



**Pontificia Universidad
Católica del Ecuador**
Seréis mis testigos

MANABÍ

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR SEDE MANABÍ

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

TRABAJO DE TITULACIÓN:

COMPARACIÓN TÉCNICA Y ECONÓMICA DE EDIFICIOS DE ACERO DISEÑADOS
CON SISTEMAS DE PÓRTICOS ESPECIALES A MOMENTO Y PÓRTICOS
INTERMEDIOS A MOMENTO

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

DISEÑO, INFRAESTRUCTURA Y SISTEMAS SOCIALES Y AMBIENTALES PARA UN
HÁBITAT SOSTENIBLE

SUBLÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

AMBIENTE, CIUDAD, TERRITORIO Y SOCIEDAD PARA UN HÁBITAT SOSTENIBLE,
PLANIFICADO, INCLUSIVO Y SEGURO

PREVIO AL TÍTULO DE:

INGENIERO CIVIL

AUTOR:

MATÍAS ANDRÉS MUÑOZ SACOTO

TUTOR:

ING, JUAN FERNANDO QUIROZ ALONZO, MG.

PORTOVIEJO, NOVIEMBRE 2024

Certificado del trabajo de integración curricular

Para: Mgtr. Yandri Xavier Vélez Molina

Coordinador de la Carrera de Ingeniería Civil

CERTIFICO

En mi calidad de tutor del trabajo de integración curricular, certifico haber revisado el presente manuscrito de investigación, el mismo que se ajusta a las normas vigentes de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Manabí, cumpliendo la Normativa de la Unidad de Integración Curricular; en consecuencia, es apto para su presentación y sustentación.

(F) _____

Mgtr. Juan Fernando Quiroz Alonzo

C.I. 1310179492

Acta de aprobación del tribunal

El jurado examinador aprueba el presente trabajo de integración curricular en nombre de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Sede Manabí

(F) _____

Mgtr, Juan Fernando Quiroz Alonzo

Primer lector

(F) _____

Mgtr, Mauricio Henry Colpari Pozzo

Segundo lector

(F) _____

Mgtr, María Tatiana Ordoñez Zambrano

Tercer lector

Declaración de Originalidad

Este manuscrito no contiene ningún tipo de material que haya sido aceptado para la obtención de un título universitario en otra institución, excepto en forma de información de soporte que ha sido debidamente citada en mi trabajo.

Este trabajo es de total responsabilidad del autor, quien declara bajo juramento que ninguna sección de este trabajo de integración curricular infringe los derechos de autor de nadie.

(F) _____

Matías Andrés Muñoz Sacoto

C.I. 1315634517

Dirección: Calle Amistad, Cdla. El Maestro, Portoviejo, Manabí, Ecuador

Correo electrónico: matiasmunoz0818@gmail.com

Celular: 0983798361

Declaración de derechos de autor

Autorizo a la Pontificia Universidad Católica del Ecuador a distribuir este manuscrito de investigación en medios físicos y electrónicos con el fin de promover la divulgación de mis resultados a la comunidad científica y a la sociedad en general. Adicionalmente autorizo el uso de los contenidos de esta investigación como bibliografía para fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, citando como fuente de información al autor de este trabajo.

(F) _____

Matías Andrés Muñoz Sacoto

C.I. 1315634517

Dedicatoria

Este trabajo de titulación lo dedicaré a todas las personas que me han apoyado durante todo mi proceso de estudio y formación como profesional. A mis padres Alex y Gricel, quienes toda la vida me han enseñado el valor del esfuerzo del día a día, y me han hecho entender que es necesario desarrollar criterio, conocimiento y carácter en esta vida para crecer como persona y alcanzar las metas propuestas. A mi hermana Gabriela, quien con sus ocurrencias e inocencia alegra el día de quienes somos su familia.

A mi abuelo Líder, quien ha sido un ejemplo de trabajo duro y una proyección de lo que eso trae como beneficio. A mi difunta abuela Carlota, que en paz descanse, quien me acompañó y me apoyó toda mi vida. A mis abuelos Galo y Rosa, quienes me inculcaron valores desde pequeño y me dieron el cariño que todo niño necesita.

Agradecimientos

Quiero extender un gran agradecimiento a todos los docentes que tuve a lo largo de mi carrera, por aportar parte de su gran conocimiento y experiencia para formar adecuadamente a los futuros profesionales del país. Gracias a ellos se le da forma a un futuro prometedor en la ingeniería civil.

Al Mgtr. Juan Fernando Quiroz Alonzo, quien aparte de asumir y responder de manera impecable al rol de tutor de este trabajo, ejerció un excelente trabajo como docente en las materias que le correspondían, teniendo muchas de estas, relación con el presente estudio.

A la Pontificia Universidad Católica del Ecuador por contar con espacios y recursos sumamente útiles para la formación de la primera promoción de Ingeniería Civil en el Campus Portoviejo. También por su adecuada gestión y administración, eventos y charlas donde reforcé mis conocimientos y los relacioné con situaciones de la realidad laboral del país.

Resumen

El presente estudio comparó técnica y económicamente sistemas de pórticos especiales a momento con sistemas de pórticos intermedios a momento de acero. Este trabajo se rigió bajo indicaciones de la norma ecuatoriana: NEC-15, NEC-SE-DS para la metodología de análisis y verificación de requerimientos sísmicos globales de las estructuras. Para el diseño de las conexiones precalificadas y dimensionamiento de los perfiles se rigió por la norma estadounidense: AISC 360-22, AISC 358-22 y AISC 341-22. El estudio se limitó técnicamente a métodos de análisis sísmico lineales y con ciertas suposiciones en el análisis con objetivos prácticos. Mientras que en la comparación económica se profundizó hasta el nivel de un presupuesto general, tomando en cuenta rubros relacionados a cantidad total de materiales usados, costos de transporte, mano de obra y equipos. Cabe recalcar que, si bien las estructuras son edificios de tres dimensiones, el análisis económico y técnico se hizo en pórticos de dos dimensiones para centrar el trabajo en el objetivo principal de la investigación. Los resultados más importantes de esta investigación están en el aspecto beneficio-costo de cada uno de los sistemas de construcción, siendo de gran importancia el valor total generado del presupuesto general de cada sistema, posterior a su diseño y análisis técnico. Se concluyó que el sistema de pórticos especiales a momento es ligeramente más costoso en un 8% en estructuras de gran altitud, sin embargo, el sistema de pórticos intermedios a momento es ligeramente más costoso en estructuras de mediana y baja altura.

Palabras clave: AISC 341-22, pórticos resistentes a momento, edificios sismorresistentes de acero.

Abstract

This study compares, both technically and economically, special moment-resisting frames and intermediate moment-resisting frames made of steel. This work is guided by the Ecuadorian standards: NEC15 and NEC-SE-DS for the methodology of analysis and verification of global seismic requirements of structures. For the design of prequalified connections and member sizing, the American standards AISC 360- 22, AISC 358-22, and AISC 341-22 were used. The study is technically limited to linear seismic analysis methods and certain assumptions for practical purposes. While the economic comparison delves into the level of a general budget, considering items related to the total quantity of materials used, transportation costs, labor, and equipment. It is important to note that, although the structures are three-dimensional buildings, the economic and technical analysis was performed on two-dimensional frames to focus the work on the main objective of the research. The most significant results of this research lie in the cost-benefit aspect of each of the construction systems, with the total value generated by the overall budget of each system being of great importance after its design and technical analysis. It was concluded that the special moment-resisting frame system is slightly more expensive by 8% in tall structures, however, the intermediate moment-resisting frame system is slightly more expensive in medium and low-rise structures.

Keywords: AISC 341-22, moment-resisting frames, steel seismic-resistant buildings.

Tabla de contenido

Certificado del trabajo de integración curricular	i
Acta de aprobación del tribunal	ii
Declaración de Originalidad	iii
Declaración de derechos de autor	iv
Dedicatoria	v
Agradecimientos	vi
Resumen.....	vii
Abstract	viii
Tabla de contenido	ix
Índice de tablas	x
Índice de figuras.....	xi
Introducción	1
Objetivos	4
Metodología	5
Materiales.....	30
Resultados	31
Discusión.....	56
Conclusiones	60

Referencias..... 63

Anexos 67

Índice de tablas

Tabla 1	<i>Valores para factor Z</i>	9
Tabla 2	<i>Características de suelos tipo E según la NEC</i>	10
Tabla 3	<i>Valores para factor I</i>	10
Tabla 4	<i>Valores para factor Fa</i>	11
Tabla 5	<i>Valores para factor Fd</i>	11
Tabla 6	<i>Valores para factor Fs</i>	12
Tabla 7	<i>Valores para factor R</i>	13
Tabla 8	<i>Geometría de perfiles con SMF</i>	15
Tabla 9	<i>Geometría de perfiles con IMF</i>	16
Tabla 10	<i>Relación ancho-grosor para perfiles de estructuras de 10 pisos con SMF</i>	17
Tabla 11	<i>Relación ancho-grosor para perfiles de estructuras de 4 pisos con SMF</i>	18
Tabla 12	<i>Relación ancho-grosor para perfiles de estructuras de 2 pisos con SMF</i>	19
Tabla 13	<i>Relación ancho-grosor para perfiles de estructuras de 10 pisos con IMF</i>	19
Tabla 14	<i>Relación ancho-grosor para perfiles de estructuras de 4 pisos con IMF</i>	21
Tabla 15	<i>Relación ancho-grosor para perfiles de estructuras de 2 pisos con IMF</i>	21
Tabla 16	<i>Cumplimiento de demanda-capacidad para estructuras de 2 pisos SMF</i>	33
Tabla 17	<i>Cumplimiento de demanda – capacidad para estructuras de 2 pisos IMF</i>	33
Tabla 18	<i>Cumplimiento de demanda – capacidad para estructuras de 4 pisos SMF</i>	34
Tabla 19	<i>Cumplimiento de demanda – capacidad para estructuras de 4 pisos IMF</i>	34
Tabla 20	<i>Cumplimiento de demanda – capacidad para estructuras de 10 pisos SMF</i>	35
Tabla 21	<i>Cumplimiento de demanda – capacidad para estructuras de 10 pisos IMF</i>	36
Tabla 22	<i>Cumplimiento de derivas para estructuras de 2 pisos SMF</i>	40

