta de una soldadura en ángulo</i>	45
Tabla 26	<i>Costos de estructura metálica soldada</i>	47
Tabla 27	<i>Costos de estructura metálica con acople.</i>	47
Tabla 28	<i>Tabla comparativa.</i>	48

ÍNDICE DE FIGURAS

Ilustración 1. Uniones Perno Atornilladas.....	9
Ilustración 2. Tipo de uniones soldadas.	9
Ilustración 3. Posición de las soldaduras.....	10
Ilustración 4. Tipos de Uniones en Soldadura.	11
Ilustración 5. Tipos de Soldadura	11
Ilustración 6. Variaciones de Bisel en soldadura.	11
Ilustración 7. Tipología de Unión Soldada Plana.	13
Ilustración 8. Tipología de Unión Soldada Espacial.	14
Ilustración 9. Tipología de Unión Soldada Mixta.....	14
Ilustración 10. Modelo análogo 2.....	19
Ilustración 11. Modelo análogo 3.....	20
Ilustración 12. Plano Arquitectónico Planta Baja.....	25
Ilustración 13. Plano Arquitectónico Planta Alta.	26
Ilustración 14. Plano de Elevación.....	26
Ilustración 15. Sistema de pórtico sentido X.....	27
Ilustración 16. Sistema de pórtico sentido Y.....	27
Ilustración 17. Sistema de pórtico 3D.	27
Ilustración 18. Espectro de diseño del sistema.	31
Ilustración 19. Nodo #13 momento máximo	34

INDICE DE ANEXOS

Anexo N°1 APU calculado de la Estructura Metálica soldada.	62
Anexo N°2 APU calculado de la Estructura Metálica con acoples.....	63
Anexo N°3 Tabla de momentos en columna #10.....	64
Anexo N°4. Tabla de momentos en Viga #20.....	65

INTRODUCCIÓN

Entre las necesidades que a través del tiempo se han presentado ante el hombre, unir elementos estructurales, ha sido una de las más solicitadas; por ejemplo se ha visto ante la necesidad de unir elementos para crear diversas estructuras y mega estructuras que permitan el sustento económico de un país, y el crecimiento de la ingeniería como profesión, por ello ha pasado de utilizar elementos de unión u apoyo de carácter rústico, a utilizar uniones mucho más modernas como lo son los pernos o la soldadura de diferente tipo, todo ello, para realizar conexiones viga-columnas, vigas-pedestales, a momento y corte de vigas secundarias, etc.

Estos elementos han demostrado ser un solución viable y factible al momento de resistir cargas de distinto tipo; cargas a las cuales, la estructura de acero estará sometida a lo largo de su vida útil. Este tipo de uniones hacen de una estructura metálica una respuesta eficaz para mantener una mayor estabilidad y resistencia en edificaciones, o como es el caso del presente proyecto, en viviendas unifamiliares; además de ello se caracterizan por ser de ensamblaje fácil y rápido, lo que ahorra en gran cantidad, múltiples procesos constructivos.

La necesidad de realizar una comparación de costos de ambas modalidades constructivas, parte de la demanda demográfica que en el país se presenta, pues genera al mismo tiempo la demanda de crear viviendas urbanas unifamiliares con mucha más frecuencia, a un menor costo, sin comprometer la calidad de la misma. Es por esta razón que el presente proyecto busca obtener una conclusión satisfactoria de cuan viable es la construcción de una vivienda de dos pisos, apornada y soldada, todo esto, mediante la comparación presupuestaria de ambos métodos; el cual se realizará partiendo del diseño y el cálculo detallado de la edificación como tal. Enfocándose en la evaluación de la estructura modelo y el comportamiento que ésta presenta, al construirse con uniones soldadas.

CAPÍTULO I

DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

1.1 Tema

“Análisis comparativo de costos entre unión soldada y prototipo de unión empernada en el nodo de mayor esfuerzo de una vivienda de dos plantas”

En la actualidad las estructuras metálicas están ingresando al mercado Inmobiliario con gran fuerza por tal motivo las empresas inmobiliarias y constructoras solicitan mayor rapidez y eficiencia en la construcción , por este motivo el punto a mejorar en la estructura metálica son las uniones ya que son parte primordial y fundamental de las estructuras es justo y necesario buscar diferentes tipos de uniones y determinar el costo fabricación y esfuerzo de la unión soldada y un prototipo de unión independiente empernada en una vivienda de dos plantas en la zona de mayor esfuerzo , dado que en este tipo de categorías las uniones empernadas no son muy usuales por el tipo de perfilería tubular.

1.2 Planteamiento del Problema

En Guayaquil una de las ciudades más grande y en constante crecimiento del país, las personas de sus sectores y parroquias aledañas están construyendo sus viviendas sin conocimientos y sin técnica de construcción , las pocas vivienda construida donde su estructura fundamental es el acero son construidas sin control de calidad y verificación de técnicas al soldar creando así estructuras ineficientes en su conexión siendo esto un problema que se podría solucionar con un prototipo de unión empernada prefabricada que cumpla las condiciones de cargas determinadas para una vivienda de 2 plantas.

1.2.1 Formulación del Problema

¿Qué tan eficiente y económico resulta una unión prefabricada en relación a una unión soldada?

1.2.2 Sistematización del Problema

- ¿Qué normativas permitiría desarrollar Estructuras con uniones apernadas independientes?
- ¿Qué tipos de uniones metálicas existen?
- ¿Qué ventajas permitiría el uso de uniones metálicas apernadas en una estructura?

- ¿Qué pruebas se necesitan para comprobar la resistencia y la utilidad de las uniones apernadas independientes en una estructura?
- ¿De qué manera ayudaría la implementación del prototipo de unión apernada prefabricada a los sectores y parroquias de Guayaquil?

1.3 Objetivo General

“Analizar costos entre unión soldada y prototipo de unión apernada en el nodo de mayor esfuerzo de una vivienda de 2 plantas mediante la metodología de precios unitarios para optimización de construcción en obra”

1.4 Objetivos Específicos

- Determinar diseño de prototipo de unión apernada y unión soldada central
- Establecer el costo de fabricación de la unión metálica apernada y unión soldada central
- Analizar de forma Comparativa de costo en la ejecución de Obra

1.5 Justificación

En la nueva etapa de la evolución de la construcción, el acero se ha convertido en parte fundamental en el área de la construcción, por lo cual los constructores e inversionista del sector inmobiliario se han inclinado por este material como estructura fundamental de sus proyectos de viviendas y edificaciones debido a que la metalmecánica permite la facilidad y la rapidez de construcciones con grandes límites de seguridad y eficiencia.

En este tipo de estructuras existen dos tipos de uniones principales las cuales son: uniones Soldadas y uniones apernadas, la ventaja que nos ofrecen las uniones apernadas prefabricadas es una de las mejores opciones, debido a su control de calidad y construcción en su prefabricación.

Con un prototipo de uniones apernadas debido a su facilidad de ensamblaje y rapidez de fabricación con los parámetros necesarios que brindan seguridad permitirá que el área de la construcción como personas particulares pueda construir o edificar viviendas de forma rápida y segura

1.6 Delimitación del Problema

Campo: “Analizar costos entre unión soldada y prototipo de unión apernada en el nodo de mayor esfuerzo de una vivienda de 2 plantas mediante la metodología de precios unitarios para optimización de construcción en obra”

Área: Ingeniería.

Aspecto: Investigación Descriptiva y Correlacional

Tema: “Análisis comparativo de costos entre unión soldada y prototipo de unión apernada en el nodo de mayor esfuerzo de una vivienda de 2 plantas”

Delimitación espacial comparativo de costos entre unión soldada y prototipo de unión apernada en el nodo de mayor esfuerzo de una vivienda de 2 plantas”

Delimitación temporal: 3 meses

1.7 Hipótesis o Idea a Defender

El prototipo de unión empernada tendrá un mejor rendimiento en costo que la unión soldada utilizada en una vivienda de dos plantas.

1.8 Variable independiente

Uniones soldadas y Prototipo de uniones empernadas.

1.9 Variable dependiente

El Análisis de costos entre unión soldada y prototipo de unión apernada en el nodo de mayor esfuerzo de una vivienda de 2 plantas.

1.10 Línea de Investigación Institucional/Facultad.

Tabla 1

Línea de Investigación Institucional/Facultad

Dominio	Línea de investigación institucional	Sub línea
Urbanismo y ordenamiento territorial aplicando tecnología de construcción eco-amigable, industria y desarrollo de energías renovables	Territorio, medio ambiente y materiales innovadores para la construcción	Materiales de construcción

Fuente: (ULVR, 2020)

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Generalidades de Estructuras metálica

Las estructuras metálicas son consideradas como tal, cuando por lo menos el 80% de la estructura misma se compone de metal, generalmente de acero. Cada parte que conforme la estructura de metal deberá apearse a las normas de construcción, son utilizadas prioritariamente en construcciones que necesiten hacer su proceso de ejecución en un tiempo reducido, más aún cuando se implantaran en zonas pobladas con una cantidad enorme en su derredor, como lo son los centros comerciales o industriales (ARCUX, 2020).

Hay que tener en cuenta que las mismas restricciones empleadas en las estructuras de hormigón serán consideradas en las estructuras metálicas, es decir deben ser diseñadas para que resistan y soporten acciones verticales como horizontales (ARCUX, 2020).

Las estructuras metálicas poseen un sin número de ventajas a diferencia de otras formas constructivas, una de ellas es su magnífica relación resistencia/volumen; esta característica le permite a la estructura ser ligera e incluso esbelta, también posee una gama variada de aplicaciones, se pueden disponer al momento de ejecutar el armado de la estructura, de un sin número de piezas ya estandarizadas lo que permite adaptarse al diseño de cualquier modelo estructural (METALDEZA, 2018).

Entre las ventajas de las estructuras metálicas tenemos:

- **Alta Resistencia:** Debido a la resistencia del acero que se genera por unidad de peso, le permite a la estructura ser esbelta o de poco peso esto ayuda generalmente al diseño de vigas con grandes luces (METALDEZA, 2018).
- **Uniformidad:** las propiedades del acero no cambian de forma considerable con el paso del tiempo, como lo serían en las estructuras de hormigón reforzado (METALDEZA, 2018).
- **Durabilidad:** si las estructuras reciben un mantenimiento adecuado, su durabilidad será mayor (METALDEZA, 2018).
- **Ductilidad:** la característica del acero de ser dúctil, le permite soportar deformaciones representativas sin fallar incluso ante esfuerzos altos de tensión evitando fallas prematuras en la estructura (METALDEZA, 2018).

- **Tenacidad:** los aceros estructurales poseen resistencia y ductilidad; por ello les permite ser tenaces, es decir pueden absorber cantidades significativas de energía (METALDEZA, 2018).

2.2 Tipo de estructuras metálicas

Las estructuras metálicas pueden ser clasificadas en 5 grupos de acuerdo a DOMINGOSERNA (2020) donde tenemos:

- **Estructuras entramadas:** Dentro de este tipo de estructuras, las cuales son las más comunes, hallaremos los cimientos, barras, vigas y columnas; utilizadas para la elaboración de edificios con alturas mayores y su estructura se basa en barras verticales que soportan los esfuerzos de compresión (DOMINGOSERNA, 2020).
- **Estructuras triangulares:** se denomina de esta forma por la posición en la que se ubican sus barras, es decir formando triángulos. Por ello se las considera estructuras resistentes, ligeras y económicas. Mayormente se utilizan en la construcción de puentes e incluso de naves industriales (DOMINGOSERNA, 2020).
- **Estructuras colgantes:** cumplen la función de servir como cableados o tirantes que estarán unidos a soportes de tamaño y resistencia considerable. Estos tirantes soportan el peso, brindándole a la estructura estabilidad (DOMINGOSERNA, 2020).
- **Estructuras laminares:** se componen de láminas metálicas delgadas y curvas, las cuales aguantan debido a su forma cortes y tensiones de flexión. Se utilizan para elaborar aviones y autos (DOMINGOSERNA, 2020).
- **Estructuras abovedadas:** esta clase de estructura en su mayoría se utiliza en techos parabólicos, lo que ayuda a mantener un equilibrio en el peso de la construcción (DOMINGOSERNA, 2020).
- **Estructuras geodésicas:** consta de elementos de forma hexagonal y pentagonal, se consideran estructuras resistentes y ligeras (DOMINGOSERNA, 2020).

2.3 Uniones y Conexiones

Las estructuras metálicas al ser consideradas como prefabricadas, es decir al componerse de diferentes elementos todos ellos deben ser ensamblados o deben conectarse de alguna forma, teniendo como objetivo garantizar el comportamiento de la estructura, siendo la unión de sus elementos el factor de incidencia en el costo final de la estructura. Para seleccionar de qué forma serán conectadas se deben tener en cuenta el comportamiento de la conexión, si será rígida, flexible, por contacto, por fricción, etc. A su vez deben considerarse las limitaciones constructivas y cuan factible es su construcción incluyendo los aspectos del montaje (Arquitectura/Acero, n.d.).

Las uniones metálicas se refieren a sistemas monolíticos debido a variedad de uniones que puede tener una edificación, estas deben ser previamente estudiadas para comprobar la compresión a la flexión en relación con vigas, pilares y cimentaciones (Urbán, 2009). Por tanto, deben estar perfectamente empernadas a la vivienda, considerando los siguientes aspectos técnicos:

- Transmisión sencilla de los esfuerzos entre los elementos utilizados en las uniones.
- Estudiar el comportamiento no lineal.
- Facilidad de adaptación con los medios utilizados en la tipología de la edificación.

2.3.1 Fases de uniones metálicas

- Fase 1 (determinación del diseño): se realiza la selección del tipo de unión para la estructura final de la edificación.
- Fase 2 (Desarrollo del proyecto): se somete al esfuerzo de comprobación de capacidad de la unión, por lo que se establece los máximos esfuerzos, deformación y tensiones que afectan directamente a los elementos de las uniones.

2.3.2 Tipos de uniones metálicas

Tabla 2
Uniones Metálicas.

Tipos de uniones	Características
<u>Uniones pernos y atornilladas</u>	<ul style="list-style-type: none">▪ Facilidad de montaje.▪ Resistente a altas tensiones y temperatura.▪ Permite la unión a cualquier material.

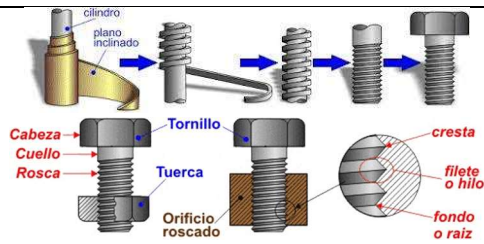
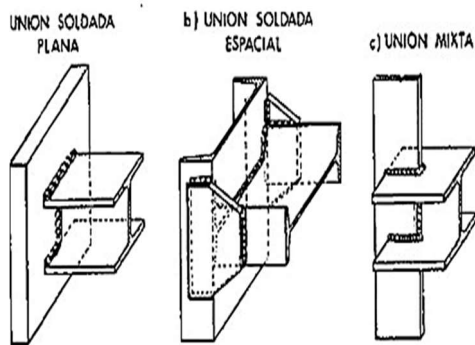


Ilustración 1.
Uniones Perno Atornilladas.
 Fuente:(CNICE, 2005)

Tipos de uniones

Características

Soldadura



- Tipos de posiciones: plana, vertical, horizontal, y sobre cabeza.
- Conexiones: tope, esquina, traslape, borde, tipo T.
- Soldadura: filete, bisel, relleno, y tapón.

Ilustración 2.
Tipo de uniones soldadas.
 Fuente:(NANOPDF, 2018)

Fuente: (Bermúdez, 2005)

Hoy en día existen dos procedimientos para realizar las uniones entre elementos de una estructura metálica:

- Uniones Soldadas
- Uniones Apernadas

2.4 Uniones Soldadas

La soldadura es considerada la forma más común para unir elementos de acero estructural, consiste en realizar la fusión superficial de las caras de dichos elementos por medio del calor y algunas veces con el soporte de un material agregado. En caso de que se trabajen en temperaturas bajas y con material de aporte, distinto al del elemento que se desea unir, se denomina a ésta soldadura blanca (Arquitectura/Acero, n.d.).

Si el material es el mismo se debe realizar la soldadura en conformidad a la continuidad del material conservando sus propiedades tanto mecánicas como químicas permitiendo que el calor ejercido funda las caras expuestas de los elementos de unión. Las soldaduras son capaces de aportar a toda la estructura mayor rigidez, al permitir que se comporten como un sistema monolítico, son capaces de retener los esfuerzos que se presentan por lo general en los nudos de la estructura (Arquitectura/Acero, n.d.).

Dentro del proceso la unión o la fundición de materiales metálicos, en dicho proceso se realiza la fundición de uno o más elementos mediante la aplicación de presión o calor. La integración final de los elementos mediante la soldadura es llamada ensamble soldado (Federación de Enseñanzas Andalucía, 2010).

- Posiciones de soldaduras típicas:

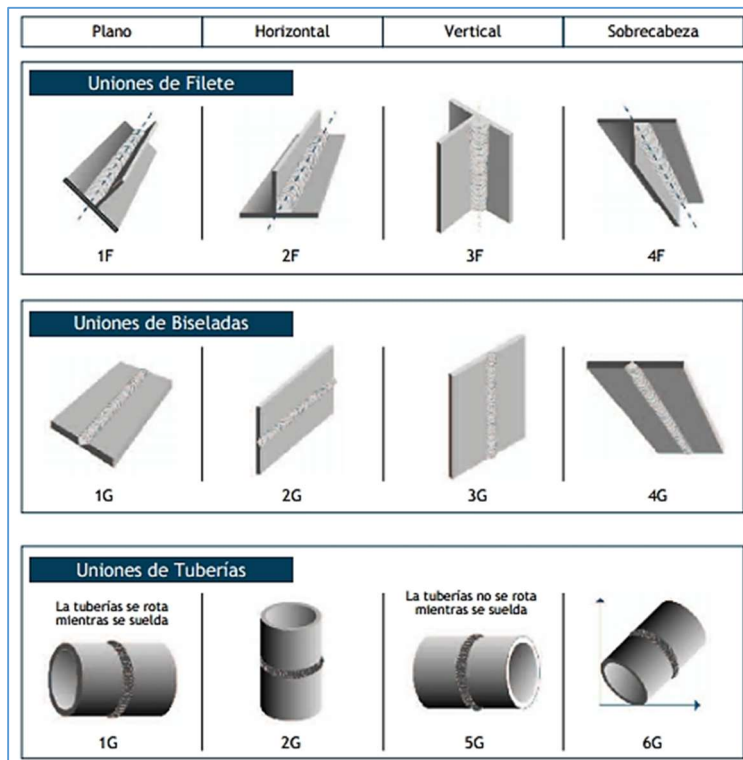


Ilustración 3.
Posición de las soldaduras.

Fuente: (scalofrios n.d.)

- Tipos de conexiones entre perfiles y planchas por soldadura:

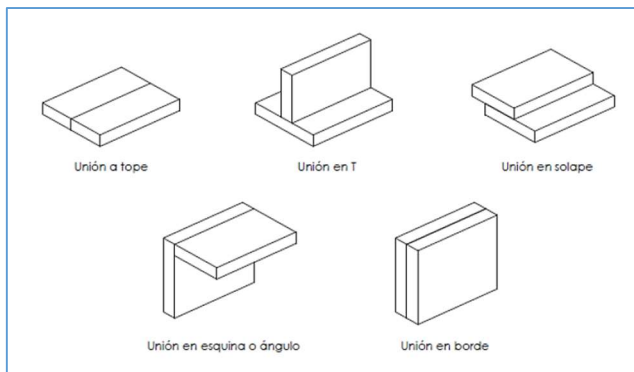


Ilustración 4.
Tipos de Uniones en Soldadura.

Fuente: (Grupmav, 2020)

- Tipos de soldaduras:

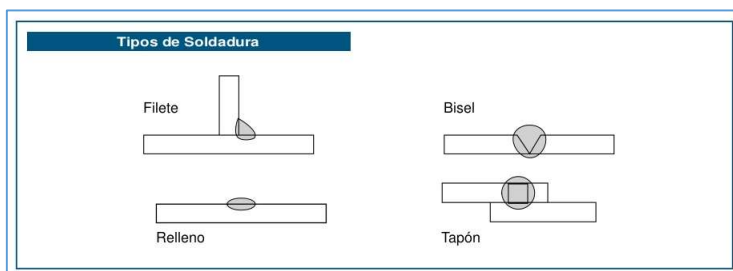


Ilustración 5.
Tipos de Soldadura

Fuente: (Yeferson, 2014)

- Variaciones de Bisel:

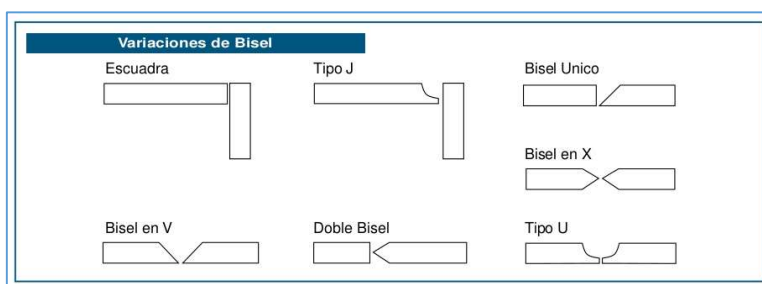


Ilustración 6.
Variaciones de Bisel en soldadura.

Fuente: (Yeferson, 2014)

2.4.1 Soldadura por Arco.

La soldadura por arco engrana o junta las piezas metálicas derritiéndolas o fusionándolas, esto se puede realizar al agregar un metal de aportación. Las uniones que se obtienen de esta soldadura son resistentes incluso más resistentes que el material que unen, para realizar la fusión y unir las se aplica calor en el punto de unión de forma directa, donde la temperatura de la soldadura comienza en el punto en que los metales base son fusionados. Son adecuados para unir piezas en las que ambas secciones son gruesas en cierto grado (0.5 plg./12.7 mm) y éstas se unirán en un mismo punto. El calor utilizado en esta soldadura es significativo, a su vez es localizado y preciso por ello no es conveniente utilizarlo en amplias áreas, sin embargo este tipo de soldadura es una manera rápida y económica de generar uniones fuertes y permanentes (LucasMilhaupt, n.d.).

Entre las desventajas que presenta es que si la unión es lineal y no localizada; el calor puede llegar a derretir los elementos base y el metal de aportación, generando problemas como la distorsión y la deformación de los metales alrededor de la zona de soldadura (LucasMilhaupt, n.d.).

2.4.2 Soldadura Fuerte.

A diferencia de la soldadura por arco que funde los materiales fusionándolos hasta su unión, la soldadura fuerte no lo hace; es decir que las temperaturas utilizadas en este proceso de soldado son bajas y variables lo que requiere de menos energía. Lo que los une en esta soldadura es la unión metalúrgica que se da entre los metales base y el metal agregado o de aportación, dentro del proceso se calientan las partes de acero base que cuando el material de aporte se asienta sobre él, el calor al instante los une por acción de la capilaridad (LucasMilhaupt, n.d.).

Las temperaturas utilizadas en este proceso rondan entre los 1150°F a 1600°F (620°C a 870°C), debido a estas temperaturas los materiales a unir o materiales base nunca se funden lo que permite que los elementos retengan mayormente sus propiedades físicas (LucasMilhaupt, n.d.).

2.4.3 Soldadura Blanda.

La soldadura de esta clase une los elementos por medio del derretimiento y la colocación en el área a unir de un metal portador o también denominado soldador el cual tienen un punto de fusión mucho más bajo que el metal base. En este tipo de soldadura el material de aportación tiene una temperatura de fusión por debajo de los 840°F (450°C) y muy por debajo del punto en que los metales base tienden a solidificarse (LucasMilhaupt, n.d.).

2.4.4 Soldadura Oxiacetilénica.

Dentro de este tipo de soldaduras se logra mantener la temperatura al encender una mezcla de gases como lo son el oxígeno y el acetileno dentro del soplete, esta mezcla tiene la capacidad de fundir los extremos de los elementos que se pretende unir y a la que se aporta el material de soldadura el cual proviene de una varilla que rellena el borde dispuesto a soldar.

2.4.5 Soldadura por Electrodo Manual Revestido.

Se basa en un alambre de acero el cual se encuentra revestido o cubierto, consumible la mayor parte de tiempo, el cual se funde por la acción de un arco eléctrico que se forma entre los elementos soldados y su extremo libre.

2.4.6 Tipologías de Uniones Soldadas

Tabla 3

Tipologías de Uniones Soldadas.

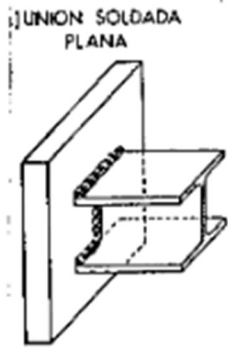
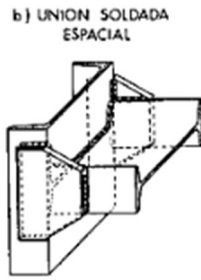
Uniones metálicas soldadas en ángulo	
Unión Soldada Plana	
	Las uniones soldadas planas, son aquellas en las que los distintos cordones que conforman el elemento, se encuentran contenidos en el mismo plano espacial; es decir permite que todas las secciones de garganta, sean abatidas en el mismo plano.

Ilustración 7.

Tipología de Unión Soldada Plana.

Fuente: (NANOPDF, 2018).

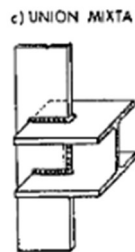
Unión Soldada Espacial



Dentro de esta tipología no se puede abatir dentro del mismo plano, las secciones de garganta de los cordones por los que están compuestos.

Ilustración 8.
Tipología de Unión Soldada Espacial.
Fuente: (NANOPDF, 2018).

Unión Mixta



La tipología de uniones mixtas está constituida por las soldaduras de ángulo y de tope.

Ilustración 9.
Tipología de Unión Soldada Mixta.
Fuente: (NANOPDF, 2018)




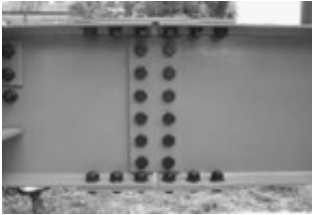


Fuente: (NANOPDF, 2018)

2.5 Uniones Metálicas Apernadas

Una forma frecuente aparte de la soldadura para unir elementos de estructura metálica, son los pernos, estos debido al avance de la tecnología se encuentran dentro del mercado como pernos de alta resistencia por lo que unir los elementos de esta forma logra obtener buenos resultados. Las uniones generadas por pernos se dividen en conexión a corte simple, de formas trianguladas, a momento, y apoyo de columnas (Arquitectura/Acero, n.d.).

Tabla 4

Tipos de Uniones Apernadas.

Uniones metálicas apernadas	
Corte simple	A Momento
<p>Doble angular atornillado</p> 	<p>Placa completa en extremo de viga</p> 
<p>Presenta bloque de corte, flexión, fractura, fluencia.</p>	<p>Presenta corte, aplastamiento, abollamiento, flexión, y fractura de soldadura.</p>
<p>Placa simple extrema</p> 	<p>Empalme atornillado</p> 
<p>Presenta bloque de corte, fluencia, flexión, corte en tornillo.</p>	<p>Presenta bloque de corte, fluencia, flexión, y tracción.</p>
Formas trianguladas	Apoyo de columnas
<p>Atornillada-soldada</p> 	<p>Apoyo para transmitir a momento</p> 
<p>Presenta aplastamiento, pandeo, tensión, tracción, y fractura.</p>	<p>Presenta corte, tracción, y aplastamiento.</p>
A momento	
<p>Placas de ala atornilladas</p>	



Presenta corte, pandeo placa, tracción, aplastamiento, y corte en tornillo.

Fuente: (Universidad Tecnológica Nacional, 2007), (ITEA, 2013)

2.5.1 Pernos ordinarios o comunes

Se los conoce también como pernos A307 elaborados en acero al carbono poseen características muy parecidas a los de acero A36, los diámetros por el cual son elaborados rondan desde los 5/8 plg. Hasta 1/2 plg. Con incrementos de tamaño del 1/8 plg. Son fabricados generalmente con cabezas y tuercas de forma cuadrada así se disminuyen los costos de producción, también se crean con cabezas hexagonales con buena apariencia y fáciles de trabajar pues no necesitan tanto espacio para ser apernados (Analuisa, 2016).

2.5.2 Pernos de alta resistencia

Son producidos a base de acero al carbono los cuales son tratados de forma térmica a su vez se componen de acero aleado, tienen una resistencia a tensión que duplica o triplica la de los pernos ordinarios. Dentro de estos existen los de tipo básico A325 y los A490 siendo el A325 el tratado térmicamente y el A490 tratado con aleaciones. Son utilizados en la elaboración de todo tipo de estructura incluyendo puentes, a su vez, pueden ser apretados hasta alcanzar esfuerzos de tensión relativamente altos, lo que permite que las cargas sean transferidas a fricción (Analuisa, 2016).

A partir del acero 449 son fabricados y sus diámetros mayores rondan los 3.81 cm que es el diámetro máximo de los pernos A325 y A490 los cuales son utilizados también como pernos de anclaje (Analuisa, 2016).

2.5.3 Diámetros y dimensiones de uniones metálicas empernadas

Las uniones metálicas empernadas se emplean en conexiones grandes para lo cual se utilizan pernos y platinas de acero, considerando el diámetro y las dimensiones mínimas. En este sentido, los tornillos tienen diferentes formas, pueden ser normales, holgados, ovalados cortos y largos.

Tabla 5

Diámetros de perforaciones y perno (mm)

Diámetro del perno d (mm)	Contenido de humedad en condiciones de servicio			
	CH =6% (mm)	CH =12% (mm)	CH =15% (mm)	CH ≥20% (mm)
d ≤ 20	1,6	0,8	0,8	0,8
20 < d ≤ 24	2,5	1,6	0,8	0,8
24 < d ≤ 30	2,5	1,6	1,6	0,8

Fuente: (Universidad Tecnológica Nacional, 2007), (ITEA, 2013)

Dimensiones mínimas.

Diámetro del perno d (mm)	10	12	16	20	>20
Espesor de la arandela (mm)	5	5	6	6	8
Diámetro externo arandelas circulares (mm)	50	55	65	75	95
Lado, arandelas cuadradas (mm)	45	50	60	65	85

Fuente: (Universidad Tecnológica Nacional, 2007), (ITEA, 2013)

2.6 Marco Referencial

2.6.1 Tesis nacionales

A continuación, se referencian las tesis nacionales con relación al tema propuesto del proyecto:

En la tesis denominada “Simulación del comportamiento de la unión entre elementos metálicos (vigas y columnas) para uniones soldadas y empernadas del proyecto de vivienda Los Capulíes en la ciudad de Cuenca”, realizada por (Cárdenas & Mejía, 2018), concluyen que la simulación de los elementos con secciones tubulares deben reforzar las uniones mediante atiesadores y golillas para mayor rigidez de la placa.

En cambio, en la tesis denominada “Análisis y diseño de estructura de acero apernada para vivienda tipo modular y su incidencia en la reducción de tiempos y costos”, realizada por (Analuisa, 2016), menciona que este sistema aplicado en viviendas es seguro, moderno, y resistente a la compresión y torsión.

2.6.2 Tesis internacionales

Las tesis internacionales referentes al tema que se destacan son las siguientes:

Según la tesis denominada “Diseño de una vivienda de madera de dos niveles con el sistema de poste y viga”, realizada por (Romero, 2016), señala que el sistema a través

de uniones y conexiones metálicas facilita el adecuado ensamblaje de los componentes utilizados y cargas, siendo un soporte ante eventos sísmicos.