Tabla 23	<i>Cumplimiento de derivas para estructuras de 2 pisos IMF</i>	41
Tabla 24	<i>Cumplimiento de derivas para edificios de 4 pisos SMF</i>	42
Tabla 25	<i>Cumplimiento de derivas para estructuras de 4 pisos IMF</i>	43
Tabla 26	<i>Cumplimiento de derivas para edificios de 10 pisos SMF</i>	44
Tabla 27	<i>Cumplimiento de derivas para edificios de 10 pisos IMF</i>	44
Tabla 28	<i>Relación columna fuerte – viga débil para estructura de 2 pisos</i>	45
Tabla 29	<i>Relación columna fuerte – viga débil para estructura de 4 pisos</i>	46
Tabla 30	<i>Relación columna fuerte – viga débil para estructura de 10 pisos</i>	46
Tabla 31	<i>Presupuesto final para estructura SMF de 10 pisos</i>	47
Tabla 32	<i>Presupuesto final para estructura IMF de 10 pisos</i>	48
Tabla 33	<i>Presupuesto final para estructura SMF de 4 pisos</i>	49
Tabla 34	<i>Presupuesto final para estructura IMF de 4 pisos</i>	50
Tabla 35	<i>Presupuesto final para estructura SMF de 2 pisos</i>	51
Tabla 36	<i>Presupuesto final para estructura IMF de 2 pisos</i>	52

Índice de figuras

Figura 1 <i>Vista en Planta de Todos los Niveles de los 6 Edificios.</i>	7
Figura 2 <i>Zonificación sísmica de la NEC-15.</i>	9
Figura 3 <i>Perfiles para estructuras con SMF.</i>	14
Figura 4 <i>Perfiles para estructuras con IMF.</i>	15
Figura 5 <i>Conexión viga – columna.</i>	24
Figura 6 <i>Conexión precalificada de sección de viga reducida.</i>	25
Figura 7 <i>Empalme soldado con penetración completa de columnas metálicas.</i>	26
Figura 8 <i>Relación demanda – capacidad para elementos de estructuras SMF.</i>	31
Figura 9 <i>Relación demanda – capacidad para elementos de estructuras IMF.</i>	32
Figura 10 <i>Máxima relación demanda - capacidad en estructuras de 10 pisos para columnas.</i>	37
Figura 11 <i>Máxima relación demanda - capacidad en estructuras de 4 pisos para columnas.</i>	38
Figura 12 <i>Máxima relación demanda - capacidad en estructuras de 2 pisos para columnas.</i>	38
Figura 13 <i>Máxima relación demanda - capacidad en estructuras de 10 pisos para vigas.</i>	39
Figura 14 <i>Máxima relación demanda - capacidad en estructuras de 4 pisos para vigas.</i>	39
Figura 15 <i>Máxima relación demanda - capacidad en estructuras de 2 pisos para vigas.</i>	40
Figura 16 <i>Comparativa de derivas entre ambos sistemas para estructuras de 2 pisos...</i>	42

Figura 17	<i>Comparativa de derivas entre ambos sistemas para estructuras de 4 pisos...</i>	43
Figura 18	<i>Gráfica comparativa de derivas entre ambos sistemas para edificios de 10 pisos.</i>	45
Figura 19	<i>Comparación de presupuestos por actividades para estructuras de 10 pisos.</i>	53
Figura 20	<i>Comparación de presupuestos por actividades para estructuras de 4 pisos. .</i>	54
Figura 21	<i>Comparación de presupuestos por actividades para estructuras de 2 pisos. .</i>	54
Figura 22	<i>Comparación general de ambos sistemas de pórticos.</i>	55

Introducción

Según Crisafulli (2018), los sismos son fenómenos de baja ocurrencia, cuyas consecuencias llegan a ser fulminantes en cuanto a destrucción y pérdidas (p. 38). La ubicación geográfica del Ecuador es desfavorable sísmicamente hablando, al estar ubicado sobre tres placas tectónicas, estando dentro del cinturón de fuego, aparte de contar con suelos poco aptos para la construcción en la mayoría de su terreno.

Cuando se busca seguridad sísmica, tomando en cuenta la ubicación y la calidad de suelo del país, los pórticos a momento son uno de los sistemas más favorables para la construcción. A parte, la construcción con acero, por su ductilidad y capacidad resistente, es el material más conveniente. Crisafulli (2018), afirma que la ductilidad representa la capacidad de un material para sufrir deformaciones plásticas sin reducir su resistencia (p. 17).

El futuro basado en sostenibilidad, eficiencia y eficacia obliga a las empresas constructoras a tomar alternativas, la construcción de estructuras netamente de hormigón está quedando obsoleta ante los cambios que se requieren. Indica Gervasio (2014), que es sustentable el uso del acero en construcción, pues es un material que puede ser reutilizado de distintas maneras, por ejemplo, desmantelando construcciones de acero y emplear el material en otras obras.

Tomando en cuenta todos los beneficios que trae la construcción con acero en el país, se ve viable hacer investigaciones, comparaciones y desarrollar a partir de esto, nuevas tecnologías y conceptos para hacer del diseño y construcción con acero algo cada vez más accesible y eficaz.

La Norma Ecuatoriana de la construcción (NEC) cuenta con un apartado llamado Peligro Sísmico – Diseño Sismo Resistente, que trata parámetros y consideraciones para el diseño sismorresistente de estructuras.

AISC (2022), afirma que específicamente de estructuras de acero, el punto más crítico, son las conexiones entre miembros estructurales. Es de hecho, la razón más común por la que fallan las estructuras de acero. Por esta razón los diferentes tipos de sistemas de pórticos resistentes a momento, hechos de acero, hacen bastante énfasis en las especificaciones de las conexiones.

Las estructuras diseñadas con resistencia a momento son usadas ampliamente para las cargas laterales, como las de los sismos. La norma americana de la construcción en acero (AISC), tiene requerimientos para las conexiones para estructuras sismorresistentes de acero, habiendo numerosos tipos de conexiones aplicables a los pórticos especiales e intermedios resistentes a momento.

En Ecuador se han realizado ciertos trabajos y estudios donde se analizan y comparan de forma técnica diferentes sistemas estructurales.

Un trabajo de titulación realizado en mayo del 2017, por Pablo Andrés Baquerizo Sánchez, compara económica y técnicamente edificios diseñados con pórticos intermedios a momento de acero y de hormigón, concluyendo que las construcciones con acero estructural presentan ciertas ventajas en ciertos rubros, y más que nada en el peso de la estructuras y tiempos de ejecución.

Otro estudio, realizado en abril del 2023, por Andrés Rafael Abril Camino, Daniel Eduardo Abril Camino, Clara Estefanía Cadena Naranjo y Ruth Lorena Pérez Maldonado para

una revista científica, compara pórticos especiales a momento de hormigón armado y acero estructural, donde se presencié una diferencia notable en los presupuestos generales de cada estructura, siendo las estructuras de hormigón las más económicas.

Bajo todo el contexto proporcionado anteriormente, y considerando que la NEC-15 sólo permite el uso de pórticos especiales a momento (SMF) y no de pórticos intermedios a momento (IMF), pero bajo el supuesto de que los pórticos IMF tienen un buen desempeño, se busca aportar al criterio general con respecto al diseño de estructuras metálicas haciendo énfasis en la optimización de recursos y tiempo, y la construcción de sistemas estructurales resistentes, seguros, estéticos y amigables con el medio ambiente.

Objetivos

Objetivo general

Comparar técnica y económicamente edificios de acero diseñados con sistemas de pórticos especiales a momento (SMF) y pórticos intermedios a momento (IMF).

Objetivos específicos

- Establecer parámetros de diseño para ambos sistemas estructurales.
- Diseñar ambos sistemas estructurales en base a AISC 360-22, 358-22, 341-22.
- Calcular los costos de construcción de ambos sistemas estructurales diseñados.
- Hacer un análisis comparativo de carácter técnico y económico.
- Determinar ventajas y desventajas de ambos sistemas estructurales.

Metodología

Esta investigación se basó en la aplicación científica al hacer una evaluación de variables y comparar los dos sistemas, a parte, es de carácter descriptivo al tener como objetivo hacer una comparación de un fenómeno.

Según los datos empleados es de carácter cuantitativo al hacer uso de estadísticas y cuadros con valores numéricos.

Según la manipulación de variables es una investigación no experimental, al no alterar las variables ni resultados, y sacar conclusiones con los datos obtenidos.

La investigación es de tipo inductiva al generar conclusiones con la recopilación de datos.

Parámetros de diseño

Como primer paso se definieron parámetros de diseño a tomar en cuenta antes de empezar a diseñar la estructura en sí, como el uso, el cuál en las 6 estructuras es de carácter residencial, la ubicación es en la ciudad de Portoviejo, Manabí y el número de pisos varía.

Para la ciudad de Portoviejo, se consideró un suelo tipo E, y se definió el uso de perfiles tipo I para las vigas y perfiles tipo H para todas las columnas, todos los elementos de la estructura son de acero A572 Gr. 50. Todos los elementos serán armados a partir de placas, debido a que en Ecuador es bastante común el armado de elementos estructurales con placas planas soldadas entre sí, puesto que perfiles como los IPE, IPN y HEB, entre otros, son importados y eso encarece la obra, además, se tiene la libertad de probar dimensiones diferentes para cumplir las solicitudes usando la menor cantidad de material posible.

Se definió una carga viva de 2 KN/m^2 basado en la NEC-15 para edificios de uso residencial, aparte del cálculo manual de la carga muerta, donde se considera el peso de:

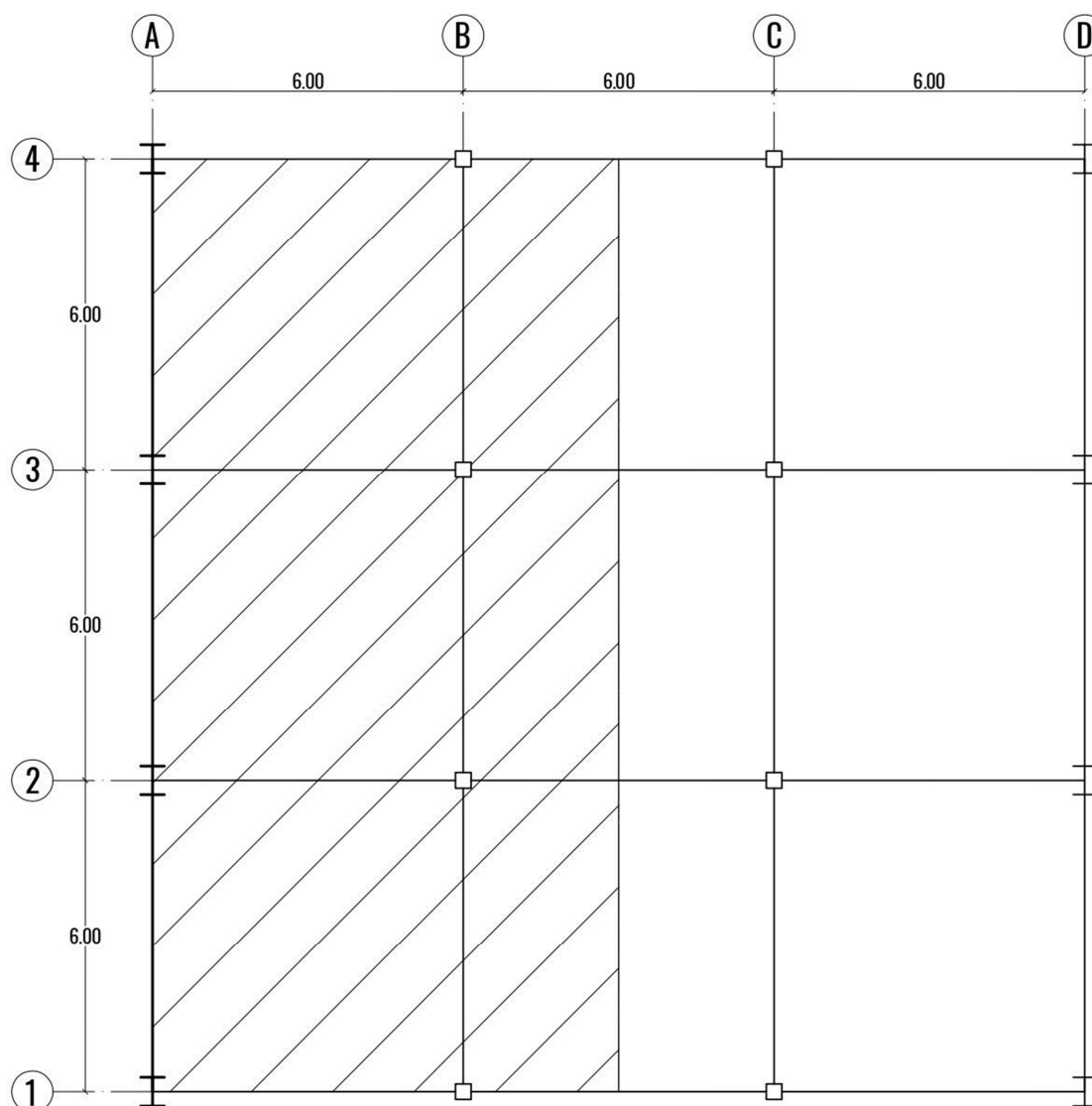
- Instalaciones. (0.3 KN/m²)
- Recubrimiento de piso. (0.2 KN/m²)
- Enlucido y masillado. (0.22 KN/m²)
- Paredes de bloque aligerado. (1.8 KN/m²)
- Peso de losa deck con 8 centímetros de hormigón de 21MPa sobre la cresta de la losa. (2.4 KN/m²)

Para el prediseño de los elementos, se realizó una planilla en la cual para las vigas se asumió una relación de peralte – ancho igual a 2.5, basado en dimensiones comúnmente utilizadas en otros proyectos. Se probaron diferentes espesores del alma y a las alas de la viga, teniendo en cuenta el requerimiento de la relación ancho - espesor de la tabla D1.1a del AISC 341-22, para miembros altamente dúctiles al diseñar pórticos especiales, y el requerimiento para miembros moderadamente dúctiles al diseñar pórticos intermedios, con el objetivo de cumplir solicitaciones no sísmicas básicas como la resistencia a flexión y a corte, con la mínima cantidad de acero. Para las columnas tipo H, se calcularon las cargas de compresión que recibirían de manera acumulada según el piso que se analice, y su resistencia a la compresión definiendo medidas iniciales de 30 centímetros tanto de ancho como de largo, así mismo considerando los requisitos de relación ancho - espesor según el sistema de pórtico a diseñar.

La geometría del diseño está definida por la siguiente vista en planta, todos los pisos tienen una altura de 3,6 metros, y con la misma geometría. Se diseñará una estructura de 2, 4 y 10 pisos para cada sistema de pórticos a momento que se analizará en la investigación.

Figura 1

Vista en Planta de Todos los Niveles de los 6 Edificios.



Nota. Elaboración del autor.

Se hizo uso del software SAP2000 para el modelado en dos dimensiones de las 6 estructuras en total. Los edificios son estructuras en tres dimensiones, pero por objetivos prácticos, al tener la misma geometría en dirección X y Y, se analizan en dos dimensiones.

Para analizar estos edificios de tres dimensiones en una configuración de dos dimensiones, se creó en el software, un caso de carga llamado “Carga muerta de piso”, la cual utiliza un factor multiplicador en su fuente de masa, que en este caso es 3.

Al ser los pórticos perimetrales los que soportan cargas laterales sísmicas, y en la dirección que se analiza, los hay dos, el peso sísmico se consideró hasta la mitad de la estructura, teniendo cada pórtico perimetral en sí, una mitad del peso sísmico de cada piso, tal como se muestra en la Figura 1.

El pórtico que se estudió en todos los casos es el A, teniendo un área tributaria asignada para el análisis sísmico de 18 metros de largo y 9 metros de ancho, la cual se muestra delimitada en la Figura 1.

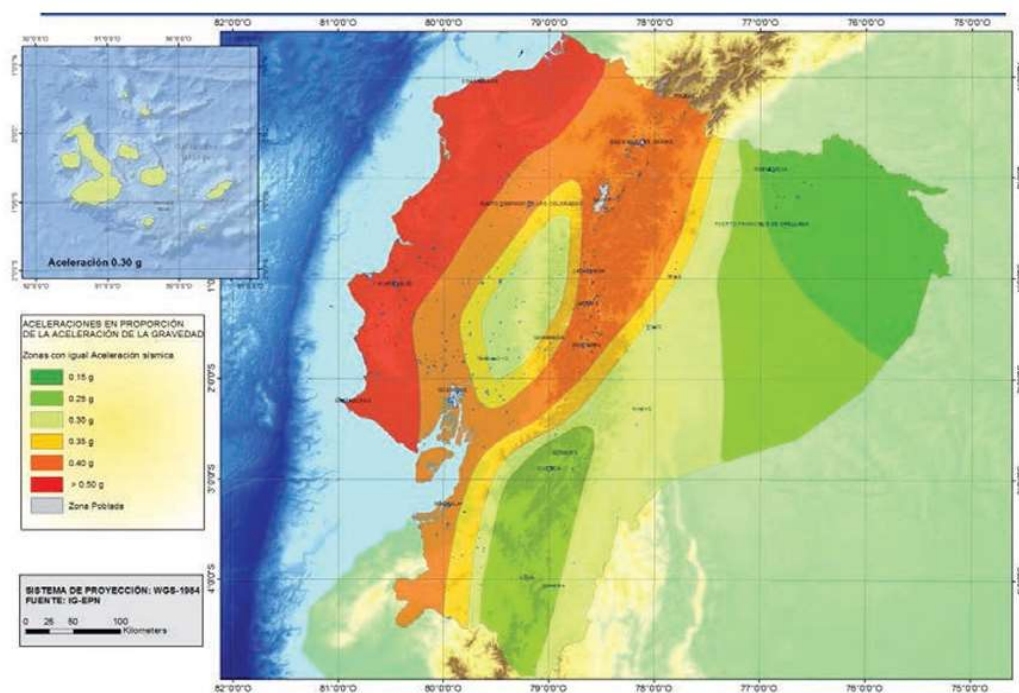
Para el análisis sísmico, tal como rige la NEC, se usaron los métodos de las fuerzas laterales equivalentes, y el modal espectral en una sola dirección.

El espectro de diseño usado fue el de la NEC, definiendo según la ubicación de Portoviejo en el mapa de zonificación sísmica, un factor $Z > 0,5$, un valor de $\eta = 1,80$ al ser la provincia costera de Manabí, un factor de importancia $I = 1$ al ser un edificio de viviendas, aparte de una clasificación de suelo tipo E, siendo esta la predominante en el valle de la ciudad.

A continuación, se justifican los valores usados como parámetros de diseño, basado en las disposiciones de la NEC-15:

Figura 2

Zonificación sísmica de la NEC-15.



Nota. Tomado de *Peligro Sísmico - Diseño Sismo Resistente* (p. 27), 2014, Norma Ecuatoriana De La Construcción.

Tabla 1

Valores para factor Z.

Zona sísmica	I	II	III	IV	V	VI
Valor factor Z	0,15	0,25	0,3	0,35	0,4	≥0,50
Caracterización del peligro sísmico	Intermedia	Alta	Alta	Alta	Alta	Muy Alta

Nota. Adaptado de *Peligro Sísmico - Diseño Sismo Resistente* (p. 28), 2014, Norma Ecuatoriana De La Construcción.

Tabla 2

Características de suelos tipo E según la NEC.

Suelo	Perfil que cumple el criterio de velocidad de la onda de cortante, o	$V_s < 180 \text{ m/s}$
tipo E	Perfil que contiene un espesor total H mayor de 3m de arcillas blandas.	$IP > 20$ $w \geq 40\%$ $S_u < 50 \text{ kPa}$

Nota. Adaptado de *Peligro Sísmico - Diseño Sismo Resistente* (p. 30), 2014, Norma Ecuatoriana De La Construcción.

Tabla 3

Valores para factor I.

Categoría	Tipo de uso, destino e importancia	Coefficiente I
Edificaciones esenciales	Hospitales, clínicas, Centros de salud o de emergencia sanitaria. Instalaciones militares, de policía, bomberos, defensa civil. Garajes o estacionamientos para vehículos y aviones que atienden emergencias, entre otros.	1,5
Estructuras de ocupación especial	Museos, iglesias, escuelas y centros de educación o deportivos que albergan más de trescientas personas. Todas las estructuras que albergan más de cinco mil personas. Edificios públicos que requieren operar continuamente.	1,2
Otras estructuras	Todas las estructuras de edificación y otras que no se clasifican dentro de las categorías anteriores.	1,0

Nota. Adaptado de *Peligro Sísmico - Diseño Sismo Resistente* (p. 39), 2014, Norma Ecuatoriana De La Construcción.

Los valores de F_a , F_s , F_d se obtuvieron teniendo la clasificación del suelo y la clasificación en la zonificación sísmica.

Tabla 4

Valores para factor F_a .

Tipo de perfil del subsuelo	Zona sísmica y factor Z					
	I	II	III	IV	V	VI
	0,15	0,25	0,3	0,35	0,4	$\geq 0,50$
A	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9
B	1	1	1	1	1	1
C	1,4	1,3	1,25	1,23	1,2	1,18
D	1,6	1,4	1,3	1,25	1,2	1,12
E	1,8	1,4	1,25	1,1	1	0,85

Nota. Adaptado de *Peligro Sísmico - Diseño Sismo Resistente* (p. 31), 2014, Norma Ecuatoriana De La Construcción.

Tabla 5

Valores para factor F_d .

Tipo de perfil del subsuelo	Zona sísmica y factor Z					
	I	II	III	IV	V	VI
	0,15	0,25	0,3	0,35	0,4	$\geq 0,50$
A	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9
B	1	1	1	1	1	1
C	1,36	1,28	1,19	1,15	1,11	1,06
D	1,62	1,45	1,36	1,28	1,19	1,11
E	2,1	1,75	1,7	1,65	1,6	1,5

Nota. Adaptado de *Peligro Sísmico - Diseño Sismo Resistente* (p. 31), 2014, Norma Ecuatoriana De La Construcción.

Tabla 6

Valores para factor F_s .

Tipo de perfil del subsuelo	Zona sísmica y factor Z					
	I	II	III	IV	V	VI
	0,15	0,25	0,3	0,35	0,4	$\geq 0,50$
A	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75
B	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75	0,75
C	0,85	0,94	1,02	1,06	1,11	1,23
D	1,02	1,06	1,11	1,19	1,28	1,4
E	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2

Nota. Adaptado de *Peligro Sísmico - Diseño Sismo Resistente* (p. 32), 2014, Norma Ecuatoriana De La Construcción.

Los valores de R varían según el sistema estructural, teniendo para pórticos especiales a momento de acero $R=8$, sin embargo, la NEC no provee un valor de R para pórticos intermedios, por lo tanto, se usa el valor que provee el ASCE 7-22, igual a $R=5$.

Valores de coeficientes de irregularidades mantienen un valor igual a 1, ya que ninguna de las 6 estructuras presenta irregularidades geométricas.

Después de introducir todos los datos necesarios para que el software realice los análisis sísmicos, se dio paso a la verificación de requisitos globales de las estructuras, tales como derivas de piso, índices de estabilidad, con la ayuda de una base de datos en Excel para verificar fácilmente que los valores de cada requisito estén dentro de lo permitido.

Una vez hechas las pruebas con los diferentes métodos de análisis sísmico, se definieron los parámetros de diseño y combinaciones de carga regidos por la NEC en el software y se verificaron las relaciones demanda capacidad de todos los elementos.

Tabla 7

Valores para factor R.

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

Nota. Adaptado de *Peligro Sísmico - Diseño Sismo Resistente* (p. 65), 2014, Norma Ecuatoriana

De La Construcción.

Diseño de estructuras

Para el cumplimiento de todos los requisitos de capacidad de la estructura, se propusieron las siguientes dimensiones para los elementos de los perfiles y las siguientes configuraciones estructurales:

Figura 3

Perfiles para estructuras con SMF.

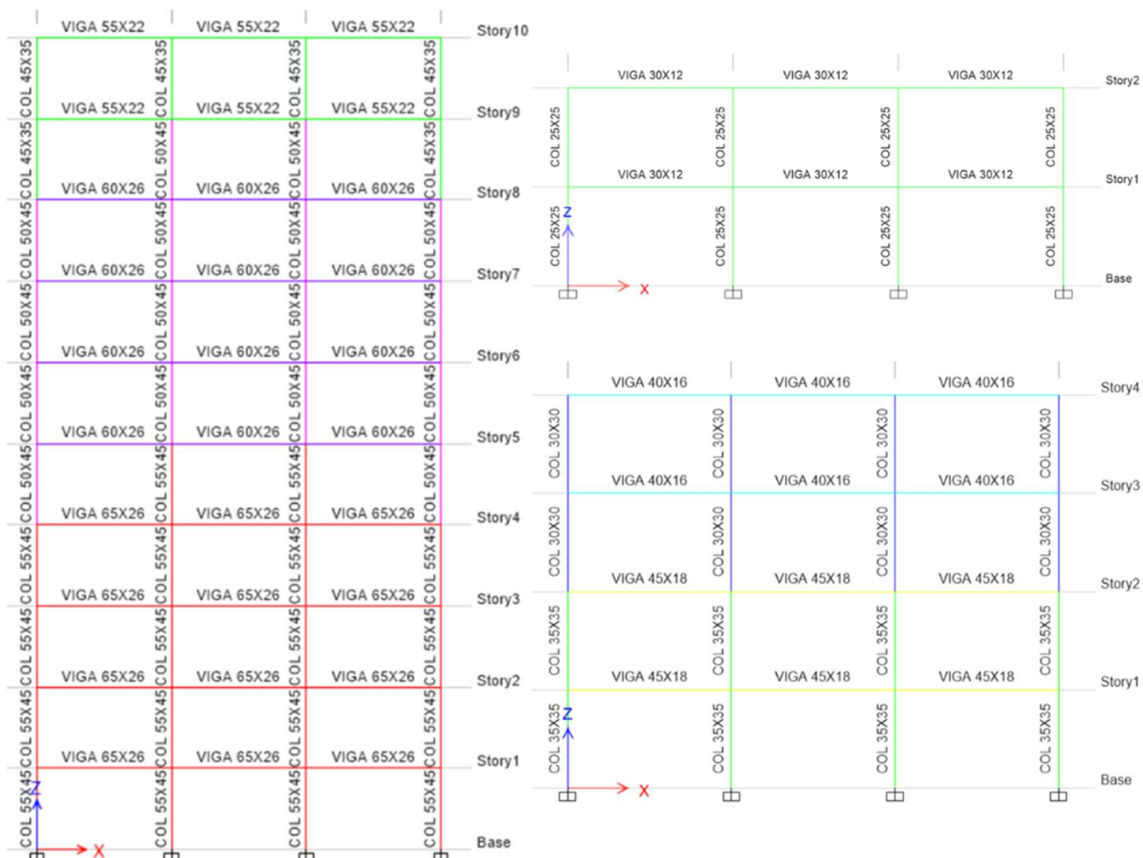


Figura 4

Perfiles para estructuras con IMF.

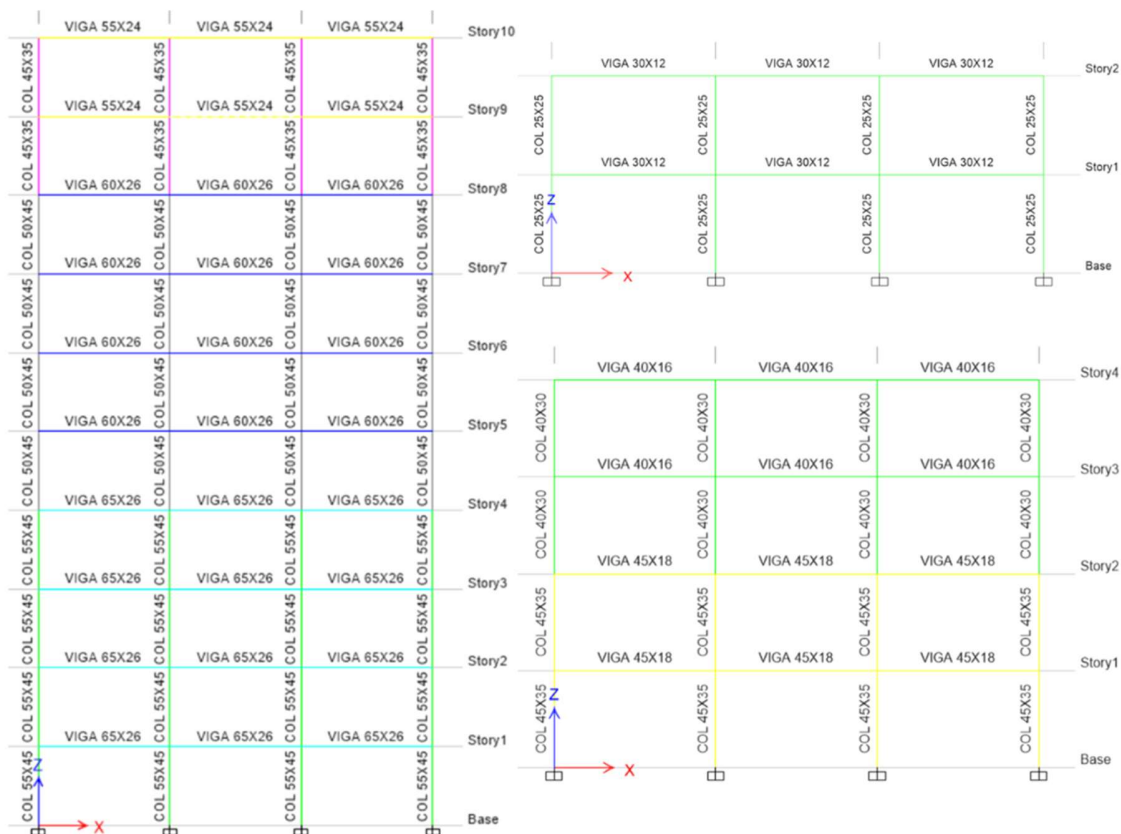


Tabla 8

Geometría de perfiles con SMF.

Dimensión	d [mm]	bf [mm]	tw [mm]	tf [mm]
SMF, 10 PISOS				
VIGA 65X26	650	260	16	20
VIGA 60X26	600	260	15	19
VIGA 55X22	550	220	10	16
COL 55X45	550	450	24	33
COL 50X45	500	450	24	33
COL 45X35	450	350	24	29

Dimensión	d [mm]	bf [mm]	tw [mm]	tf [mm]
SMF, 4 PISOS				
VIGA 45X18	450	180	8	14
VIGA 40X16	400	160	8	12
COL 35X35	350	350	12	25
COL 30X30	300	300	12	22
SMF, 2 PISOS				
VIGA 30X12	300	120	5	9
COL 25X25	250	250	6	18

Nota. Elaboración del autor.

Tabla 9

Geometría de perfiles con IMF.

Dimensión	d [mm]	bf [mm]	tw [mm]	tf [mm]
IMF, 10 PISOS				
VIGA 65X26	650	260	20	21
VIGA 60X26	600	260	19	19
VIGA 55X22	550	220	16	16
COL 55X45	550	450	20	29
COL 50X45	500	450	20	27
COL 45X35	450	350	20	24
IMF, 4 PISOS				
VIGA 45X18	450	180	7	11
VIGA 40X16	400	160	8	11
COL 45X35	450	350	12	20
COL 40X30	400	300	11	17
SMF, 2 PISOS				
VIGA 30X12	300	120	5	9
COL 25X25	250	250	6	15

Nota. Elaboración del autor.

Donde también se cumplen las relaciones de ancho-grosor para los elementos de alta o mediana ductilidad según la AISC 341-22, donde para el cálculo de C_a , el valor de P_r es la carga axial más alta que recibe cualquiera de los elementos con la misma geometría en la estructura, utilizando la combinación de cargas para LRFD que más altas cargas axiales produzca.

Tabla 10

Relación ancho-grosor para perfiles de estructuras de 10 pisos con SMF.