Por otro lado, en la tesis denominada “Comportamiento de conexión a momento empernada (viga-columna) entre perfiles tubulares de acero conformados en frío”, realizada por (González, 2016), manifiesta que evidencia excelente desempeño debido a que tienen capacidad resistente a la flexión de la viga.

2.6.3 Modelos análogos al proyecto

A continuación, se describe ejemplos de modelos análogos al proyecto:

Modelo análogo 1

- **Proyecto:** Programa de Renovación Habitacional Popular (2005).
- **Ciudad:** Ciudad de México.
- **Ubicación:** zona central de la ciudad.
- **Distribución:** 4.321 unidades (predios)
- **Situación:** se presenta inestabilidad en las infraestructuras por eventos sísmicos. De esta manera, se inicia con la reconstrucción.
- **Descripción del proyecto:** se construyó viviendas de 35 m², conforme a las normas de construcción, al final se edificó 45,133 viviendas.
- **Responsable:** Renovación Habitacional Popular.



Figura 1. Modelo análogo 1

Fuente: (JICA, 2010).

Modelo análogo 2

- **Proyecto:** Vivienda popular sismo resistente (2010).
- **Ciudad:** Managua.
- **Ubicación:** zona central de la ciudad.
- **Distribución:** 4.000 unidades.

- **Situación:** para evitar inestabilidad ante eventos sísmicos se elabora un programa de viviendas populares.
- **Descripción del proyecto:** se construye viviendas con panel de concreto y uniones metálicas, ofreciendo seguridad y resistencia ante eventos sísmicos. Consta de una planta con área de cocina, sala, 1 baño, 2 dormitorios, área de lavado, piso cerámico y cielo falso.
- **Responsable:** Augusto Gutiérrez.



Ilustración 10.

Modelo análogo 2

Fuente: (JICA, 2010).

Modelo análogo 3

- **Proyecto:** Los Capulíes (2014).
- **Ciudad:** Cuenca.
- **Ubicación:** sector Ochoa León.
- **Distribución:** vivienda tipo I (78,8 m²) y II (56,40 m²), siendo 593 viviendas.
- **Situación:** para evitar inestabilidad ante eventos sísmicos.
- **Descripción del proyecto:** se construye viviendas con uniones metálicas, ofreciendo seguridad y resistencia. Consta de dos plantas con área de cocina, sala, 1 baño, 2 dormitorios, área de lavado, patio posterior, piso cerámico, grada metálica, y piso flotante.
- **Responsable:** EMUVI EP.



Ilustración 11.

Modelo análogo 3.

Fuente: (EMUVI EP, 2014).

2.6.4 Conferencias de Hábitat III

El enfoque principal de la conferencia del Hábitat III se basa en la reanudación de la responsabilidad mundial sobre las edificaciones sostenibles a través del desarrollo de la Nueva Agenda Urbana, siendo esto un factor determinante en el ordenamiento territorial de las ciudades y asentamientos sostenibles, equitativos y seguros, es lo principal y primordial del objetivo 11 de desarrollo sostenible (ONU, 2016).

En esta conferencia, se destaca las ventajas, desventajas, oportunidades y retos que se presentan en la planificación en el ordenamiento urbano de una ciudad, con la finalidad de que representen un desarrollo sostenible. Para esto es necesario crear políticas y ejecutar proyectos de parte de los gobiernos locales enfocado en un desarrollo sostenible de una ciudad, así como la participación ciudadana, en el impulso del derecho a la ciudad. Los resultados de esta conferencia son:

- Consenso en la definición de estrategias para el desarrollo sostenible de las ciudades.
- Aplicación de principios como la determinación de política urbana, legislación urbanística, diseño urbano, financiamiento e implementación.
- Desarrollo sostenible a través de la implementación de energías renovables.
- Las áreas urbanas y rurales son unidades económicas, las planificaciones de edificaciones deben ser inclusivas, espacios verdes, y generar fuentes de trabajo (Los Andes , 2016).

Marco conceptual

- **Ductilidad:** relacionada con la capacidad de resistencia de una estructura sin degradaciones (Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda, 2014).
- **Modos de vibración:** se refiere a la manera de vibrar o mover de una estructura frente a cargas dinámicas (Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda, 2014).
- **Tornillos:** es un elemento de conexión usadas en estructuras metálicas con la finalidad de fijar chapas o perfiles (Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda, 2014).
- **Torsión:** se presenta cuando una carga actúa sobre la estructura, en la que los centros de masa y resistencia no tienen coincidencia (Parro , 2017).
- **Uniones metálicas:** se refieren a sistemas monolíticos que cuentan con variedad de uniones que puede tener una edificación (Urbán, 2009).
 - **Uniones metálicas empernadas:** este tipo de uniones facilitan la unión a cualquier material, se dividen en conexión a corte simple, de formas trianguladas, a momento, y apoyo de columnas (Universidad Tecnológica Nacional, 2007).
 - **Uniones metálicas empernadas a momento:** son conexiones que presentan corte, aplastamiento, abollamiento, flexión, tracción, y fractura de soldadura (Universidad Tecnológica Nacional, 2007).
 - **Uniones metálicas empernadas a corte simple:** son conexiones que presentan bloque de corte, flexión, fractura, fluencia, corte en tornillo, pandeo, aplastamiento, tensión y tracción (ITEA, 2013).
 - **Uniones metálicas soldadas:** las uniones metálicas soldadas, son aquellas que se unen mediante la aplicación de calor en un tercer elemento llamado metal de aportación, elemento idéntico o parecido en cuanto a composición (SOME, 2019).

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1 Metodología

La metodología se define como la deliberación o el análisis del objeto de estudio, que se puede realizar bajo dos niveles distintos, el práctico que trata sobre las actividades de investigación ejercidas en las tareas científicas; siendo el segundo nivel, el filosófico que se apropia de la deliberación de los sustentos epistemológicos que posee la ciencia. Considerando la metodología de la investigación el análisis de los métodos de investigación aplicados en la práctica científica. (Muñoz, 2018)

De acuerdo (UNIVERSIA.mx, 2020) la metodología de la investigación se define como aquel conjunto coherente y racional de procesos, análisis y técnicas aplicadas al momento de realizar una investigación, todas ellas utilizadas de forma sistemática y ordenada.

3.2 Tipo de investigación

El tipo de investigación del proyecto en curso es de tipo Descriptiva-Correlacional, donde la investigación descriptiva tiene como finalidad detallar las características, perfiles o propiedades que representan un grupo, procesos, objetos, o cualquier otro fenómeno. Tiene como único objetivo medir o recopilar información de forma conjunta o independiente de las variables estudiadas.(Hernández et al., 2014)

Las ventajas de este tipo de investigación es que se realiza por medio de la observación de datos y el estudio de los mismos, los cuales pueden ser cuantitativos o cualitativos. (Guevara & Verdesoto, 2020)

Y a su vez, correlacional porque su propósito es conocer la relación o hasta qué grado se asocian dos o más conceptos, categorías o variables en un contexto particular. Para esto se miden las variables estudiadas, se cuantifican, analizan y establecen sustentándose en hipótesis de prueba. (Hernández et al., 2014)

En nuestro caso mediante distintas herramientas de recolección de datos, conoceremos los costos generados por la unión soldada y empernada del nodo de mayor esfuerzo en una vivienda de 2 plantas, así también conocer los beneficios de ambos métodos utilizados para la unión de estructuras metálicas.

3.3 Enfoque

La investigación tiene un enfoque cuantitativo, de acuerdo a (Guevara & Verdesoto, 2020) la observación cuantitativa que se realiza en la investigación descriptiva se basa en recopilar datos principalmente numéricos para evaluar y llevar a cabo el análisis o estudio de una variable o un tema.

A su vez (Hernández et al., 2014) este enfoque permite medir variables mediante procesos aceptados de manera científica, además de ello se interpretan a la luz de estudios previos que tratan las mismas variables. El enfoque cuantitativo parte como tal de una idea que, con el desarrollo de la investigación va acotándose y delimitándose.

Como partimos de un enfoque cuantitativo realizaremos la toma de datos por medio de herramientas Bibliográficas que proporcionan cálculos y tendencias ya verificadas. Esto nos permitirá tener un conocimiento previo de los métodos viables para realizar el cálculo de las variables y el análisis de costos de forma actualizada y científicamente comprobada.

3.4 Técnica e instrumentos

Según (Córdova, 2021) la técnica es el modo en que se ejecuta y aplica un conjunto de procedimientos aplicados en un trabajo investigativo para obtener un resultado final.

En el caso de este proyecto se utilizará el análisis documental como instrumento de investigación, realizando la observación indirecta del tema partiendo de registros escritos tales como; documentos, repositorios y libros.

3.5 Población

La población es el conjunto de N elementos en los cuales se puede o se pretende realizar una inferencia. (Castañeda, 2019)

Tenemos como Población en el presente estudio la vivienda de 2 plantas que será modelada de forma estructural y posteriormente analizada bajo la Normativa Vigente de Construcción como lo son las Normas Ecuatorianas de Construcción (NEC), mediante programas y softwares.

3.6 Muestra

La muestra serán los nodos de la vivienda de dos plantas, que de acuerdo al análisis estructural presenten los mayores esfuerzos; sobre los cuales se evaluarán los costos de unir los mismos a la estructura mediante pernos o soldadura.

3.7 Análisis de resultados

Con el fin de entender y conocer los costos generados por la unión de estructuras metálicas mediante soldadura y pernos; se analizaron datos bibliográficos como lo son tesis ya elaboradas que evalúan las variables del presente estudio de forma independiente.

El análisis documental orientó hacia el conocimiento de los procesos estructurales que se deben tener en cuenta para estudiar la estructura de forma adecuada y correcta, uno de ellos es considerar todas las situaciones a las que la estructura se verá expuesta a su vez, que el modelado de la misma debe realizarse mediante las especificaciones como la AISC que establece criterios de diseño para realizar uniones soldadas y por último que se deben utilizar planchas con una resistencia mayor a las conexiones que serán apernadas.

CAPÍTULO IV

INFORME FINAL

4.1 Datos Generales del sistema estructural a comparar

Para la comparación de los métodos estructurales se consideró una vivienda de dos plantas con los siguientes aspectos:

Tabla 6

Datos de la vivienda de dos pisos

Detalles de la Vivienda	
Nivel de Construcción	
Planta Baja	
Sala	
Cocina	
Comedor	
Baño Social	
Lavandería	2 Plantas
Planta Alta	78 m ²
Dormitorio Master	
Dormitorio 1	
Dormitorio 2	
Baño máster	
Baño completo	
Terraza	

Elaborado por: Gómez & León (2021)

▪ **Plano Arquitectónico y de elevación.**

Se considerarán los planos arquitectónicos y de elevación para modelar el sistema de pórticos estructurales.

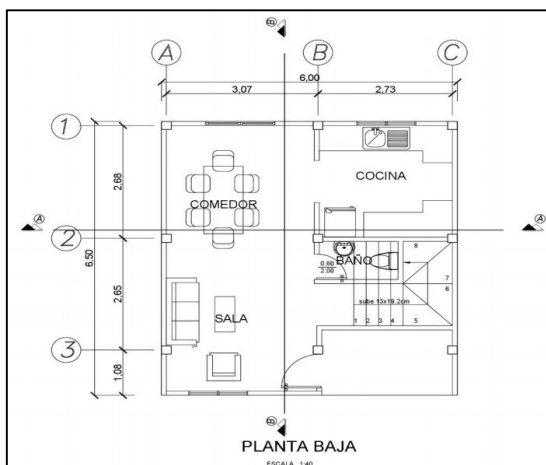


Ilustración 12.

Plano Arquitectónico Planta Baja.

Elaborado por: Gómez & León (2021).

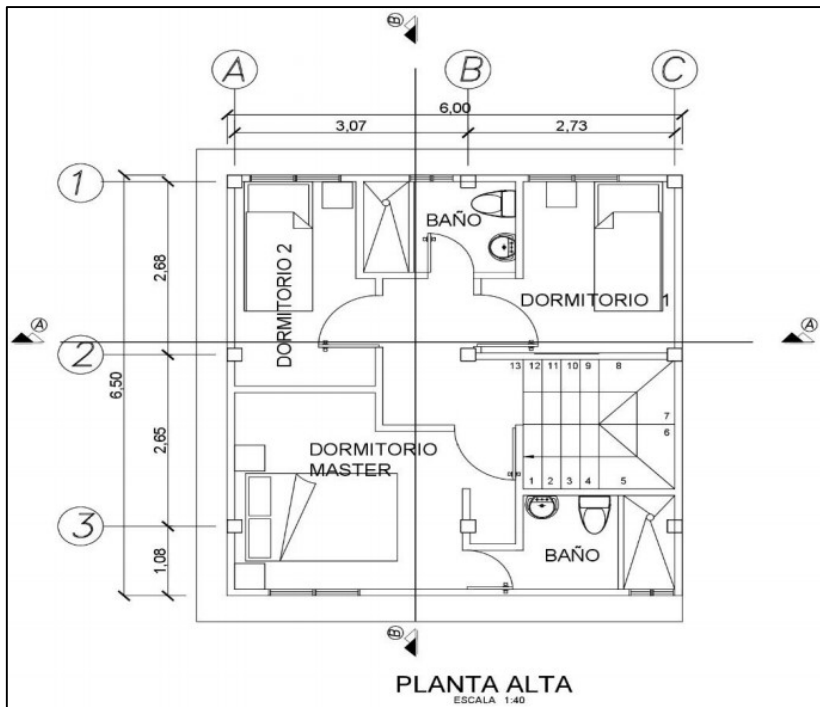


Ilustración 13.
Plano Arquitectónico Planta Alta.

Elaborado por: Gómez & León (2021)

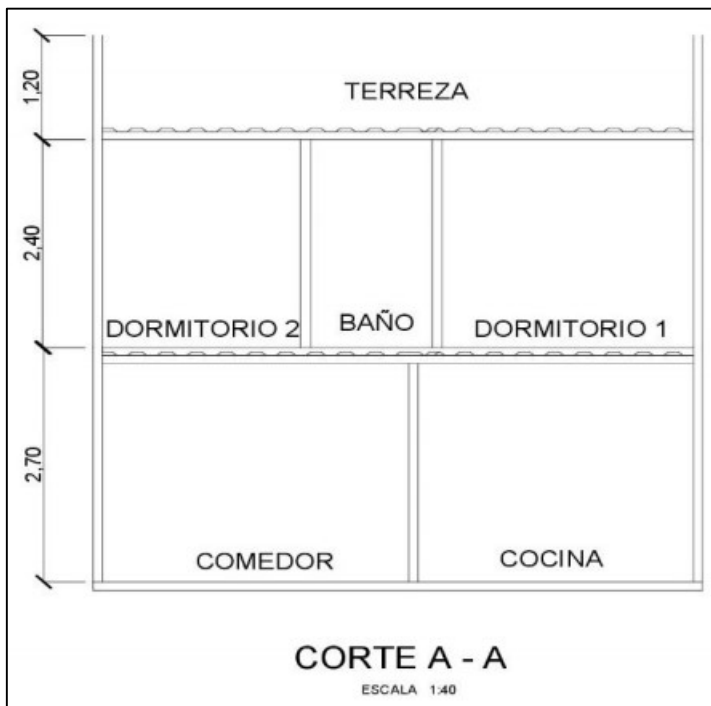


Ilustración 14.
Plano de Elevación.

Elaborado por: Gómez & León (2021)

- Mediante el programa ETABS se modeló la estructura de la cual se obtienen los momentos, cortes, desplazamientos, deformaciones, etc.

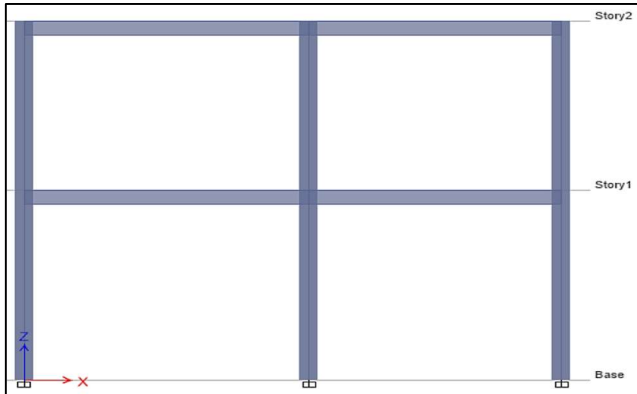


Ilustración 15.
Sistema de pórtico sentido X.

Elaborado por: Gómez & León (2021).

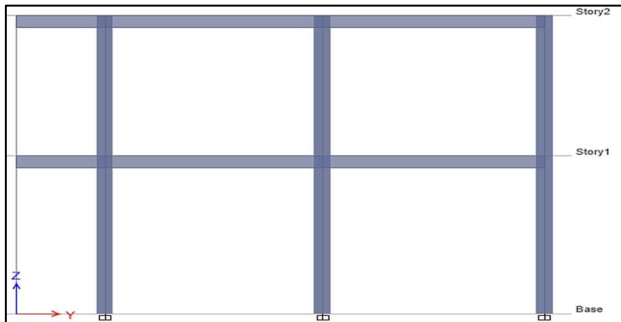


Ilustración 16.
Sistema de pórtico sentido Y.

Elaborado por: Gómez & León (2021)

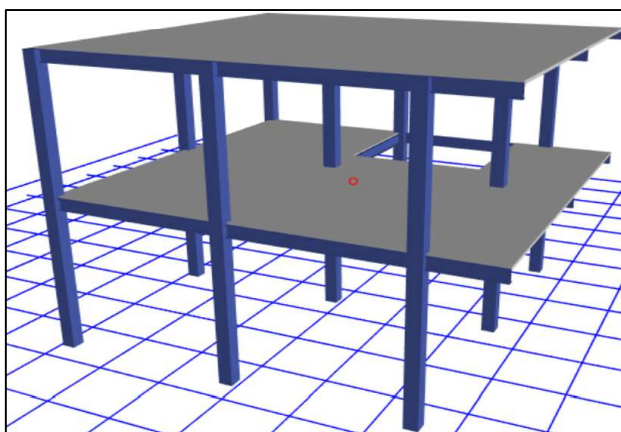


Ilustración 17.
Sistema de pórtico 3D.

Elaborado por: Gómez & León (2021).

4.1.1 Cargas Aplicadas al diseño estructural

- **Carga Muerta (D)**

- **Cubierta:** Peso propio de la estructura más la carga permanente.

Carga Permanente: 300 Kg/m² planta baja

Carga Permanente: 150 Kg/m² planta alta

- **Carga Viva (L)**

El valor de la carga viva que actuará sobre la edificación se toma de acuerdo al uso de la misma, en nuestro caso de las normas NEC-SE-CG (2015, p. 36) se toma el valor asignado para Viviendas unifamiliares y bifamiliares:

- 200 Kg/ m²

- **Carga Sísmica (E)**

El valor de la carga sísmica, dependerá de la zona y su riesgo de vulnerabilidad, de acuerdo a ello la norma NEC-SE-DS (2015), como la vivienda de estudio se ubica dentro de la Ciudad de Guayaquil se tienen los siguientes parámetros:

Tabla 7**Parámetros para análisis Sismo Resistente.**

Factor de zona sísmica V (Guayaquil).	Z = 0.4
Altura de la Edificación.	h = 5.10 m
Tipo de Suelo, según el “Manual práctico para la caracterización Geológica, Geotécnica y Sísmica de la Ciudad de Guayaquil”.	D
Coefficiente de amplificación de suelo.	Fa = 1.2
Amplificación de las ordenadas del espectro elástico de respuesta de desplazamientos para diseño en roca.	Fd = 1.19
Comportamiento no lineal de los suelos.	Fs = 1.28
Razón entre la relación espectral Sa (T = 0.1s) y el PGA para el periodo de retorno seleccionado.	n = 1.80
Factor usado en el espectro de diseño elástico.	r = 1
Espectro de respuesta elástico de aceleraciones.	Sa = 0.864
Factor de Importancia.	I = 1
Coefficiente de Irregularidad en planta	$\phi_p = 1$
Coefficiente de Irregularidad en elevación	$\phi_e = 1$
Reducción de las fuerzas dinámicas de respuesta elástica para diseño.	R = 8
Cortante basal total del diseño.	V = 0.11
Carga sísmica reactiva.	W = 38.32 T
Coefficiente que depende del tipo de edificio.	Ct = 0.073
Independencia del semi espacio.	$\alpha = 0.8$

Elaborado por: Gómez & León (2021)

4.1.2 Espectro de Diseño del Sistema

El diseño estructural se basa en un sistema aporticado de hormigón armado sin la utilización de muro de corte en su estructura.

Tabla 8

Espectro de Diseño del Sistema

Datos		T	Sa	Inel
		0.0	0.86	0.108
n	1.80	0.1	0.86	0.108
Z	0.4	0.2	0.86	0.108
Fa	1.2	0.3	0.86	0.108
Fd	1.19	0.4	0.86	0.108
Fs	1.28	0.5	0.86	0.108
I	1	0.6	0.86	0.108
r	1	0.7	0.86	0.108
		0.8	0.75	0.094
Tc	0.698	0.9	0.67	0.084
		1.0	0.60	0.075
Ct	0.073	1.1	0.55	0.069
α	0.8	1.2	0.50	0.063
hn	5.10	1.3	0.46	0.058
T	0.27	1.4	0.43	0.054
		1.5	0.40	0.050
ϕ_p	1	1.6	0.38	0.047
ϕ_e	1	1.7	0.35	0.044
R	8	1.8	0.34	0.042
Sa	0.864	1.9	0.32	0.040
		2.0	0.30	0.038
V	0.11	2.1	0.29	0.036
W	38.32	2.2	0.27	0.034
V	4.22	2.3	0.26	0.033
		2.4	0.25	0.031
R	8	2.5	0.24	0.030
		2.6	0.23	0.029
		2.7	0.22	0.028
		2.8	0.22	0.027
		2.9	0.21	0.026
		3.0	0.20	0.025
		3.1	0.19	0.024
		3.2	0.19	0.024
		3.3	0.18	0.023
		3.4	0.18	0.022
		3.5	0.17	0.022
		3.6	0.17	0.021
		3.7	0.16	0.020
		3.8	0.16	0.020
		3.9	0.15	0.019
		4.0	0.15	0.019

Elaborado por: Gómez & León (2021)

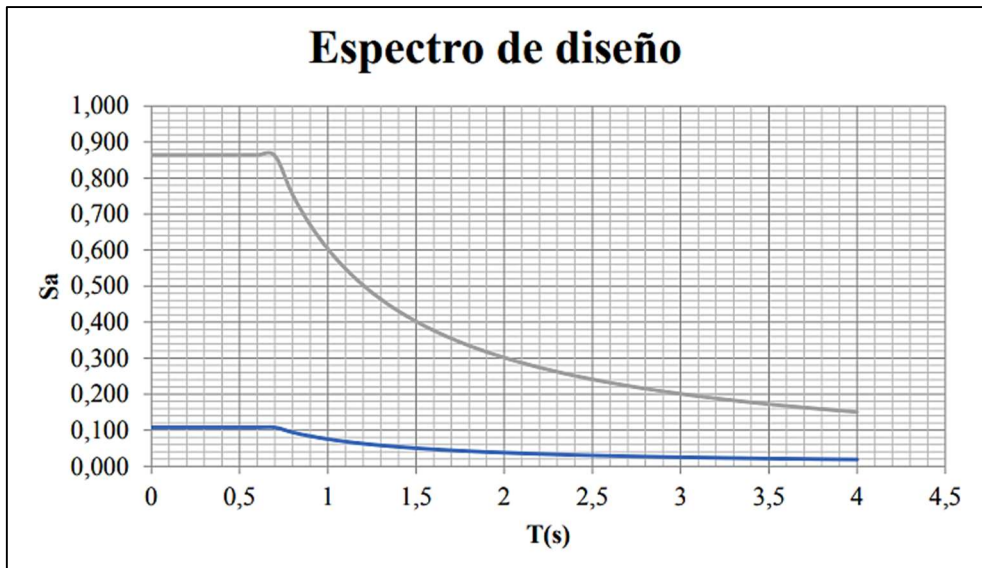


Ilustración 18.

Espectro de diseño del sistema.

Elaborado por: Gómez & León (2021)

4.1.3 Definición de Materiales

Para el análisis estructural de la vivienda de dos plantas, dentro del programa ETABS se definen los materiales constructivos que la componen, entre los cuales tenemos:

- **Hormigón:** 210 Kg/cm²
- **Resistencia del Acero:** A36
- **Losa:** Tipo Filled.
- **Vigas Principales:** Tub. Rect. 160x100x5mm - PERFIL G 125x50x15x3mm
- **Viga Secundarias:** Tub. Rect. 120x100x4mm
- **Columnas** Perfil Cuadrado Tipo 200x200x5

4.1.4 Desplazamientos y derivas máximas de la estructura

La estructura de análisis de acuerdo a su modelado en ETABS presentará los siguientes desplazamientos y derivas máximas en sus pisos tanto en sentido X, Y; calculadas por la fórmula presentadas en la Norma (NEC-SE-DS).

$$\Delta_M = 0,75 * R * \Delta_E$$

Tabla 9

Derivas de Piso calculadas en los pórticos más críticos

Sentido X - X (Δ_E)	$\Delta_M = 0,0057$
Sentido Y - Y (Δ_E)	$\Delta_M = 0,0049$

Elaborado por: Gómez & León (2021)

4.1.5 Comportamiento Inelástico

De acuerdo al modelado en ETABS la estructura presenta los siguientes modos de vibración y ductilidad.

- **Modos de vibración:** La estructura a comparar, presenta en su análisis un porcentaje de masas acumulada del 100% en los 6 modos de vibración acumulados cumpliendo con la normativa (NEC-SE-DS).

Tabla 10

Modos de Vibración de la Estructura

Case	Ítem Type	Item	Static %	Dynamic %
Modal	Aceleration	UX	100	100
Modal	Aceleration	UY	100	100
Modal	Aceleration	UZ	0	0

Elaborado por: Gómez & León (2021)

- **Ductilidad de la Estructura:** La estructura deberá cumplir de acuerdo a las Normas NEC en cuanto a su periodo fundamental se refiere, siendo éste un 30% adicional a su periodo de control, todo ello, para que la estructura no sea demasiado dúctil.

Tabla 11

Ductilidad de la Estructura de acero con arriostramiento.

Periodo de Control	$T_c = 0,27 s$
Periodo Fundamental	$T_c = 0,35 s$

Elaborado por: Gómez & León (2021)

4.1.6 Cortante Basal Dinámico

Por medio de la simulación en el software ETABS se obtiene el cortante basal dinámico de la estructura modelada para los distintos estados de carga.

Tabla 12

Cortante basal Dinámico.

Load Case/Combo	Location	P	VX	VY	T	MX	MY
		tonf	tonf	Tonf	tonf-m	tonf-m	tonf-m
Dead	Top	22.6698	0	0	0	75.4676	-64.9161
Dead	Bottom	25.5214	0	0	0	86.1517	-73.4234
Live	Top	8.5519	0	0	0	27.9629	-23.3741
Live	Bottom	8.5519	0	0	0	27.9629	-23.3741
PERMANENTE	Top	15.649	0	0	0	51.0144	-43.3131
PERMANENTE	Bottom	15.649	0	0	0	51.0144	-43.3131
SX 1	Top	0	-4.3719	0	14.4559	0	-6.2377
SX 1	Bottom	0	-4.3719	0	14.4559	0	-18.0418
SX 2	Top	0	-4.3719	0	14.4559	0	-6.2377
SX 2	Bottom	0	-4.3719	0	14.4559	0	-18.0418
SX 3	Top	0	-4.3719	0	14.4559	0	-6.2377
SX 3	Bottom	0	-4.3719	0	14.4559	0	-18.0418
SY 1	Top	0	0	-4.3719	-12.4985	6.2377	0
SY 1	Bottom	0	0	-4.3719	-12.4985	18.0418	0
SY 2	Top	0	0	-4.3719	-12.4985	6.2377	0
SY 2	Bottom	0	0	-4.3719	-12.4985	18.0418	0
SY 3	Top	0	0	-4.3719	-12.4985	6.2377	0
SY 3	Bottom	0	0	-4.3719	-12.4985	18.0418	0
DX Max	Top	0	3.8024	0.3071	10.8836	0.4642	5.5746
DX Max	Bottom	0	3.8024	0.3071	10.8836	1.2486	15.6807
DY Max	Top	0	0.2772	3.6372	9.4459	5.296	0.4165
DY Max	Bottom	0	0.2772	3.6372	9.4459	14.9666	1.1271
COMBO1	Top	38.3187	0	0	0	126.4819	-108.22

Elaborado por: Gómez & León (2021)

Siendo el cortante basal permisible hasta un 80% del cortante basal estático, de acuerdo al modelamiento, la estructura cumple con la condición siendo ésta:

$$V_{din\ permisible} < V_{din\ calculado}$$

Tabla 13

Cortante Basal de la Estructura.

Vest calculado	4,37 ton
Vdin permisible	3.65 ton

Vdin calculado 4.22 ton

Elaborado por: Gómez & León (2021)

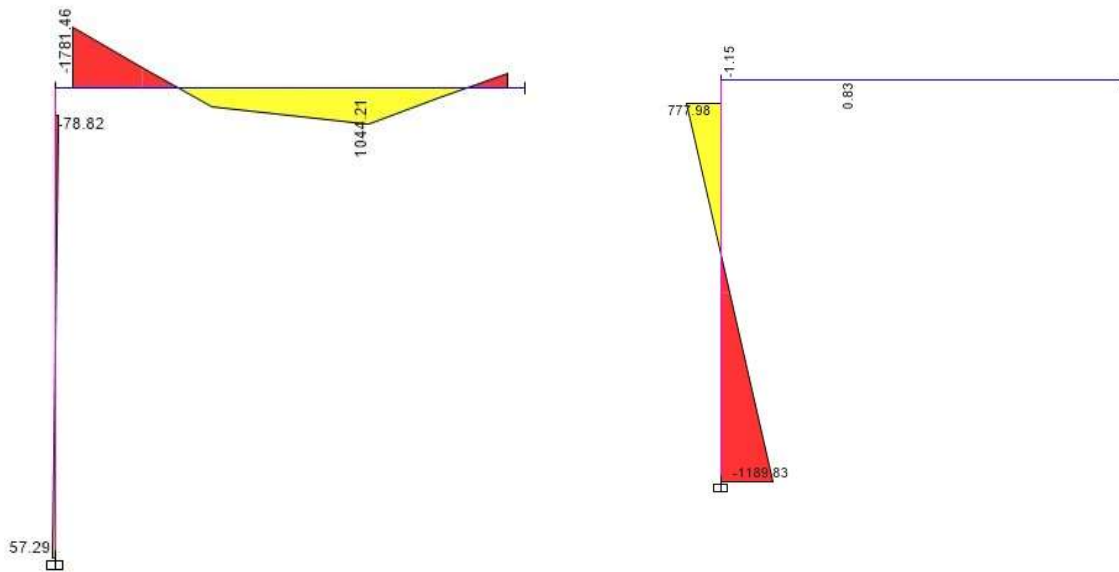


Ilustración 19.

Nodo #13 momento máximo

Elaborado por: Gómez & León (2021)

4.2 Diseño de conexiones apernadas

El diseño se presenta en las conexiones columna-pedestal, a corte en viga secundaria y a momento en viga principal- columna.

4.2.1 Conexión Columna Pedestal

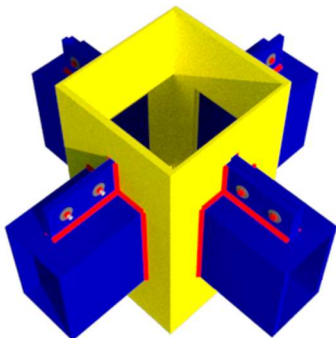


Ilustración 20.