DIMENSIÓN	MEDIDA	RELACIÓN	LÍMITE	CONDICIÓN
COL 55X45				
h [mm]	550,00	Relación ancho-grosor de alma	20,17	CUMPLE
b _f [mm]	450,00	Límite para alta ductilidad	44,04	
t _w [mm]	24,00	Relación ancho-grosor de alas	6,82	CUMPLE
t _f [mm]	33,00	Límite para alta ductilidad	7,01	
COL 50X45				
h [mm]	500,00	Relación ancho-grosor de alma	18,08	CUMPLE
b _f [mm]	450,00	Límite para alta ductilidad	50,76	
t _w [mm]	24,00	Relación ancho-grosor de alas	6,82	CUMPLE
t _f [mm]	33,00	Límite para alta ductilidad	7,01	
COL 45X35				
h [mm]	450,00	Relación ancho-grosor de alma	17,04	CUMPLE
b _f [mm]	350,00	Límite para alta ductilidad	56,43	
t _w [mm]	23,00	Relación ancho-grosor de alas	6,03	CUMPLE
t _f [mm]	29,00	Límite para alta ductilidad	7,01	
VIGA 65X26				
h [mm]	650,00	Relación ancho-grosor de alma	38,13	CUMPLE
b _f [mm]	260,00	Límite para alta ductilidad	58,24	
t _w [mm]	16,00	Relación ancho-grosor de alas	6,50	CUMPLE
t _f [mm]	20,00	Límite para alta ductilidad	7,01	
VIGA 60X26				

DIMENSIÓN	MEDIDA	RELACIÓN	LÍMITE	CONDICIÓN
h [mm]	600,00	Relación ancho-grosor de alma	37,47	CUMPLE
b _f [mm]	260,00	Límite para alta ductilidad	58,18	
t _w [mm]	15,00	Relación ancho-grosor de alas	6,84	CUMPLE
t _f [mm]	19,00	Límite para alta ductilidad	7,01	
VIGA 55X22				
h [mm]	550,00	Relación ancho-grosor de alma	51,80	CUMPLE
b _f [mm]	220,00	Límite para alta ductilidad	57,58	
t _w [mm]	10,00	Relación ancho-grosor de alas	6,88	CUMPLE
t _f [mm]	16,00	Límite para alta ductilidad	7,01	

Nota. Elaboración del autor.

Tabla 11

Relación ancho-grosor para perfiles de estructuras de 4 pisos con SMF.

DIMENSIÓN	MEDIDA	RELACIÓN	LÍMITE	CONDICIÓN
COL 35X35				
h [mm]	350,00	Relación ancho-grosor de alma	25,00	CUMPLE
b _f [mm]	350,00	Límite para alta ductilidad	49,92	
t _w [mm]	12,00	Relación ancho-grosor de alas	7,00	CUMPLE
t _f [mm]	25,00	Límite para alta ductilidad	7,01	
COL 30X30				
h [mm]	300,00	Relación ancho-grosor de alma	21,33	CUMPLE
b _f [mm]	300,00	Límite para alta ductilidad	53,60	
t _w [mm]	12,00	Relación ancho-grosor de alas	6,82	CUMPLE
t _f [mm]	22,00	Límite para alta ductilidad	7,01	
VIGA 45X18				
h [mm]	450,00	Relación ancho-grosor de alma	52,75	CUMPLE
b _f [mm]	180,00	Límite para alta ductilidad	58,15	
t _w [mm]	8,00	Relación ancho-grosor de alas	6,43	CUMPLE

DIMENSIÓN	MEDIDA	RELACIÓN	LÍMITE	CONDICIÓN
t_f [mm]	14,00	Límite para alta ductilidad	7,01	
VIGA 40X16				
h [mm]	400,00	Relación ancho-grosor de alma	47,00	CUMPLE
b_f [mm]	160,00	Límite para alta ductilidad	57,44	
t_w [mm]	8,00	Relación ancho-grosor de alas	6,67	CUMPLE
t_f [mm]	12,00	Límite para alta ductilidad	7,01	

Nota. Elaboración del autor.

Tabla 12

Relación ancho-grosor para perfiles de estructuras de 2 pisos con SMF.

DIMENSIÓN	MEDIDA	RELACIÓN	LÍMITE	CONDICIÓN
COL 25X25				
h [mm]	250,00	Relación ancho-grosor de alma	35,67	CUMPLE
b_f [mm]	250,00	Límite para alta ductilidad	51,17	
t_w [mm]	6,00	Relación ancho-grosor de alas	6,94	CUMPLE
t_f [mm]	18,00	Límite para alta ductilidad	7,01	
COL 30X12				
h [mm]	300,00	Relación ancho-grosor de alma	56,40	CUMPLE
b_f [mm]	120,00	Límite para alta ductilidad	56,64	
t_w [mm]	5,00	Relación ancho-grosor de alas	6,67	CUMPLE
t_f [mm]	9,00	Límite para alta ductilidad	7,01	

Nota. Elaboración del autor.

Tabla 13

Relación ancho-grosor para perfiles de estructuras de 10 pisos con IMF.

DIMENSIÓN	MEDIDA	RELACIÓN	LÍMITE	CONDICIÓN
COL 55X45				
h [mm]	550,00	Relación ancho-grosor de alma	24,80	CUMPLE

DIMENSIÓN	MEDIDA	RELACIÓN	LÍMITE	CONDICIÓN
b _f [mm]	450,00	Límite para media ductilidad	81,55	
t _w [mm]	20,00	Relación ancho-grosor de alas	8,33	CUMPLE
t _f [mm]	27,00	Límite para media ductilidad	8,87	
COL 50X45				
h [mm]	500,00	Relación ancho-grosor de alma	23,58	CUMPLE
b _f [mm]	450,00	Límite para media ductilidad	101,87	
t _w [mm]	19,00	Relación ancho-grosor de alas	8,65	CUMPLE
t _f [mm]	26,00	Límite para media ductilidad	8,87	
COL 45X35				
h [mm]	450,00	Relación ancho-grosor de alma	22,78	CUMPLE
b _f [mm]	350,00	Límite para media ductilidad	118,60	
t _w [mm]	18,00	Relación ancho-grosor de alas	8,75	CUMPLE
t _f [mm]	20,00	Límite para media ductilidad	8,87	
VIGA 65X26				
h [mm]	650,00	Relación ancho-grosor de alma	30,40	CUMPLE
b _f [mm]	260,00	Límite para media ductilidad	125,73	
t _w [mm]	20,00	Relación ancho-grosor de alas	6,19	CUMPLE
t _f [mm]	21,00	Límite para media ductilidad	8,87	
VIGA 60X26				
h [mm]	600,00	Relación ancho-grosor de alma	29,58	CUMPLE
b _f [mm]	260,00	Límite para media ductilidad	125,53	
t _w [mm]	19,00	Relación ancho-grosor de alas	6,32	CUMPLE
t _f [mm]	19,00	Límite para media ductilidad	8,87	
VIGA 55X22				
h [mm]	550,00	Relación ancho-grosor de alma	32,38	CUMPLE
b _f [mm]	220,00	Límite para media ductilidad	125,14	
t _w [mm]	16,00	Relación ancho-grosor de alas	6,88	CUMPLE
t _f [mm]	16,00	Límite para media ductilidad	8,87	

Nota. Elaboración del autor.

Tabla 14

Relación ancho-grosor para perfiles de estructuras de 4 pisos con IMF.

DIMENSIÓN	MEDIDA	RELACIÓN	LÍMITE	CONDICIÓN
COL 45X35				
h [mm]	450,00	Relación ancho-grosor de alma	34,17	CUMPLE
b _f [mm]	350,00	Límite para media ductilidad	105,71	
t _w [mm]	12,00	Relación ancho-grosor de alas	8,75	CUMPLE
t _f [mm]	20,00	Límite para media ductilidad	8,87	
COL 40X30				
h [mm]	400,00	Relación ancho-grosor de alma	33,27	CUMPLE
b _f [mm]	300,00	Límite para media ductilidad	114,47	
t _w [mm]	11,00	Relación ancho-grosor de alas	8,82	CUMPLE
t _f [mm]	17,00	Límite para media ductilidad	8,87	
VIGA 45X18				
h [mm]	450,00	Relación ancho-grosor de alma	71,33	CUMPLE
b _f [mm]	180,00	Límite para media ductilidad	125,66	
t _w [mm]	6,00	Relación ancho-grosor de alas	8,18	CUMPLE
t _f [mm]	11,00	Límite para media ductilidad	8,87	
VIGA 40X16				
h [mm]	400,00	Relación ancho-grosor de alma	47,25	CUMPLE
b _f [mm]	160,00	Límite para media ductilidad	123,05	
t _w [mm]	8,00	Relación ancho-grosor de alas	7,27	CUMPLE
t _f [mm]	11,00	Límite para media ductilidad	8,87	

Nota. Elaboración del autor.

Tabla 15

Relación ancho-grosor para perfiles de estructuras de 2 pisos con IMF.

DIMENSIÓN	MEDIDA	RELACIÓN	LÍMITE	CONDICIÓN
COL 25X25				
h [mm]	250,00	Relación ancho-grosor de alma	36,67	CUMPLE
b _f [mm]	250,00	Límite para media ductilidad	107,94	
t _w [mm]	6,00	Relación ancho-grosor de alas	8,33	CUMPLE
t _f [mm]	15,00	Límite para media ductilidad	8,87	
COL 30X12				
h [mm]	300,00	Relación ancho-grosor de alma	56,40	CUMPLE
b _f [mm]	120,00	Límite para media ductilidad	122,31	
t _w [mm]	5,00	Relación ancho-grosor de alas	6,67	CUMPLE
t _f [mm]	9,00	Límite para media ductilidad	8,87	

Nota. Elaboración del autor.

Diseño de conexiones

Una vez definidos los perfiles de las vigas y columnas, con la ayuda de una hoja de cálculo en Excel generada a partir de la Guía de Diseño #1 del AISC (Fisher & Kloiber, 2006), se realizó el diseño de las placas base de las 6 estructuras, analizando las placas base para una columna inferior y una columna exterior, puesto que los valores de fuerza axial, cortante y momento flector cambian según la ubicación de la columna, específicamente en los pórticos de edificios de 10 pisos, los valores de fuerzas cortantes y momentos flectores aumentan en las columnas interiores del pórtico, mientras que el valor de carga axial se reduce.

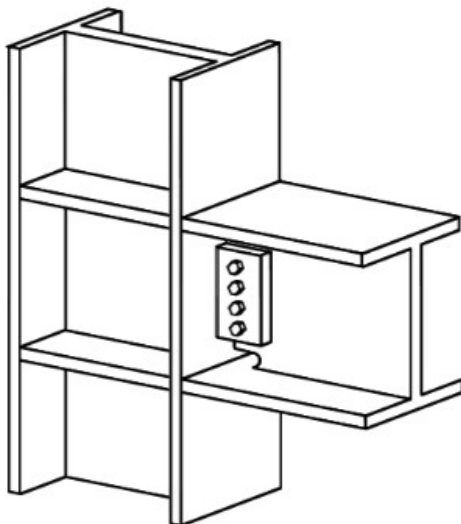
Las cargas para el diseño fueron determinadas con la ayuda del software Etabs, usando el factor de sobrerresistencia sísmica con un valor igual a 3, para ambos sistemas, tal como indica ASCE 7-22. Cabe recalcar que los pernos de anclaje no cumplen con los estados límite relacionados a la interacción con el concreto, puesto que esa resistencia sería proveída por el acero de refuerzo en el pedestal de hormigón.