Conexión Columna Pedestal.

Elaborado por: Gómez & León (2021)

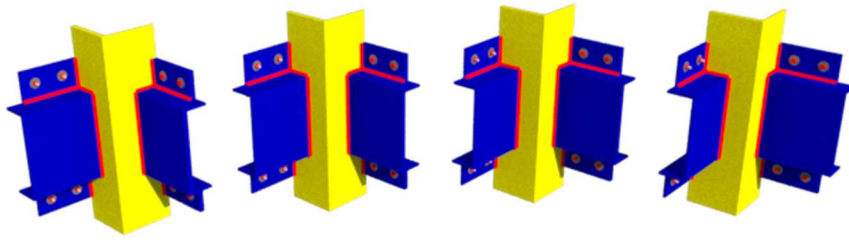


Ilustración 21.

Despiece de Columna Pedestal.

Elaborado por: Gómez & León (2021)

Tabla 14

Datos Generales de la Conexión Columna-Pedestal

MIEMBROS	
<u>Columna</u>	
Tipo	Miembro
Sección	Prismático
Material	Tubo 200x200x5
Excentricidades (Longitudinal y transversal)	A36 0 mm
CONECTOR	
<u>Placa Base</u>	
Tipo de conexión	No Rigidizada
Posición respecto al apoyo	Centro
N: Dimensión longitudinal	400 mm
B: Dimensión Transversal	400 mm
Espesor	12 mm
Material	A36
Soldadura de la columna	E60XX
D: Tamaño de soldadura a la columna (1/16 in)	4 No
Sobrescribir relación A2/A1	No
Incluir llave de corte	
<u>SopORTE</u>	
Con Pedestal	Si
Dimensión longitudinal del pedestal	500 mm
Dimensión transversal del pedestal	500 mm
Espesor	700 mm
Material	Concrete
Incluir lechada	Si
Espesor de lechada	12.5 mm
<u>Ancla</u>	
Posición de las anclas	Posición transversal
Número de filas por lado	1
Número de anclas por fila	3
Distancia longitudinal al borde de la placa	50 mm
Distancia transversal al borde de la placa	50 mm
Tipo de ancla	Con cabeza
Tipo de cabeza	Hexagonal
Incluir tuerca de seguridad	No
Ancla	7/8"
Profundidad efectiva de embebido	340 mm
Longitud total	393.84 mm
Material	A36 (anchor)
Fy	0.248 KN/mm ²
Fu	0.4 KN/mm ²
Concreto agrietado	Si
Acero frágil	No
Anclas soldadas a la placa	No
<u>Refuerzo para ancla</u>	
Tipo de refuerzo	Primaria
Refuerzo para tensión	No
Refuerzo para corte	No

Elaborado por: Gómez & León (2021)

Placa base y Anclas: La placa base del sistema comparativo se encuentra diseñado bajo la norma (ANSI/AISC 360-10), en los que se modela el tipo de conexión columna-pedestal para ambos ejes de la estructura a comparar (mayor y menor), presentando los siguientes esfuerzos de compresión y tensión:

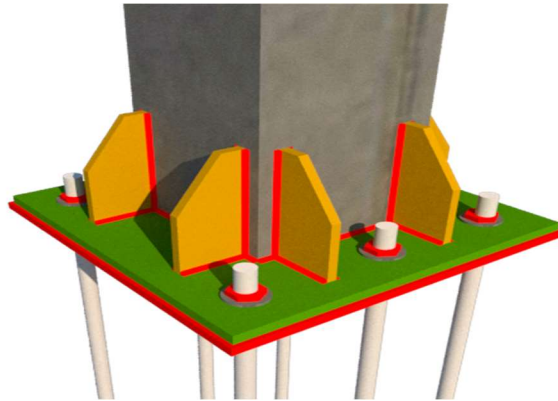


Ilustración 22.

Placa Base.

Elaborado por: Gómez & León (2021)

Tabla 15

Esfuerzos presentados en el Hormigón y la Placa Base

Máximo esfuerzo en el concreto	1.23 N/mm ²
Mínimo esfuerzo en el concreto	1.23 N/mm ²
Máxima tensión en las anclas	12.43 KN
Mínima tensión en las anclas	0.00 KN
Ángulo del eje neutro	0.00 KN
Longitud de aplastamiento	88.10 mm

Elaborado por: Gómez & León (2021)

4.2.2 Conexión a momento viga principal-columna

- Datos generales

Tabla 16

Datos Generales de Conexión a momento viga principal-columna

Mu	1.76 tm
Vu	2.86 t
Sx	193 cm
Fy	36 ksi/2530 kg/cm ² → Resistencia a la Fluencia del Acero A36.
Fu	58 ksi/4060 kg/cm ² → Resistencia última del Acero A36.
e	0.5 cm → Espesor de las Placas para la Conexión.

Elaborado por: Gómez & León (2021)

- Pernos Utilizados

Tabla 17

Datos de Pernos Utilizados en el diseño.

Pernos	A325 Ø ½" = 1.27 cm
Fv	3370 kg/cm ²
Pv	4269.01 kg → Fuerza Resistente al Cortante del Perno

Elaborado por: Gómez & León (2021)

- Datos Estructurales de la Conexión

Tabla 18

Datos Estructurales de la conexión apernada.

Resistencia nominal a momento ØMn	70.52 t.m
Ruptura a tensión de la placa ØRn	6699 kg
Número de tornillos requeridos	2 tornillos
Resistencia por soporte del tornillo en la placa ØRn	9281.16 kg

Elaborado por: Gómez & León (2021)

- Cálculos

A continuación, se presenta el cálculo de la resistencia nominal a momento, fluencia de la placa a tensión, ruptura, número de tornillos, resistencia soporte de tornillo en la placa, revisión de la placa por ruptura del bloque de corte y verificación de la placa en compresión por pandeo local.

- Resistencia nominal a momento

-

Área bruta de la viga

$$Afg = 10 \times 0.8 = 8 \text{ cm}^2 = Afn$$

$$Mn = \frac{Fu * Afn}{Afg} Sx = \frac{4060 * 8 * 193}{8} = 783580 \text{ kg.cm}$$

$$Mn = 78.36 \text{ t.m}$$

$$\phi Mn = 0.9 * 78.36 = 70.52 \text{ t.m} > 1.76 \text{ t.m} \rightarrow ok$$

- Fluencia de la placa a tensión

$$A_g = 6 \times 0.5 = 3 \text{ cm}^2$$

$$\phi R_n = \phi * F_y * A_g$$

$$\phi R_n = 0.75 * 2530 * 3 = 5692.5 \text{ kg}$$

- Ruptura a tensión de la placa

$$A_n = [6 - 1(1.27 + 0.16 + 0.16)] * 0.5 = 2.20 \text{ cm}^2$$

El valor de 0.16 es el espacio que se deja alrededor del perno al momento de hacer el agujero.

$$\phi R_n = \phi * F_u * A_n$$

$$\phi R_n = 0.75 * 4060 * 2.20 = 6699 \text{ kg} > 5670 \text{ kg} \rightarrow \text{ok}$$

- Número de tornillos requeridos

$$\phi r_n \text{ para perno de } 1/2" = 4269.01 \text{ kg}$$

$$\# \text{ tornillos} = \frac{5692.5}{4269.01} = 1.33 = 2 \text{ tornillos}$$

- Resistencia por soporte del tornillo en la placa

$$R_n = 2.4 * d * t * F_u = 2.4(1.27)(0.5)(4060) = 6187.44 \text{ kg}$$

$$\phi R_n = 0.75 * 2 * 6187.44 = 9281.16 \text{ kg} > 5692.5 \text{ kg} \rightarrow \text{ok}$$

- Revisión de la placa por ruptura del bloque de corte

- Área Crítica Neta a Tensión

$$A_{nt} = [3 - 0.5(1.27 + 0.16 + 0.16)] * 0.5 = 1.10 \text{ cm}^2$$

- Áreas de Corte

$$A_{gv} = 9.5 * 0.5 = 4.75 \text{ cm}^2$$

$$A_{nv} = [9.5 - 1.5(1.27 + 0.16 + 0.16)] * 0.5 = 3.56 \text{ cm}^2$$

- Fluencia y Ruptura al Corte

$$0.6 * F_y * A_{gv} = 0.6(2530)(4.75) = 7210.5 \text{ kg}$$

$$0.6 * F_u * A_{nv} = 0.6(4060)(3.56) = 8672.16 \text{ kg}$$

El que sea menor

$$R_n = 0.6F_u * A_{nv} + U_{bs} * F_u * A_{nt}$$

$$R_n = 0.6F_y * A_{gv} + U_{bs} * F_u * A_{nt}$$

Para $U_{bs} = 1.0$

$$\phi R_n = 0.75[7210.5 + 1.0(4060)(1.10)] = 8737.38 \text{ kg} > 5692.5 \rightarrow ok$$

- Verificación de la placa en compresión por pandeo local

$$\frac{b}{t} = \frac{6 \text{ cm}}{0.5 \text{ cm}} = 12 < 1.49 \sqrt{\frac{E}{F_y}} = 42.3 \rightarrow ok$$

Por lo tanto, la resistencia de la placa no está limitada por pandeo local.

4.2.2.1 Costo de Fabricación de unión empernada a momento Viga Principal-Columna

Tabla 19
Costo de unión empernada a momento Viga Principal-Columna

Rubro	Unidad	Descripción	Cantidad	Costo unitario US\$	Costo parcial US\$
1	Materiales				
mt07ala001b	Kg	4 Platina de acero laminado A 36, de 15 x 5.5x0.5 cm, según ASTM A 36, para aplicaciones estructurales	1,296	1,49	1,93
mt07ala002b	Kg	2 Platina de acero laminado A 36, de 15 x 17 x 0.5 cm, según ASTM A 36, para aplicaciones estructurales	2,000	1,49	2,98
mt07ala003b	Kg	4 Platina de acero laminado A 36, de 12x 6 x 0.5 cm, con 2 perforaciones en cada platina para pernos de 1/2", según ASTM A 36, para aplicaciones estructurales.	1,130	1,49	1,68
mt07ala004b	Kg	4 Platina de acero laminado A 36, de 5x 12 x 0.5 cm, según ASTM A 36, para aplicaciones estructurales.	0,942	1,49	1,40
mt07ala005b	Kg	2 Platina de acero laminado A 36, de 5.5x 40 x 0.5 cm, según ASTM A 36, para aplicaciones estructurales.	1,727	1,49	2,57
mt07ala005b	Kg	1 Platina de acero laminado A 36, de 21x 40 x 0.5 cm, según ASTM A 36, para aplicaciones estructurales.	6,594	1,49	9,83
mt07www040c	Ud	Juego de pernos, tuerca y contratuerca, para perno de anclaje de 12.7 mm (1/2") de diámetro.	4,000	1,65	6,60
			Subtotal materiales:		26,99
2	Equipo y maquinaria				
mq08sol020	h	Equipo y elementos auxiliares para soldadura eléctrica	0,900	3,05	2,75
			Subtotal equipo y maquinaria:		2,75
3					
mo047	h	Montador de estructura metálica	2,000	7,02	14,04
mo094	h	Ayudante montador de estructura metálica.	2,000	4,44	8,88
			Subtotal mano de obra:		22,92
4	Herramienta menor				
	%	Herramienta menor	1,000	52,66	0,53
Coste de mantenimiento decenal: \$ 1,83 en los primeros 10 años.			Costos directos (1+2+3+4):		53,19

Nota: El costo de 53.19 dólares es el valor del acople 3 que se genera al tener una conexión de dos ramales, por lo que a este valor se debe sumar el costo del acople 1, la misma que se emplea 1 unidades adicional. Se tiene un costo total de 96.14 dólares por cada conexión.

Elaborado por: Gómez & León (2021)

Tabla 20

Costo de unión emperrada a momento Viga Principal-Columna.

Rubro	Unidad	Descripción	Cantidad	Costo unitario US\$	Costo parcial US\$
1 Materiales					
mt07ala001b	Kg	4 Platina de acero laminado A 36, de 15 x 5.5x0.5 cm, según ASTM A 36, para aplicaciones estructurales	1,296	1,49	1,93
mt07ala002b	Kg	2 Platina de acero laminado A 36, de 15 x 17 x 0.5 cm, según ASTM A 36, para aplicaciones estructurales	2,000	1,49	2,98
mt07ala003b	Kg	4 Platina de acero laminado A 36, de 12x 6 x 0.5 cm, con 2 perforaciones en cada platina para pernos de 1/2", según ASTM A 36, para aplicaciones estructurales.	1,130	1,49	1,68
mt07ala004b	Kg	4 Platina de acero laminado A 36, de 5x 12 x 0.5 cm, según ASTM A 36, para aplicaciones estructurales.	0,942	1,49	1,40
mt07ala005b	Kg	2 Platina de acero laminado A 36, de 5.5x 40 x 0.5 cm, según ASTM A 36, para aplicaciones estructurales.	1,727	1,49	2,57
mt07ala005b	Kg	1 Platina de acero laminado A 36, de 21x 40 x 0.5 cm, según ASTM A 36, para aplicaciones estructurales.	3,297	1,49	4,91
mt07www040c	Ud	Juego de pernos, tuerca y contratuerca, para perno de anclaje de 12.7 mm (1/2") de diámetro.	4,000	1,65	6,60
Subtotal materiales:					22,07
2 Equipo y maquinaria					
mq08sol020	h	Equipo y elementos auxiliares para soldadura eléctrica	0,850	3,05	2,59
Subtotal equipo y maquinaria:					2,59
3					
mo047	h	Montador de estructura metálica	2,000	7,02	14,04
mo094	h	Ayudante montador de estructura metálica.	2,000	4,44	8,88
Subtotal mano de obra:					22,92
4 Herramienta menor					
	%	Herramienta menor	1,000	47,58	0,48
Coste de mantenimiento decenal: \$ 1,83 en los primeros 10 años.			Costos directos (1+2+3+4):		48,06

Nota: El costo de 48.06 dólares es el valor del acople 2 que se genera al tener una conexión de tres ramales, por lo que a este valor se debe sumar el costo del acople 1, la misma que se emplea 2 unidades adicional. Se tiene un costo total de 139.07 dólares por cada conexión.

Elaborado por: Gómez & León (2021)

Tabla 21*Costo de unión emperrada a momento Viga Principal-Columna.*

Rubro	Unidad	Descripción	Cantidad	Costo unitario US\$	Costo parcial US\$
1	Materiales				
mt07ala001b	Kg	4 Platina de acero laminado A 36, de 15 x 5.5x0.5 cm, según ASTM A 36, para aplicaciones estructurales	1,296	1,49	1,93
mt07ala002b	Kg	2 Platina de acero laminado A 36, de 15 x 17 x 0.5 cm, según ASTM A 36, para aplicaciones estructurales	2,000	1,49	2,98
mt07ala003b	Kg	4 Platina de acero laminado A 36, de 12x 6 x 0.5 cm, con 2 perforaciones en cada platina para pernos de 1/2", según ASTM A 36, para aplicaciones estructurales.	1,130	1,49	1,68
mt07ala004b	Kg	4 Platina de acero laminado A 36, de 5x 12 x 0.5 cm, según ASTM A 36, para aplicaciones estructurales.	0,942	1,49	1,40
mt07ala005b	Kg	2 Platina de acero laminado A 36, de 5.5x 40 x 0.5 cm, según ASTM A 36, para aplicaciones estructurales.	1,727	1,49	2,57
mt07www040c	Ud	Juego de pernos, tuerca y contratuerca, para perno de anclaje de 12.7 mm (1/2") de diámetro.	4,000	1,65	6,60
			Subtotal materiales:		17,16
2	Equipo y maquinaria				
mq08sol020	h	Equipo y elementos auxiliares para soldadura eléctrica	0,800	3,05	2,44
			Subtotal equipo y maquinaria:		2,44
3					
mo047	h	Montador de estructura metálica	2,000	7,02	14,04
mo094	h	Ayudante montador de estructura metálica.	2,000	4,44	8,88
			Subtotal mano de obra:		22,92
4	Herramienta menor				
	%	Herramienta menor	1,000	42,52	0,43
Coste de mantenimiento decenal: \$ 1,83 en los primeros 10 años.			Costos directos (1+2+3+4):		42,95

Nota: Los 42.95 dólares solo es el costo por cada acople, como la conexión es de cuatro ramales se debe multiplicar por cuatro, por lo que se tiene un costo total de la conexión de 171.80 dólares por cada conexión.