El diseño del refuerzo de acero del pedestal de hormigón es ajeno al propósito de esta investigación, por lo tanto, se diseña únicamente el ancho y largo de la sección para cumplir con la resistencia a la compresión del pedestal. Debido a que ciertas especificaciones se encuentran en la norma ACI 318-19, la profundidad del pedestal se basa en proyectos diseñados anteriormente, y la longitud de los pernos se determina bajo el criterio de la guía de diseño de la AISC, que indica que la longitud mínima debe ser 17 veces el diámetro del perno, basándose en proyectos diseñados anteriormente. El acero de refuerzo es simplemente considerado como 80 Kgs por metro cúbico de hormigón en base a experiencia. Debido a las grandes solicitaciones de las placas base, especialmente en los edificios de 10 pisos, los espesores que requerían las placas eran exagerados, por lo que se optó por el uso de rigidizadores rectangulares soldados a las placas base y a las columnas, teniendo un espesor máximo tanto las placas como los rigidizadores de 12 milímetros.

El diseño de las placas de montaje para las vigas, fue un proceso realmente sencillo, donde las cargas se determinaron con ayuda del software Etabs, sin usar combinaciones de carga, simplemente con la carga muerta de los elementos estructurales, teniendo un rango de fuerza cortante de entre 5 KN para las vigas con secciones más grandes, a 2 KN para las vigas con secciones más pequeñas, por lo cual las características para placas de montaje son las mismas para todas las estructuras. El sistema de montaje consiste en una placa de 7 milímetros de espesor, con dos agujeros soldada a el ala de la columna para conectar con pernos A325 de media pulgada a el alma de la viga.

Figura 5

Conexión viga – columna.



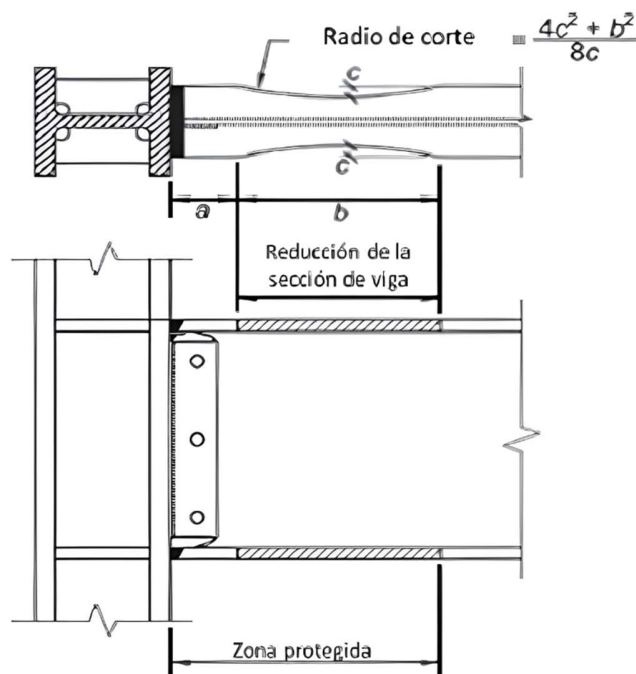
Nota. Tomado de *Comportamiento experimental de conexiones de marcos de acero ante demandas sísmicas* (p. 40), E. Tapia, A. Flores, H. Guerrero, M. Chávez, 2020, *Revista de Ingeniería Sísmica*, I(103).

Una vez empernada la viga a la placa, se realizan agujeros de acceso para realizar la soldadura de penetración completa de las alas de la viga a el ala de la columna.

A partir de esto, se consideró a la conexión precalificada de sección de viga reducida (RBS) para todas las conexiones en todas las estructuras. Tomando como guía de diseño lo que rige AISC 358-22, y las consideraciones de AISC341-22 para la zona panel y placas de continuidad.

Figura 6

Conexión precalificada de sección de viga reducida.



Nota. Adaptado de *Desarrollo y programación de conexiones sismorresistentes tipo BFP y RBS conforme a la normativa ANSI/AISC 358-16* (p. 57), por G. Pannillo, M. Chacón, H. Riera, 2018, *Revista Gaceta Técnica* 19(2).

Para el diseño de los empalmes de las columnas se consideraron en un principio, conexiones apernadas, traslapando las columnas con placas apernadas con el alma y las alas de ambas columnas a la vez.

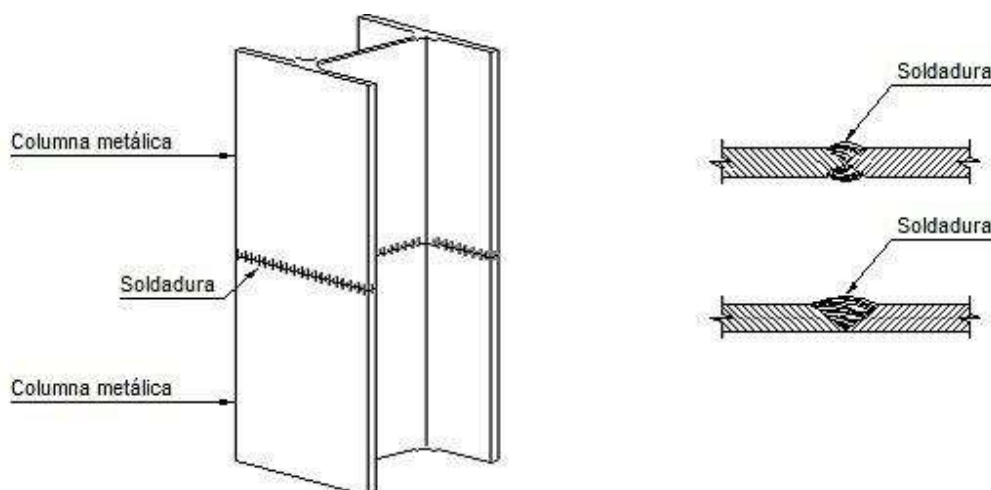
Sin embargo, la resistencia requerida para fuerza cortante y momento flector según AISC 341-22 para empalmes apernados con sistemas de pórticos intermedios y especiales resistentes a momento, es muy elevada, y esto causa que las dimensiones de las placas y la cantidad de pernos sea poco conveniente, por lo que se optó por empalmes completamente soldados con penetración completa para asegurar la resistencia de la conexión. En el caso de empalme con cambio de

sección en las columnas, se considera la colocación de una placa de bajo espesor entre ambas secciones.

No se consideran empalmes en vigas debido a que las distancias de eje a eje de los pórticos son de 6 metros, y restando las profundidades de las columnas, hay una distancia libre para las vigas menor a 6 metros, por lo tanto, la longitud en la que se fabrican los perfiles es suficiente para no usar empalmes de vigas.

Figura 7

Empalme soldado con penetración completa de columnas metálicas.



Nota. Adaptado de *Empalme a tope de columnas metálicas*, por CYPE Ingenieros, S.A., CYPE (<http://detallesconstructivos.mx.cype.com/EAG011.html>).

Generación de presupuestos

Para la comparación económica de ambos sistemas, se buscó profundizar hasta el nivel de presupuesto general, tomando en cuenta todas las actividades de pre – montaje y de montaje,

incluyendo mano de obra, transporte, material y maquinaria, y se definieron los rubros a comparar en los presupuestos.

Se cotizó con empresas fabricantes y distribuidoras del material necesario para la estructura, como los perfiles, planchas y pernos, con el objetivo de cotizar y obtener referencias de precios actualizados del mercado.

Las tarifas y sueldos para la maquinaria y mano de obra fueron tomados de la revista de la Cámara de la Industria de la Construcción del 2022, o contactando a servicios, por ejemplo, de grúas telescópicas.

Cada rubro es definido como una actividad en la construcción de la estructura, y cada rubro tiene un análisis de precios unitarios, los cuales no son mostrados en los resultados, ya que el objetivo es comparar los presupuestos finales de cada estructura.

Para la primera actividad, considerada simplemente como el precio del material de todas las columnas y vigas de la estructura, el valor se adquiere mediante el contacto y la cotización con una empresa fabricante de perfiles en diferentes calidades de acero, entre ellas, A572 Gr. 50, con medidas especiales, acorde al diseño de la estructura y acabado galvanizado.

La segunda actividad, es el transporte de los perfiles fabricados desde la ciudad de Durán hasta Portoviejo. Teniendo un precio referencial del transporte, y considerando una capacidad del vehículo transportador de 20 toneladas por viaje, se llegó a un precio de \$500 USD.

La descarga de los perfiles en el sitio de la obra es la tercera actividad, donde se considera el uso de un montacargas y mano de obra para el desembarque.

El método de montaje de la estructura, se definió considerando los factores del tiempo y seguridad, por ende, se busca realizar la mayor cantidad de trabajos posibles en suelo, es decir, evitar exposición a grandes alturas. Por lo tanto, la soldadura en empalmes de columnas con o sin cambio de sección se realiza en suelo, cada dos perfiles. Por ejemplo, en la estructura de 10 pisos, se requieren 6 empalmes de columna por cada eje vertical, por ende 7 perfiles de columna. En ese caso se haría la conexión en suelo de los perfiles 1 y 2, 3 y 4, 5 y 6, mientras el perfil 7 se montaría solo.

Para los empalmes de columnas sin cambio de sección, el montacargas colocaría el perfil alineado horizontalmente en ambas direcciones, a una distancia vertical por encima específica del último perfil instalado, separadas por objetos de bajo espesor, como, por ejemplo, un corte pequeño de una plancha, con el objetivo de soldar ciertos puntos de la columna superior con la inferior, para generar estabilidad y así seguir trabajando el resto de la soldadura en el perímetro de la sección.

Para el caso de los empalmes de columnas con cambio de sección se colocaría una placa de bajo espesor simplemente para montaje, donde los perfiles conectan a la placa con soldadura de penetración completa, la cual puede ser soldada en suelo, junto con los empalmes.

Otro proceso que se puede hacer en suelo, es la soldadura, corte y perforación de las placas de montaje en las columnas, para el montaje de las vigas posteriormente.

Ambas actividades nombradas anteriormente corresponden a la cuarta y quinta actividad dentro del cuadro de presupuesto.

La sexta actividad hace referencia al corte y soldadura de las placas de continuidad y placas de zona panel en las columnas. Esta es la actividad más costosa debido a la cantidad de soldadura y corte necesaria.