Elaborado por: Gómez & León (2021)

4.3 Diseño de conexiones soldadas

Datos Generales

Tabla 22

Datos Generales de diseño.

Mu	1.76 tm
Vu	2.86 t
Sx	193 cm
Fy	36 ksi/2530 kg/cm ² → Resistencia a la Fluencia del Acero A36.
Fu	58 ksi/4060 kg/cm ² → Resistencia última del Acero A36.
e	0.5 cm → Espesor de las Placas para la Conexión.

Elaborado por: Gómez & León (2021)

Para realizar el dimensionamiento de la soldadura, la AWS proporciona los siguientes valores:

Tabla 23

Valores recomendados por el AWS para soldadura

ACERO ASTM	Esfuerzo de fluencia Fy		Clasificación Electrodo	FExx Mínimo	
	Kips/in ²	Kgf/cm ²		Kips/in ²	Kgf/cm ²
A36	36	2536	E60XX	50	3522
			E70XX	60	4227
A572	50	3522	E7015-16	60	4227
			E7018-28	60	4227
A588	50	3522	E7015-16	60	4227
			E7018-28	60	4227

Fuente: (Azcapotzalco, s.f.)

Datos de Soldadura a Utilizar

Tabla 24

Datos de la soldadura.

FExx Mínimo	3522 kg/cm ²
Esfuerzo de fluencia Fy	2536 kg/cm ²
Clasificación de Electrodo	E60XX
A min.	250 mm
A máx.	3.50 mm
A seleccionado	3.00 mm

Elaborado por: Gómez & León (2021)

4.3.1 Cálculos Generales

Seleccionamos un valor límite de espesor de garganta, para una soldadura en ángulo en función del espesor de las piezas a unir.

Tabla 25

Valores límite de la garganta de una soldadura en ángulo.

Espesor de la pieza (mm)	Garganta, a	
	Valor máximo (mm.)	Valor máximo (mm.)
4.0-4.2	2.5	2.5
4.3-4.9	3	2.5
5.0-5.6	3.5	2.5
5.7-6.3	4	2.5
6.4-7.0	4.5	2.5

Fuente: (Azcapotzalco, s.f.)

Garganta de soldadura

$$ga = a * \cos(45 * \text{deg})$$

$$ga = 3\text{mm} * \cos(45 * \text{deg})$$

$$ga = \mathbf{2.12 \text{ mm}}$$

Resistencia de la soldadura

La resistencia a la soldadura se determina con las expresiones; Fr, Fs. y As.

Donde:

- $Fr = 0.75 \rightarrow$ Factor de resistencia.
- **Resistencia nominal**

$$Fs = 0.60 * F_{Exx}$$

$$Fs = 0.60 * 3522 \text{ kg/cm}^2$$

$$Fs = 2113 \text{ kg/cm}^2$$

- **Área de soldadura**

$$As = ga (1\text{cm})$$

$$As = 0.212\text{cm} (1\text{cm})$$

$$As = \mathbf{0,212 \text{ cm}^2}$$

- **Resistencia de la soldadura**

$$Fr * Fs * As = 0.75 * 2113 \text{ kg/cm}^2 * 0,212 \text{ cm}^2$$

$$Fr * Fs * As = \mathbf{335.98 \text{ kg/cm}}$$

- **Resistencia de cordón de soldadura Eje x**

$$R_{v_y} = L_y * (FR * Fs * As)$$

$$R_{v_y} = 10 \text{ cm} * (335.98 \text{ kg/cm})$$

$$R_{v_y} = 3359.8 \text{ kg} = 3.36 \text{ Ton}$$

$$R_{v_y} > V_u$$

3.36 Ton > 2.86 Ton → **Si Cumple**

- **Resistencia de cordón de soldadura Eje y**

$$R_{v_y} = L_y * (FR * Fs * As)$$

$$R_{v_y} = 16 \text{ cm} * (335.98 \text{ kg/cm})$$

$$R_{v_y} = 5375.68 \text{ kg} = 5.38 \text{ Ton}$$

$$R_{v_y} > V_u$$

5.38 Ton > 2.86 Ton → **Si Cumple**

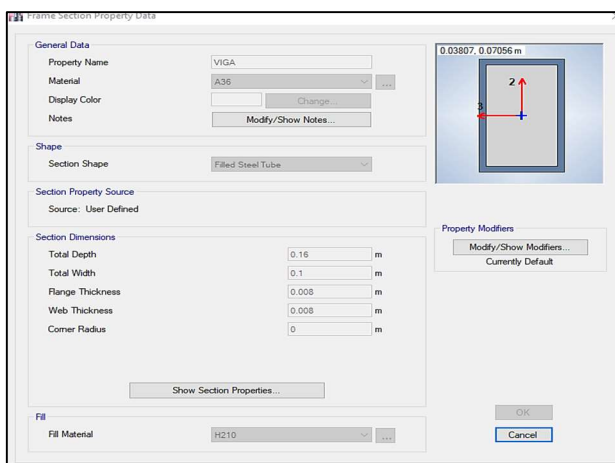


Ilustración 23.

*Definición de viga principal Tubo 160*100*5 mm*

Elaborado por: Gómez & León (2021)

4.3.2 Costos de Fabricación de estructura metálica.

4.3.2.1 Uniones soldadas.

Tabla 26

Costos de estructura metálica soldada.

Precio de Estructura Metálica soldada					
Rubro	Descripción	Unidad	Cant.	Costo	Total
1	Acero estructural ASTM A36 (provisión, fabricación y montaje) e<15mm	Kg	3666,06854	4,07	14911,95972
Total					\$ 14.911,72

Nota: las especificaciones de la soldadura a utilizar, se encuentran en el Anexo 1.

Elaborado por: Gómez & León (2021)

4.3.2.2 Uniones con acople

Tabla 27

Costos de estructura metálica con acople.

Precio de Estructura Metálica con Acoples					
Rubro	Descripción	Unidad	Cant.	Costo	Total
1	Acero estructural ASTM A36 (provisión, fabricación y montaje) e<15mm con Acoples	Kg	3666,06854	3,62	13286,36994
2	Acople 2 ramales	U	8	53,19	425,52
3	Acople 3 ramales	U	8	48,06	384,48
4	Acople 4 ramales	U	2	42,95	85,9
Total					\$ 14.182,27

Nota: las especificaciones de la soldadura a utilizar, se encuentran en el Anexo 2.

Elaborado por: Gómez & León (2021)

4.3.3 Tabla comparativa de costos.

Tabla 28

Tabla comparativa.

Rubro	Descripción	Jornal (Horas)	Rendimiento	Cantidad por Jornal	Cantidad a Ejecutar	Días de Ejecución	Costo
1	Acero Estructural ASTM A36 (Provisión, Fabricación y Montaje) e<15mm	8	0,08	100	3666,068 535	36	\$ 14.911,72
2	Acero Estructural ASTM A36 (Provisión, Fabricación y Montaje) e<15mm con Acoples	8	0,04	200	3666,068 535	19	\$ 14.182,27

Elaborado por: Gómez & León (2021)

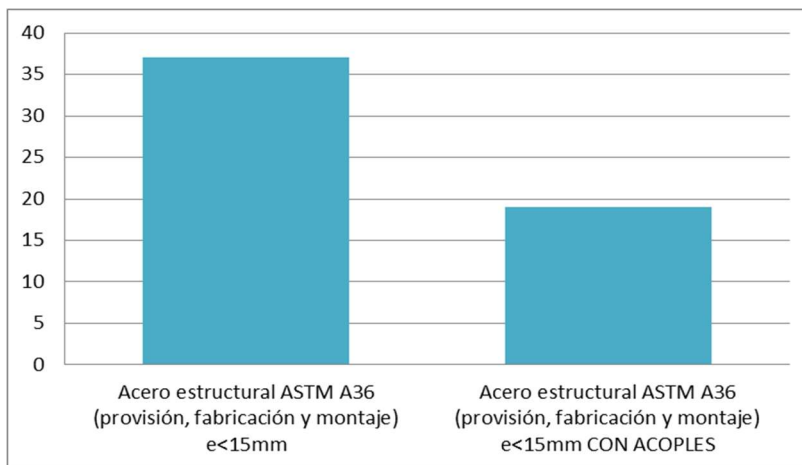


Ilustración 24.

Elaborado por: Gómez & León (2021)

En esta Ilustración se muestra la diferencia en días de la ejecución de la vivienda entre la unión soldada y el prototipo de unión empernada.

CONCLUSIONES

Luego de realizar el proyecto “ANÁLISIS COMPARATIVO DE COSTOS ENTRE UNIÓN SOLDADA Y PROTOTIPO DE UNIÓN EMPERNADA EN EL NODO DE MAYOR ESFUERZO DE UNA VIVIENDA DE 2 PLANTAS.” Podemos indicar que en base al objetivo general “Analizar costos entre unión soldada y prototipo de unión apernada en el nodo de mayor esfuerzo de una vivienda de 2 plantas mediante la metodología de precios unitarios para optimización de construcción en obra” se puede concluir que:

- Se Determinó mediante la metodología del análisis de Precios unitarios que usando el prototipo de uniones metálicas se reduce un 4, 89% del costo en referencia al valor de la estructura soldada, se determinó una reducción u optimización en la ejecución de la estructura principal del acero en 17 días menos de ejecución

En base al objetivo específico de diseñar el prototipo de unión apernada y unión soldada central se determinó que:

- El sistema estructural aporticado seleccionado, fue analizado mediante el diseño de un prototipo de acoples con perno y uniones soldadas. Ambas uniones, se calcularon en base al Momento generado del análisis simulado de la estructura, a través del software ETABS; para un M_u de 1,76 Ton-m. y un V_u de 2.86 Ton. Teniendo así, uniones apernadas, diseñadas para distintas resistencias críticas globales (0,81 KN para conexiones columna pedestal, 0,69 KN en diseños a corte viga secundaria) y a momento en vigas principales-columna, con resistencias nominales de 70,52 Ton-m. Las uniones soldadas fueron diseñadas para una resistencia a la fluencia $F_y=36\text{ksi}$ y $F_u=58\text{ksi}$, con placas de conexión de 0.5cm de espesor y un esfuerzo de fluencia de 3522 kg/cm^2 .

En base al objetivo específico de Establecer el costo de fabricación de la unión metálica apernada y unión soldada central se determinó que:

- Se establece que el costo de fabricación del prototipo de unión empernada en el nodo de mayor esfuerzo es de \$53,19 , también se determinó mediante la metodología del

apu el costo en kilogramos de la estructura soldada es de \$ 4,07, así mismo el valor de la estructura en kilogramos utilizando uniones empernadas es de \$3,62

En base al objetivo específico de Analizar de forma Comparativa de costo en la ejecución de Obra se determinó que:

- Se establece que el costo total de una estructura metálica de acoples con pernos es de \$ 14.182,27 USD, a su vez el costo de la estructura con uniones soldadas será de \$ 14.911,72USD. Dando un ahorro de \$ 729,45 USD correspondiente al 4,89% en referencia al costo de las uniones soldadas.
- Teniendo como referencia las 8 horas laborables, se obtuvo que la ejecución de las estructuras metálicas con acoples con pernos demoraría 19 días, a diferencia de la estructura con uniones soldadas que demoraría 36 días en ser culminada como tal. Ahorrando un 47,37% de tiempo en ejecución, si se diseña la estructura con acoples con pernos.

RECOMENDACIONES

- Emplear las técnicas requeridas bajo la normativa legal, para la ejecución de estructuras con uniones soldadas, permitirá obtener una mayor rigidez de su parte. Así mismo, al realizar la soldadura, se deberá hacer de forma simétrica y proporcional en cada una de las uniones, más aún, en las uniones centrales que posee la edificación, como es el caso de las vigas principales-columnas ramales.
- Para obtener un mayor desenvolvimiento sísmico, se requiere utilizar planchas con espesores considerables, que puedan brindarle mayor resistencia a la conexión apertada, mejorando su rigidez y ductilidad. En cuanto a la ejecución, se debe tener mucho cuidado al momento de perforar los elementos estructurales a unir, ya que pueden perder la resistencia, para la que fueron diseñadas.
- Fomentar la utilización de ambos procesos constructivos para edificaciones futuras; todo ello, con el fin de fomentar sistemas de construcción novedosos, confiables, homogéneos y, sobre todo, resistentes.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AISC. (2010). *Especificación ANSI/AISC 360-10 para Construcciones de Acero*. Illinois : American Institute of Steel Construction . Obtenido de https://www.u-cursos.cl/usuario/0aa8cf970f34da4081605da3f277ecbf/mi_blog/r/mmodificada.pdf
- AISC. (2016). *ANSI/AISC 360-16: Specification for Structural Steel Buildings*. Illinois: American Institute of Steel Construction. Obtenido de <https://www.aisc.org/globalassets/aisc/publications/standards/a360-16-spec-and-commentary.pdf>
- Alecoy, T. (2011). *Las culturas exitosas forjan prosperidad económica desde la concepción del individuo*. Santiago de Chile: Tirso José Alecoy.
- American Concrete Institute. (2014). *ACI 318: Building Code Requirements for Reinforced Concrete*. Michigan: ACI. Obtenido de <http://www.hansenpolebuildings.com/Flash/Codes/concrete%201995.pdf>
- American Institute of Steel Construction. (2017). *Specification for the Design, Fabrication and Erection of Structural Steel for Buildings* (Cuarta ed.). Illinois: AISC. Obtenido de <https://www.aisc.org/Specification-for-the-Design-Fabrication-and-Erection-of-Structural-Steel-for-Buildings-April-17-#.W2y1il5KjIU>
- Analuisa, L. (2016). *Análisis y diseño de estructura de acero apertada para vivienda tipo modular y su incidencia en la reducción de tiempos y costos*. Guayaquil: ULVR. Obtenido de <http://repositorio.ulvr.edu.ec/bitstream/44000/1534/1/T-ULVR-1292.pdf>
- Asamblea Nacional. (2010). *COPCI*. Quito: Editora Nacional.
- Asamblea Nacional Constituyente. (2008). *Constitución de la República del Ecuador*. Quito: Editora Nacional.
- Asamblea Nacional del Ecuador. (2008). *Constitución de la República del Ecuador* . Montecristi : ANE.
- ASTM International. (31 de Diciembre de 2016). *Standards Products*. Recuperado el 8 de Agosto de 2018, de <https://www.astm.org/Standard/index.html>
- Avilés, E. (17 de Marzo de 2012). *Enciclopedia del Ecuador: Pascuales* . Recuperado el 14 de Junio de 2018, de <http://www.encyclopediadelecuador.com/geografia-del-ecuador/pascuales/>
- Azcapotzalco. (s.f.). *Universidad Autónoma Metropolitana Azcapotzalco*. Obtenido de Conexiones soldadas: http://materiales.azc.uam.mx/gjl/Clases/MA10_I/S4.pdf
- Barbazán, C., & Sendra, J. (2012). *Apoyo domiciliario y alimentación familiar: El asistente como eje central en la gestión y mantenimiento del hogar del dependiente*. Vigo: Ideaspropias Editorial.
- Barradas, M. (2014). *Seguimiento de Egresados: Una excelente estrategia para garantizar una educación de calidad*. Bloomington: Palibrio.

- Bastos, A. (2010). *Implantación de Productos y servicios*. Madrid: Ideaspropias.
- Bermúdez, C. (2005). *Curso básico de estructuras metálicas*. Manizales: Universidad Nacional de Colombia. Obtenido de <http://bdigital.unal.edu.co/5923/1/9589322891.pdf>
- Bohigues, I. (2014). *Ámbito sociolingüístico*. Madrid: Paraninfo.
- Borunda, R., Cepeda, J., Salas, F., & Medrano, V. (2013). *Desarrollo y Competitividad de los Sectores Económicos en México*. México, D.F.: Centro de Investigaciones Sociales.
- Cárdenas, F., & Mejía, I. (2018). *Simulación del comportamiento de la unión entre elementos metálicos (vigas y columnas) para uniones soldadas y empernadas del proyecto de vivienda Los Capulíes en la ciudad de Cuenca*. Cuenca: Universidad Politécnica Salesiana. Obtenido de <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/15366/1/UPS-CT007555.pdf>
- Christensen, C. (2014). *Guía del Innovador para crecer: Cómo aplicar la innovación disruptiva*. Madrid: Grupo Planeta Spain.
- Climate Data. (31 de Diciembre de 2017). *Clima Guayaquil*. Recuperado el 14 de Junio de 2018, de <https://es.climate-data.org/location/2962/>
- Congreso Nacional. (2004). *Ley Forestal y de Conservación de Áreas naturales y vida silvestre*. Quito: Editora Nacional.
- Construcción y Diseño. (31 de Diciembre de 2010). *Sistemas estructurales*. Obtenido de <https://sites.google.com/site/cydenvis/4criterios-1/sistemas-estructurales-y-sistemas-constructivos>
- Cruelles, J. (2012). *Productividad e Incentivos: Cómo hacer que los tiempos de fabricación se cumplan*. Barcelona: Marcombo.
- Cruz, L., & Cruz, V. (17 de Abril de 2010). *Repositorio Escuela Politécnica Nacional*. Recuperado el 23 de Septiembre de 2015, de Repositorio Escuela Politécnica Nacional: <https://www.google.com.ec/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=2&cad=rja&uact=8&ved=0CCEQFjABahUKEwjvOy4IPIAhWFF5AKHUAYBFA&url=http%3A%2F%2Fbibdigital.epn.edu.ec%2Fbitstream%2F15000%2F388%2F1%2FCD-0795.pdf&usg=AFQjCNHr5JivEUFu2Gkrhscbj-tStFQQA&sig2=a>
- Delgado, M. (2014). *Especificaciones Técnicas*. Quito : EMGIRS-EP.
- Diez, G. (2005). *Diseño estructural en Arquitectura*. Buenos Aires : Nobuko .
- EcuRed. (13 de Agosto de 2010). *Provincia del Guayas*. Recuperado el 14 de Junio de 2018, de https://www.ecured.cu/Provincia_del_Guayas#Orograf.C3.ADa
- El Comercio. (14 de Agosto de 2017). Monte Sinaí, una zona pobre que se volvió ícono político. *El Comercio*, pág. 4. Obtenido de <http://www.elcomercio.com/actualidad/montesinaipobreza-politica-ecuador-guayaquil.html>

- El Telégrafo . (2 de Septiembre de 2017). Pascuales celebró otro año de parroquialización. *El Telégrafo* , págs. 2-4.
- El Telégrafo. (26 de Mayo de 2012). \$180 millones venden al año los artesanos de muebles. *El Telégrafo*, pág. 9.
- El Telégrafo. (26 de Septiembre de 2012). Calles de la parroquia Pascuales entran en un proceso de asfaltado y pavimentación. *El Telégrafo*, pág. 4. Obtenido de <https://www.eltelegrafo.com.ec/noticias/guayaquil/10/calles-de-la-parroquia-pascuales-entran-en-un-proceso-de-asfaltado-y-pavimentacion>
- El Telégrafo. (15 de Diciembre de 2013). Pascuales tiene el aroma de campo fértil. *El Telégrafo*, págs. 1-3.
- El Telégrafo. (4 de Noviembre de 2017). La fritada y otros negocios mueven la economía en 15 cuadras de Pascuales. *El Telégrafo*, págs. 3-4. Obtenido de <https://www.eltelegrafo.com.ec/noticias/38/10/la-fritada-y-otros-negocios-mueven-la-economia-en-15-cuadras-de-pascuales>
- El Universo . (28 de Agosto de 2013). Pascuales, zona de la fritada, farra y tricimotos, cumple hoy 120 años. *El Universo* , págs. 4-6.
- El Universo. (29 de Agosto de 2011). Pascuales celebró sus fiestas con desfile, música y bailes. *El Universo*, págs. 2-5. Obtenido de <https://www.eluniverso.com/2011/08/29/1/1445/pascuales-celebro-sus-fiestas-desfile-musica-bailes.html>
- El Universo. (25 de Agosto de 2013). Por sus fiestas de fundación se engalana Pascuales. *El Universo*, págs. 4-7. Obtenido de <https://www.eluniverso.com/noticias/2013/08/25/nota/1336561/sus-fiestas-se-engalana-pascuales>
- Empresa Pública Municipal de Turismo. (25 de Noviembre de 2017). *Flora y fauna*. Recuperado el 14 de Junio de 2018, de <http://www.guayaquilesmidestino.com/es/naturaleza/flora-y-fauna>
- EMUVI EP. (2014). *Conjunto habitacional Los Capulíes*. Cuenca: EMUVI EP.
- Esquivel, M. (2005). *El Programa de Renovación Habitacional Popular*:. CDMX: Universidad Autónoma Metropolitana-Azcapotzalco.
- Fernández, R. (2010). *La mejora de la productividad en la pequeña y mediana empresa*. Alicante: ECU.
- Fernández, R. (2010). *La productividad y el riesgo psicosocial o derivado de la organización del trabajo* . Alicante : ECU.
- Fernández, R. (2011). *La dimensión económica del desarrollo sostenible*. Alicante: Editorial Club Universitario.

Gan, F., & Gaspar, B. (2007). *Manual de Recursos Humanos: 10 programas para la gestión y el desarrollo del Factor Humano en las organizaciones actuales*. Barcelona: Editorial UOC

Gobierno Provincial del Guayas. (2013). *Plan de Ordenamiento Territorial de la provincia del Guayas 2012-2021*. Guayaquil: Gobierno Provincial del Guayas. Obtenido de <http://www.guayas.gob.ec/dmdocuments/ley-de-transparencia/literal-k/Plan-de-Ordenamiento-T-2013.pdf>

González, F. (2016). *Comportamiento de conexión a momento empernada (viga-columna) entre perfiles tubulares de acero conformados en frío*. Caracas: UCAB.

Google Maps. (10 de Enero de 2018). *Ubicación de río Daule en la parroquia Pascuales*. Recuperado el 14 de Junio de 2018, de <https://www.google.com.ec/maps/place/Pascuales,+Guayaquil/@-2.062535,-79.9510646,8700m/data=!3m1!1e3!4m5!3m4!1s0x902d0d9a5fa7dc45:0x9a9c2a70a16fe4e3!8m2!3d-2.0709494!4d-79.9332613>

Google Maps. (8 de Abril de 2015). *Google*. Obtenido de Google: <https://maps.google.com.ec>

Google Maps. (10 de Enero de 2018). *Centro de Salud Pascuales*. Recuperado el 20 de Junio de 2018, de <https://www.google.com.ec/maps/uv?hl=es&pb=!1s0x902d0d844e3b4a15:0x70bf5d7a79aa5afa!2m2!2m2!1i80!2i80!3m1!2i20!16m16!1b1!2m2!1m1!1e1!2m2!1m1!1e3!2m2!1m1!1e5!2m2!1m1!1e4!2m2!1m1!1e6!3m1!7e115!4s/maps/place/centro%2Bde%2Bsalud%2Bpascuales/@-2.066737,-79.92>

Google Maps. (30 de Enero de 2018). *Cerro Azul*. Recuperado el 3 de Julio de 2018, de <https://www.google.com/maps/search/cerro+azul+guayaquil/@-2.1760716,-80.0286266,11483m/data=!3m1!1e3>

Google Maps. (10 de Enero de 2018). *Mapa de ubicación: Monte Sinaí I*. Recuperado el 14 de Junio de 2018, de <https://www.google.com.ec/maps/place/Coop.+Monte+Sina%C3%AD,+Guayaquil/@-2.1187195,-80.0028062,1462m/data=!3m1!1e3!4m5!3m4!1s0x902d7351eb569a93:0x89099e16cb502229!8m2!3d-2.1160874!4d-79.9989895>

Google Maps. (10 de Enero de 2018). *Ubicación de Cerro Azul en la parroquia Pascuales*. Recuperado el 14 de Junio de 2018, de <https://www.google.com.ec/maps/search/mapa+de+cerro+azul+guayaquil/@-2.1949785,-80.0348772,15067m/data=!3m1!1e3>

Griffin, R. (2011). *Administración*. Boston: Cengage Learning.

Guerrero, R. (2014). *Técnicas elementales de servicio*. Madrid: Paraninfo.

- Guevara, G., & Verdesoto, A. &. (2020). *Metodologías de investigación educativa (descriptivas, experimentales, participativas, y de investigación-acción)*. Babahoyo: Saberes del Conocimiento.
- Haden, J. (2008). *El diccionario completo de términos de bienes raíces explicados en forma simple: lo que los inversores inteligentes necesitan saber*. Florida: Atlantic Publishing Group .
- Hernandez, Roberto. (2014). *Metodología de la Investigación*. Mexico: INTERAMERICANA EDITORES, S.A .
- Iglesias, M. (2011). *Elaborado de soluciones constructivas y preparación de muebles*. Madrid: Ministerio de Educación, Cultura y Deportes.
- INEC. (12 de Diciembre de 2011). *Instituto Nacional de Estadísticas y Censos*. Obtenido de Encuesta de Estratificación del Nivel Socioeconómico:
http://www.inec.gob.ec/estadisticas/?option=com_content&view=article&id=112&Itemid=90
- INEC. (28 de Julio de 2015). *Instituto Nacional de Estadísticas y Censos*. Obtenido de Ecuador en cifras: http://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Infografias/asi_esGuayaquil_cifra_a_cifra.pdf
- INOCAR. (31 de Diciembre de 2017). *Precipitación diaria en Guayaquil*. Recuperado el 14 de Junio de 2018, de <https://www.inocar.mil.ec/web/index.php/precipitacion-en-guayaquil>
- Instituto Geográfico Militar. (20 de Octubre de 2013). *Carta topográfica e información de la parroquia Pascuales*. Recuperado el 14 de Junio de 2018, de http://www.igm.gob.ec/work/files/cartabase/n/NV_A1.htm
- Instituto Ecuatoriano de Normalización. (2001). *Código Ecuatoriano de la Construcción* (Primera ed.). Quito: INEN. Obtenido de <https://archive.org/details/ec.cpe.5.1.2001>
- Instituto Nacional de Estadística y Censos. (31 de Diciembre de 2010). *Información Censal*. Recuperado el 14 de Junio de 2018, de <http://www.ecuadorencifras.gob.ec/informacion-censal-cantonal/>
- ISO. (2009). *International Standard ISO 898-1: Mechanical properties of fasteners made of carbon steel and alloy steel* (Cuarta ed.). Berna: International Standard. Obtenido de http://itc.co.ir/wp-content/uploads/2015/01/ISO_898-1_2009E.pdf
- ITEA. (2013). *Diseño de uniones*. Madrid: Instituto Técnico de la Estructura de Acero .
- JICA. (2010). *Vivienda popular sismo-resistente*. Managua: Agencia de Cooperación Internacional del Japón.
- Joachimsthaler, E. (2008). *Ver lo evidente: Cómo definir y ejecutar la futura estrategia de crecimiento en su empresa*. Barcelona: Ediciones Deusto .

- Krugman, P., & Wells, R. (2007). *Macroeconomía: Introducción a la economía; Versión española traducida por Gotzone Pérez Apilanez; revisada por José Ramón de Espínola*. Barcelona: Reverté.
- Leiceaga, C., Carrillo, F., & Hernández, Á. (2012). *Economía 1° Bachillerato*. San Sebastián: Editorial Donostiarra.
- Llamas, C. (2009). *MARKETING Y GESTIÓN DE LA CALIDAD TURÍSTICA*. Madrid: Liber Factory .
- Longenecker, J., Petty, W., Palich, L., & Hoy, F. (2012). *Administración de Pequeñas Empresas: Lanzamiento y Crecimiento de iniciativas de emprendimiento*. México, D.F.: Cengage Learning.
- Lopez, J. (2013). *+Productividad*. Bloomington: Palibrio.
- Los Andes . (20 de Octubre de 2016). EUU: 'Resultado de Hábitat III es un documento orientado a la acción, lo vamos a convertir en soluciones pragmáticas'. *Los Andes* , págs. 4-6.
- Macías, G., & Parada, L. (2013). *Mujeres, su participación económica en la sociedad*. Guadalajara: Universidad de Guadalajara.
- Martínez, I. (2005). *La comunicación en el punto de venta: estrategias de comunicación en el comercio real y online* . Madrid: Esic .
- Merino, E. (2014). El Cambio de la Matriz Productiva. *Buen Viaje*, 10.
- Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda. (2014). *NEC-SE-CG: Cargas (No sísmicas)*. Quito : Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda.
- Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda. (2014). *Norma Ecuatoriana de la Construcción NEC-SE-DS: Cargas Sísmicas, Diseño Sismo Resistente* . Quito: NEC. Obtenido de <https://www.habitatyvivienda.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2014/08/NEC-SE-DS.pdf>
- Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda. (2014). *Norma Ecuatoriana de la Construcción: Estructuras de Acero NEC-SE-AC*. Quito: MIDUVI. Obtenido de http://www.cconstruccion.net/normas_files/doc/NEC-SE-AC-Estructuras-de-Acero.pdf
- Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda. (2015). *Norma Ecuatoriana de la Construcción NEC-SE-VIVIENDA*. Quito: MIDUVI. Obtenido de <https://www.habitatyvivienda.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2015/02/NEC-SE-VIVIENDA-parte-1.pdf>
- Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda. (2018). *Lineamientos mínimos para registro y validación de tipologías de vivienda*. Quito: Subsecretaría de Vivienda. Obtenido de <https://www.habitatyvivienda.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2018/04/LINEAMIENTOS-MINIMOS-PARA-REGISTRO-Y-VALIDACION-DE-TIPOLOGIAS-DE-VIVIENDA.pdf>

- Ministerio del Interior. (15 de Noviembre de 2017). *Adultos mayores de Pascuales apoyan y agradecen la gestión de la Policía, en Guayaquil*. Recuperado el 28 de Junio de 2018, de <https://www.ministeriointerior.gob.ec/adultos-mayores-de-pascuales-apoyan-y-agradecen-la-gestion-de-la-policia-en-guayaquil/>
- Miranda, A., Zambrano, M., & Yaguana, J. (26 de Julio de 2009). *Dspace Espol*. Recuperado el 23 de Septiembre de 2015, de Dspace Espol: <https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/10675/1/D-39734.pdf>
- Montero, C. (2005). *Estrategias Para Facilitar la Inserción Laboral a Personas Con Discapacidad*. San José: EUNED.
- Montoya, J., & Pinto, F. (2010). *Cimentaciones*. Mérida : Universidad de los Andes .
- Mora, J. (Jorge Mora). *Los libros, aporte bibliográfico, las bellas artes e investigaciones históricas*. Nariño: Pasto.
- Morales, R. (2013). *MF1330_1: Limpieza doméstica*. Málaga: INNOVA.
- Municipio de Guayaquil. (2014). *Ordenanza de Normas mínimas para los diseños urbanísticos y arquitectónicos y para el procedimiento de recepción de obras, en programas especiales de vivienda*. Guayaquil : Municipio de Guayaquil . Obtenido de <http://www.guayaquil.gob.ec/Paginas/Ordenanzas.aspx?RootFolder=%2FOrdenanzas%2FPlanificaci%C3%B3n%20Urbana&FolderCTID=0x012000030F54016A64144987F30CEE1988B9D&View=%7B7220A57A-2F62-4998-8AAE-72534764875E%7D>
- Municipio de Guayaquil. (11 de Noviembre de 2016). *Municipio de Guayaquil presenta nueva campaña de turismo interno “Yo te recomiendo”*. Recuperado el 29 de Junio de 2018, de <http://www.guayaquil.gob.ec/noticias-actuales/917>
- Municipio de Guayaquil. (12 de Diciembre de 2017). *Malecón de Pascuales*. Recuperado el 20 de Junio de 2018, de <http://www.guayaquilesmidestino.com/es/malecones/malecones-urbanos/malecon-de-pascuales>
- Municipio de Guayaquil. (31 de Diciembre de 2017). *Programa Habitacional Municipal Mucho Lote 1*. Recuperado el 28 de Junio de 2018, de <http://www.guayaquil.gob.ec/mucho-lote-i>
- Municipio de Guayaquil. (18 de Diciembre de 2017). *Terminal Terrestre Vía Daule*. Recuperado el 20 de Junio de 2018, de <http://www.guayaquilesmidestino.com/es/descubre-guayaquil/como-llegar/terminal-terrestre-via-daule>
- Nutsch, W. (2000). *Tecnología de la madera y del mueble*. Barcelona: Reverté.
- OCDE. (2014). *Colombia: La implementación del buen gobierno*. Paris: OECD Publishing.
- OIT. (2008). *Calificaciones para la mejora de la productividad el crecimiento del empleo y el desarrollo*. Ginebra: Oficina Internacional del Trabajo .