Como última actividad de pre – montaje, se considera a la fabricación de las placas base para las columnas, lo que incluye el corte de planchas, las perforaciones para los pernos, soldadura y corte de rigidizadores y colocación de placa en sitio.

La primera actividad de montaje es la instalación del pedestal y placa base, que conlleva el armado de acero de refuerzo, el encofrado y relleno del bloque de hormigón, posterior a la colocación de los pernos de anclaje y placa base en su sitio.

Como penúltima actividad se contempló el montaje de columnas, donde se consideran 10 horas de operación de la grúa telescópica y soldadura de empalmes de columna, incluido el transporte de la grúa desde Guayaquil hasta Portoviejo.

La última actividad es el montaje de vigas, donde se consideran 6 horas de trabajo de grúa, el emperne de la conexión a corte de viga - columna temporal y la soldadura de las alas de la viga a las alas de la columna para la conexión a momento.

Al presupuesto final se le aumenta un valor del 15% correspondiente al I.V.A y un 10% de costos indirectos.

Materiales

Los materiales usados para el desarrollo de este proyecto son pocos, debido principalmente a que no se tuvo que realizar ningún ensayo de laboratorio. Todo el proceso fue digital con la ayuda de un computador. Se realizó una memoria de cálculo para pre dimensionar perfiles con Excel, así mismo con los coeficientes de cortante basal, entre otros parámetros de análisis sísmico. El modelado de la estructura y la verificación estructural se realizó con ayuda del software ETABS 22.0. El cálculo de las conexiones de sección de viga reducida, incluido placas de continuidad, zona panel, soldaduras, conexiones apernadas, placas base y empalmes de columna también se realizó con la ayuda de herramientas como Excel y el software Idea Statica. Para el análisis y comparación económica de los dos sistemas también se generó una memoria de cálculo.

Resultados

El proceso de obtener secciones que permitan cumplir a las 6 estructuras todos los requisitos sísmicos y de capacidad, llevó consigo iterar valores de espesores de placas hasta obtener los resultados deseados en Etabs. Después de todo esto, los perfiles mostrados anteriormente en la metodología fueron los propuestos para las estructuras, obteniendo así los siguientes resultados para la capacidad de los elementos:

Figura 8

Relación demanda – capacidad para elementos de estructuras SMF.



Figura 9

Relación demanda – capacidad para elementos de estructuras IMF.



Los gráficos muestran que, en ambos casos para estructuras de 10 pisos, la relación demanda - capacidad para la suma entre fuerza cortante (V) y fuerza axial-flexión (P-M), está por debajo del 50%, mientras que para la relación demanda – capacidad de las estructuras de 4 pisos, en el caso de pórticos intermedios, las vigas de los dos pisos inferiores están en un rango de 50% - 75%. Para las estructuras de 2 pisos, en ambos casos las vigas del piso inferior superan el 50% de la relación.

En las siguientes tablas se muestra el valor para la relación demanda – capacidad de todos los elementos, desglosado en fuerza axial, cortante y momento flector.

Tabla 16

Relaciones demanda–capacidad para estructuras de 2 pisos SMF.

PISO	ELEMENTO	AXIAL		FLEXIÓN		CORTANTE	
		EXT	INT	EXT	INT	EXT	INT
2	VIGA	0,010	0,009	0,330	0,310	0,129	0,123
	COL	0,009	0,013	0,117	0,072	0,112	0,066
1	VIGA	0,000	0,000	0,677	0,644	0,275	0,266
	COL	0,023	0,042	0,200	0,177	0,177	0,138

Nota. Elaboración del autor.

Tabla 17

Relaciones demanda – capacidad para estructuras de 2 pisos IMF.

PISO	ELEMENTO	AXIAL		FLEXIÓN		CORTANTE	
		EXT	INT	EXT	INT	EXT	INT
2	VIGA	0,010	0,009	0,390	0,364	0,139	0,132
	COL	0,009	0,015	0,149	0,130	0,129	0,102
1	VIGA	0,000	0,000	0,795	0,752	0,296	0,284
	COL	0,029	0,052	0,341	0,324	0,245	0,220

Nota. Elaboración del autor.

Tabla 18*Relaciones demanda – capacidad para estructuras de 4 pisos SMF.*

PISO	ELEMENTO	AXIAL		FLEXIÓN		CORTANTE	
		EXT	INT	EXT	INT	EXT	INT
4	VIGA	0,005	0,004	0,148	0,143	0,065	0,062
	COL	0,004	0,007	0,066	0,053	0,031	0,022
3	VIGA	0,001	0,001	0,348	0,332	0,151	0,148
	COL	0,015	0,031	0,116	0,130	0,067	0,089
2	VIGA	0,001	0,001	0,348	0,332	0,151	0,148
	COL	0,021	0,031	0,111	0,130	0,076	0,089
1	VIGA	0,000	0,000	0,351	0,335	0,156	0,149
	COL	0,030	0,050	0,175	0,180	0,084	0,089

Nota. Elaboración del autor.**Tabla 19***Relaciones demanda – capacidad para estructuras de 4 pisos IMF.*

PISO	ELEMENTO	AXIAL		FLEXIÓN		CORTANTE	
		EXT	INT	EXT	INT	EXT	INT
4	VIGA	0,004	0,005	0,206	0,200	0,072	0,071
	COL	0,006	0,008	0,086	0,090	0,028	0,029
3	VIGA	0,002	0,000	0,443	0,437	0,159	0,156
	COL	0,019	0,027	0,159	0,167	0,076	0,087
2	VIGA	0,001	0,001	0,557	0,533	0,264	0,259
	COL	0,026	0,034	0,150	0,187	0,084	0,108
1	VIGA	0,000	0,000	0,534	0,520	0,265	0,262
	COL	0,039	0,051	0,286	0,295	0,100	0,109

Nota. Elaboración del autor.

Tabla 10*Relaciones demanda – capacidad para estructuras de 10 pisos SMF.*

PISO	ELEMENTO	AXIAL		FLEXIÓN		CORTANTE	
		EXT	INT	EXT	INT	EXT	INT
10	VIGA	0,003	0,004	0,077	0,077	0,043	0,045
	COL	0,003	0,005	0,035	0,037	0,016	0,013
9	VIGA	0,000	0,000	0,168	0,180	0,096	0,099
	COL	0,010	0,011	0,058	0,052	0,030	0,036
8	VIGA	0,001	0,001	0,191	0,185	0,082	0,081
	COL	0,013	0,018	0,058	0,076	0,040	0,055
7	VIGA	0,000	0,000	0,242	0,228	0,095	0,093
	COL	0,021	0,025	0,064	0,104	0,048	0,071
6	VIGA	0,000	0,000	0,285	0,266	0,106	0,103
	COL	0,030	0,032	0,085	0,123	0,057	0,082
5	VIGA	0,001	0,000	0,309	0,292	0,113	0,111
	COL	0,039	0,038	0,095	0,143	0,057	0,088
4	VIGA	0,001	0,000	0,304	0,286	0,109	0,107
	COL	0,047	0,045	0,090	0,143	0,059	0,092
3	VIGA	0,000	0,000	0,312	0,289	0,111	0,107
	COL	0,219	0,051	0,000	0,151	0,061	0,095
2	VIGA	0,000	0,000	0,309	0,285	0,110	0,106
	COL	0,261	0,058	0,000	0,163	0,064	0,096
1	VIGA	0,000	0,000	0,263	0,241	0,098	0,094
	COL	0,297	0,065	0,000	0,192	0,071	0,085

Nota. Elaboración del autor.

Tabla 11

Relaciones demanda – capacidad para estructuras de 10 pisos IMF.

PISO	ELEMENTO	AXIAL		FLEXIÓN		CORTANTE	
		EXT	INT	EXT	INT	EXT	INT
10	VIGA	0,002	0,003	0,070	0,087	0,028	0,033
	COL	0,004	0,007	0,053	0,067	0,019	0,028
9	VIGA	0,001	0,000	0,183	0,196	0,067	0,071
	COL	0,014	0,020	0,111	0,159	0,055	0,074
8	VIGA	0,000	0,001	0,250	0,243	0,078	0,080
	COL	0,019	0,022	0,092	0,154	0,067	0,110
7	VIGA	0,000	0,000	0,322	0,313	0,095	0,096
	COL	0,031	0,030	0,117	0,205	0,087	0,140
6	VIGA	0,000	0,000	0,389	0,369	0,110	0,109
	COL	0,089	0,038	0,112	0,250	0,078	0,165
5	VIGA	0,000	0,000	0,363	0,405	0,112	0,117
	COL	0,245	0,040	0,000	0,288	0,086	0,176
4	VIGA	0,001	0,000	0,349	0,383	0,112	0,116
	COL	0,301	0,045	0,000	0,263	0,077	0,169
3	VIGA	0,001	0,000	0,368	0,394	0,116	0,118
	COL	0,376	0,053	0,000	0,277	0,086	0,176
2	VIGA	0,000	0,000	0,379	0,390	0,119	0,117
	COL	0,452	0,061	0,000	0,299	0,092	0,180
1	VIGA	0,000	0,000	0,339	0,333	0,109	0,103
	COL	0,520	0,070	0,000	0,342	0,119	0,162

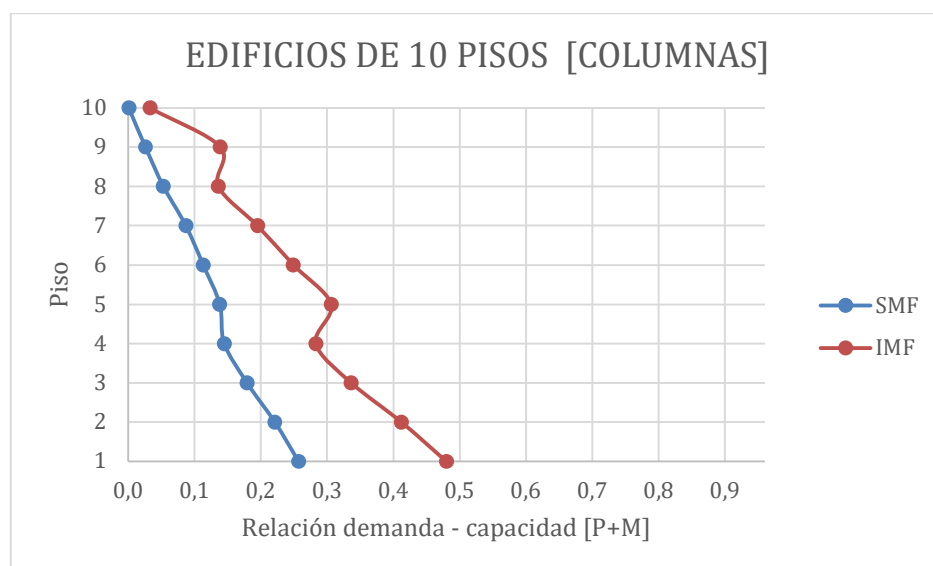
Nota. Elaboración del autor.