- Olavarria, M. (2005). *Pobreza, crecimiento económico y políticas sociales*. Santiago de Chile: Editorial Universitaria.
- ONU. (2016). *Conferencia Hábitat III: La nueva agenda urbana*. Quito: ONU. Obtenido de <http://habitat3.org/wp-content/uploads/Brochure-Espa%C3%B1ol-Web-final.pdf>
- Parro . (31 de Agosto de 2017). *Diccionario de Arquitectura y Construcción*. Recuperado el 17 de Agosto de 2018, de <http://www.parro.com.ar/definicion-de-torsi%F3n>
- Peralta, N. (24 de Septiembre de 2010). *Repositorio Universidad Andina Simón Bolívar*. Recuperado el 23 de Septiembre de 2015, de Repositorio Universidad Andina Simón Bolívar: <http://repositorio.uasb.edu.ec/bitstream/10644/2695/1/T0878-MT-Peralta-Industria%20maderera.pdf>
- Perdigones, J. (2011). *MF0996_1: Limpieza del mobiliario interior*. Málaga: INNOVA.
- Perdomo, O. (2012). *¡Abre tu negocio... y vivirás en abundancia!* Bloomington: Palibrio.
- Puig-Durán, J. (2011). *Certificación y modelos de calidad en hostelería y restauración*. Madrid: Diaz de Santos.
- Quimbiulco, C. (3 de Marzo de 2012). *Dspace Universidad Central del Ecuador*. Recuperado el 23 de Septiembre de 2015, de Dspace Universidad Central del Ecuador: <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/903/1/T-UCE-0003-51.pdf>
- Repullo, J. (2006). *Sistemas y servicios sanitarios: Manuales de Dirección Médica y Gestión Clínica*. Madrid: Ediciones Días de Santos.
- Risco, L. (2013). *Economía de la empresa: Prueba de acceso a la Universidad para mayores de 25 años*. Bloomington: Palibrio.
- Rodríguez, R. (2014). *Técnicas de tapizado de mobiliario: TCPF0209. Operaciones auxiliares de tapizado de mobiliario y mural* . Madrid: IC Editorial .
- Romero, C. (2016). *Diseño de una vivienda de madera de dos niveles con el sistema de poste y viga*. Lima: Pontífica Universidad Católica del Perú .
- Ruano, C., & Sánchez, M. (2014). *UF0083: Diseño de Productos y servicios turísticos locales*. Málaga: IC Editorial.
- Secretaría de Gestión de Riesgos. (2014). *Los Consejos ciudadanos y la gobernabilidad: Monte Sinaí*. Guayaquil : Secretaría de Gestión de Riesgos. Obtenido de <https://www.gestionderiesgos.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2014/03/LOS-CONSEJOS-CIUDADANOS-Y-LA-GOBERNABILIDAD.pdf>
- Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo. (2012). *Transformación de la Matriz Productiva: Revolución productiva a través del conocimiento y el talento humano*. Quito : SENPLADES .

- SENPLADES. (2011). *Memoria Técnica Geopedología del Cantón Guayaquil*. Guayaquil: Senplades. Obtenido de http://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/PDOT/ZONA8/NIVEL_DEL_PDOT_CANTONAL/GUAYAS/GUAYAQUIL/MEMORIA_TECNICA/mt_geopedologia.pdf
- SENPLADES. (2012). *Distritos administrativos de planificación N°557-2012*. Quito: SENPLADES. Obtenido de <http://www.planificacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2012/08/557-2012.-Conformaci%C3%B3n-distritos-y-circuitos-administrativos-de-planificaci%C3%B3n-a-nivel-nacional..pdf>
- Sescovich, S. (2009). *La gestión de personas: un instrumento para humanizar el trabajo*. Madrid: Libros en Red.
- Soto, E., Valenzuela, P., & Vergara, H. (2003). *Evaluación del impacto de la capacitación en la productividad*. Santiago de Chile : FUNDES.
- Universidad Tecnológica Nacional. (2007). *Uniones, juntas, y medios de unión*. Mendoza: UTN.
- Urbán, P. (2009). *Construcción de estructuras metálicas*. Alicante: Club Universitario. Obtenido de <https://www.editorial-club-universitario.es/pdf/4073.pdf>
- Valle, A. (1991). *Productividad: Las visiones neoclásica y marxista*. México, D.F. : UNAM.
- Von Buchwald, J. (24 de Septiembre de 2012). Guayaquil: Una ciudad de cemento que desplazo al bosque seco-tropical. *El Universo*, págs. 3-5. Obtenido de <http://especiales.eluniverso.com/otroguayaquil/guayaquil-una-ciudad-de-cemento-que-desplazo-al-bosque-seco-tropical/>
- Analuisa, L. (2016). "ANÁLISIS Y DISEÑO DE ESTRUCTURA DE ACERO APERNADA PARA VIVIENDA TIPO MODULAR, Y SU INCIDENCIA EN LA REDUCCION DE TIEMPOS Y COSTOS." In *Angewandte Chemie International Edition*, 6(11), 951–952. <http://repositorio.ulvr.edu.ec/bitstream/44000/1534/1/T-ULVR-1292.pdf>
- ARCUX. (2020). ¿Qué son las estructuras metálicas? <https://arcux.net/blog/que-son-las-estructuras-metalicas/>
- Arquitectura/Acero. (n.d.). Uniones y conexiones. <http://www.arquitecturaenacero.org/uso-y-aplicaciones-del-acero/soluciones-constructivas/uniones-y-conexiones>
- Castañeda, G. (2019). Universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil. In *Gestión Financiera de las cuentas por cobrar y su efecto en la Liquidez de la Compañía Wurth Ecuador S.A.*
- CNICE. (2005). Tornillo. http://concurso.cnice.mec.es/cnice2006/material107/operadores/ope_tornillo.htm
- Córdova, B. (2021). PROTOTIPO DE VIVIENDA MEDIANTE LA APLICACIÓN DE CRITERIOS BIOCLIMÁTICOS PARA EL CANTÓN NOBOL.

- DOMINGOSERNA. (2020). ¿Qué tipos de estructuras metálicas existen?
<https://domingoserna.com/news/que-tipos-de-estructuras-metalicas-existen/>
- Federación de Enseñanzas Andalucía. (2010). Tipo De Uniones Soldadas. Enero, 11.
<https://www.feandalucia.ccoo.es/docu/p5sd6731.pdf>
- Grupmav. (2020). Las uniones en soldadura: Tipos y características.
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2014). Metodología de la Investigación (S. A. D. C. V. E. McGRAW-HILL / INTERAMERICANA EDITORES (ed.); Sexta).
- LucasMilhaupt. (n.d.). UNIÓN DE METALES: SOLDADURA POR ARCO, SOLDADURA FUERTE O SOLDADURA BLANDA. <https://lucasmilhaupt.com/ES/Resource-Library/Metal-Joining-Welding-vs.-Brazing-vs.-Soldering.htm>
- METALDEZA. (2018). Las ventajas de las estructuras metálicas. <https://metaldeza.com/las-ventajas-de-las-estructuras-metalicas/>
- Muñoz, C. (2018). Metodología de la Investigación (P. S. . de C.V (ed.)).
- NANOPDF. (2018). Estructuras metálicas. Medios de unión. Uniones soldadas.
https://nanopdf.com/download/estructuras-metalicas-medios-de-union-uniones-soldadas_pdf
- NEC-SE-CG. (2015). Cargas no sísmicas. In Ministerio de desarrollo Urbano y vivienda (pp. 1689–1699). <https://www.habitatyvivienda.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2014/08/NEC-SE-CG.pdf>
- NEC-SE-DS. (2015). Cargas Sísmicas Diseño Sismo Resistente. In Design and Optimization of Metal Structures. <https://doi.org/10.1533/9781782420477.27>
- SOME. (2019). TÉCNICAS DE UNIÓN DE METALES: SOLDADURAS Y REMACHES.
<https://www.some.es/es/union-metales-soldaduras-remaches>
- UNIVERSIA.mx. (2020). Los conceptos fundamentales de la metodología.
- Yeferson, A. (2014). Slideshare. <https://es.slideshare.net/123311/catalogo-de-electrodos>

ANEXOS

Anexo 1 APU calculado de la Estructura Metálica soldada.

RUBRO: Acero estructural ASTM A36 (provisión, fabricación y montaje) e<15mm

DETALLE: **UNIDAD:** kg

EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Herramienta menor	0,05000	1,04025	0,05201	1,00000	0,05201
Compresor/soplete	0,10000	1,25000	0,12500	0,08000	0,01000
Soldadora eléctrica 240 a	2,00000	2,50000	5,00000	0,08000	0,40000
Generador 150 KVA	0,25000	12,50000	3,12500	0,08000	0,25000
Equipo de oxicorte	0,25000	1,75000	0,43750	0,08000	0,03500
SUBTOTAL M:					0,74701
MANO DE OBRA					
DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/H	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Maestro mayor en ejecución de obras civiles (Estr. Oc. C1)	1,00000	2,49900	2,49900	0,08000	0,09550
Peón (Estr. Oc. E2)	3,00000	3,41000	10,23000	0,08000	0,34100
Técnico Electromecánico de construcción (Estr. Oc. D2)	2,00000	3,45000	6,90000	0,08000	0,60375
SUBTOTAL N:					1,04025
MATERIALES					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO/U	COSTO	
Acero estructural A36 e<15mm	kg	1,0300	1,45000	1,49350	
Soldadura 6011	kg	0,0100	4,40250	0,04403	
Anticorrosivo Industrial	gal	0,0010	12,97937	0,01298	
Desoxidante	gal	0,0020	7,11000	0,01422	
Pintura Esmalte	gal	0,0020	13,16007	0,02632	
Thinner comercial (diluyente tecni thiñer laca)	gal	0,0020	5,66384	0,01133	
SUBTOTAL O:					1,60237
TRANSPORTE					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
SUBTOTAL P:					0,00000
TOTAL COSTO DIRECTO (M+NN+O+P)					3,38963
INDIRECTOS %	20,00%			0,67793	
UTILIDAD %	0,00%			0,00000	
COSTO TOTAL DEL RUBRO					4,06756
VALOR OFERTADO					4,07

Anexo 2 APU calculado de la Estructura Metálica con acoples.

RUBRO:

Acero estructural ASTM A36 (provisión,
fabricación y montaje) e<15mm CON ACOLPES

DETALLE:

UNIDAD: kg

EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Herramienta menor	0,05000	1,04025	0,05201	1,00000	0,05201
Compresor/soplete	0,10000	1,25000	0,12500	0,04000	0,00500
Soldadora eléctrica 240 a	2,00000	2,50000	5,00000	0,04000	0,20000
Generador 150 KVA	0,25000	12,50000	3,12500	0,04000	0,12500
Equipo de oxicorte	0,25000	1,75000	0,43750	0,04000	0,01750
SUBTOTAL M:					0,39951
MANO DE OBRA					
DESCRIPCION	CANTIDAD	JORNAL/H	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Maestro mayor en ejecución de obras civiles (Estr. Oc. C1)	0,50000	2,49900	1,24950	0,04000	0,09550
Peón (Estr. Oc. E2)	3,00000	3,41000	10,23000	0,04000	0,34100
Técnico Electromecánico de construcción (Estr. Oc. D2)	1,00000	3,45000	3,45000	0,04000	0,60375
SUBTOTAL N:					1,04025
MATERIALES					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO/U	COSTO	
Acero estructural A36 e<15mm	kg	1,0300	1,45000	1,49350	
Soldadura 6011	kg	0,0050	4,40250	0,02201	
Anticorrosivo Industrial	gal	0,0010	12,97937	0,01298	
Desoxidante	gal	0,0020	7,11000	0,01422	
Pintura Esmalte	gal	0,0020	13,16007	0,02632	
Thinner comercial (diluyente tecni thiñer laca)	gal	0,0020	5,66384	0,01133	
SUBTOTAL O:					1,58036
TRANSPORTE					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
SUBTOTAL P:					0,00000
TOTAL COSTO DIRECTO (M+NN+O+P)					3,02012
INDIRECTOS %					20,00%
					0,60402
UTILIDAD %					0,00%
					0,00000
COSTO TOTAL DEL RUBRO					3,62415
VALOR OFERTADO					3,62

Anexo 3 Tabla de momentos en columna #10.

TABLE: Element Forces - Columns										
	Story	Unique Nan	Output Cas	Statio	P	V2	V3	T	M2	M3
7	Story1	10	DStIS6	2,54	-11607,22	53,59	-774,73	4,53	777,98	-78,82
8	Story1	10	DStIS6	2,54	-11607,22	53,59	-774,73	4,53	777,98	-78,82
9	Story1	10	DStIS20	2,54	-11607,22	53,59	-774,73	4,53	777,98	-78,82
10	Story1	10	DStIS20	2,54	-11607,22	53,59	-774,73	4,53	777,98	-78,82
11	Story1	10	DStIS34	2,54	-11607,22	53,59	-774,73	4,53	777,98	-78,82
12	Story1	10	DStIS34	2,54	-11607,22	53,59	-774,73	4,53	777,98	-78,82
13	Story1	10	DCon6	2,54	-11607,22	53,59	-774,73	4,53	777,98	-78,82
14	Story1	10	DCon6	2,54	-11607,22	53,59	-774,73	4,53	777,98	-78,82

Anexo 4. Tabla de momentos en Viga #20.

TABLE: Element Forces - Beams									
Story	Unique Nan	Output Cas	Statio	P	V2	V3	T	M2	M3
Story1	20	DStIS6	0,1	80,41	-2961,38	-0,55	0,37	-1,15	-1781,46
Story1	20	DStIS6	0,1	80,41	-2961,38	-0,55	0,37	-1,15	-1781,46
Story1	20	DStIS20	0,1	80,41	-2961,38	-0,55	0,37	-1,15	-1781,46
Story1	20	DStIS20	0,1	80,41	-2961,38	-0,55	0,37	-1,15	-1781,46
Story1	20	DStIS34	0,1	80,41	-2961,38	-0,55	0,37	-1,15	-1781,46
Story1	20	DStIS34	0,1	80,41	-2961,38	-0,55	0,37	-1,15	-1781,46
Story1	20	DCon6	0,1	80,41	-2961,38	-0,55	0,37	-1,15	-1781,46
Story1	20	DCon6	0,1	80,41	-2961,38	-0,55	0,37	-1,15	-1781,46