Adicional a esto, resulta interesante comparar gráficamente las mayores relaciones demanda – capacidad, las cuales son las de interacción de fuerza axial con momento flector. Para

esto se representa a las vigas y columnas por separado, con mayor relación demanda – capacidad por cada piso, comparando los dos sistemas, tal como se muestra a continuación:

Figura 10

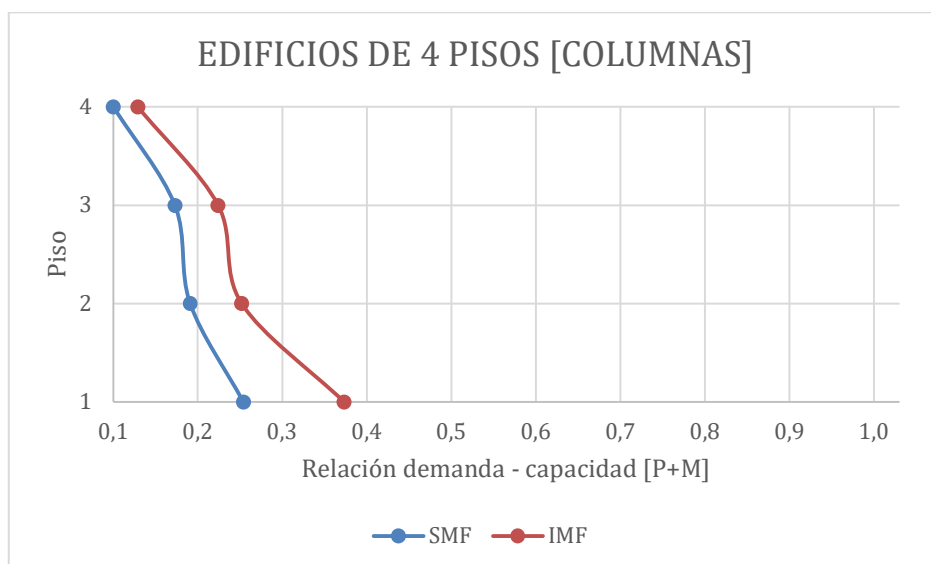
Máxima relación demanda - capacidad en estructuras de 10 pisos para columnas.



Nota. Elaboración del autor.

Figura 11

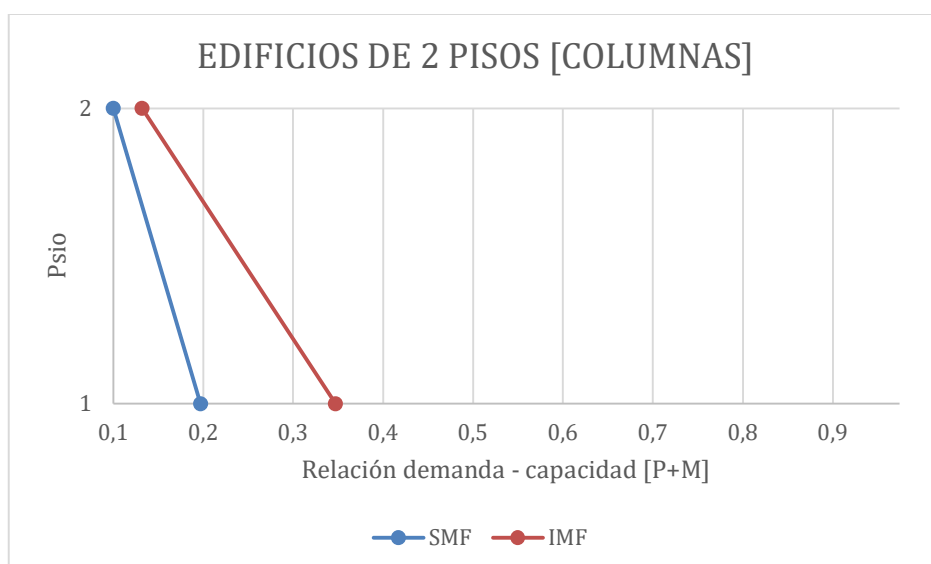
Máxima relación demanda - capacidad en estructuras de 4 pisos para columnas.



Nota. Elaboración del autor.

Figura 12

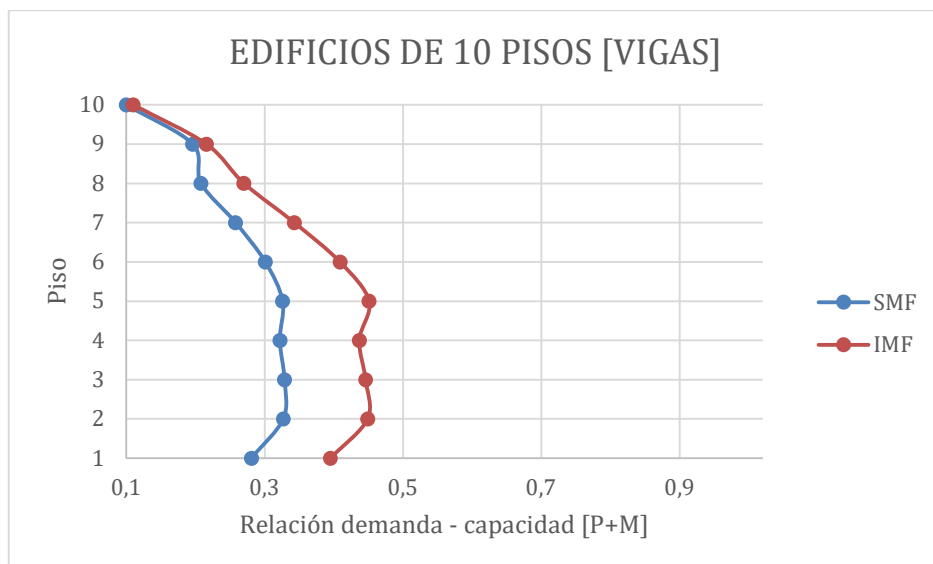
Máxima relación demanda - capacidad en estructuras de 2 pisos para columnas.



Nota. Elaboración del autor.

Figura 13

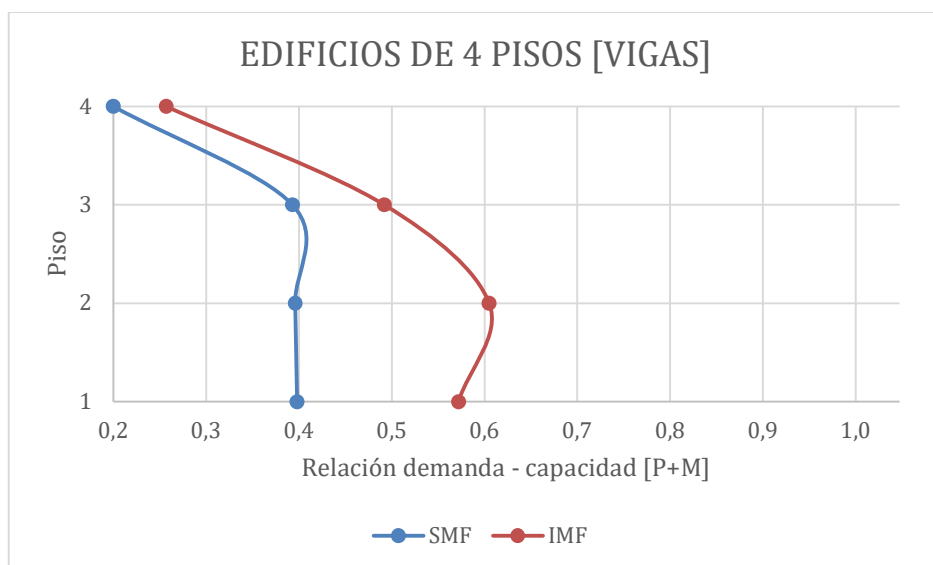
Máxima relación demanda - capacidad en estructuras de 10 pisos para vigas.



Nota. Elaboración del autor.

Figura 14

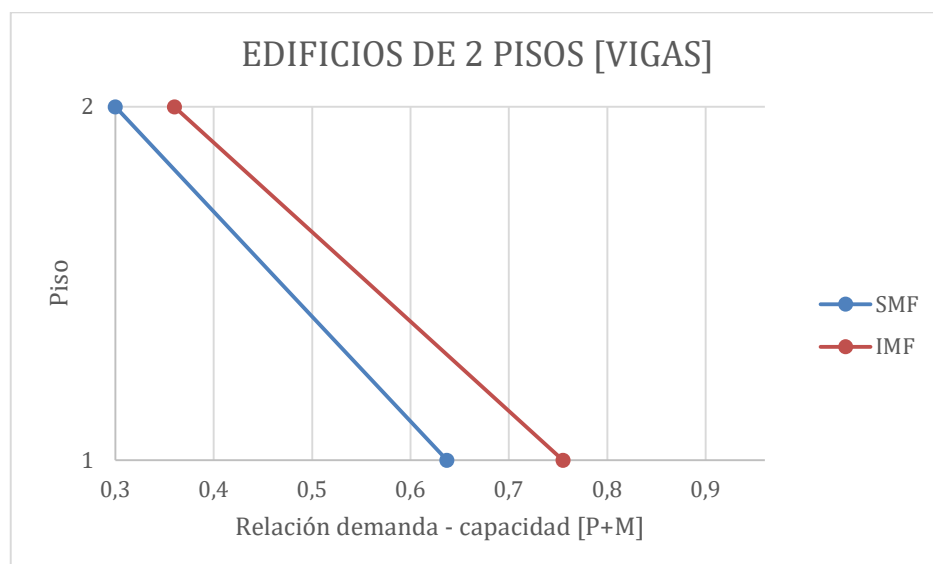
Máxima relación demanda - capacidad en estructuras de 4 pisos para vigas.



Nota. Elaboración del autor.

Figura 15

Máxima relación demanda - capacidad en estructuras de 2 pisos para vigas.



Nota. Elaboración del autor.

Para el cumplimiento de los requisitos sísmicos de la NEC-SE-DS, tales como las derivas de piso, se muestran los siguientes resultados:

Tabla 12

Cumplimiento de derivas para estructuras de 2 pisos SMF.

Sentido	Nivel [m]	Δ_E Deriva	Δ_I Deriva	Δ_{max} [%] NEC-SE-DS	Comprobación
		Elástica [m]	Inelástica [%]		
X	7,20	0,002669	1,60	2,00	OK
X	3,60	0,002865	1,72	2,00	OK

Nota. Elaboración del autor.

Tabla 23

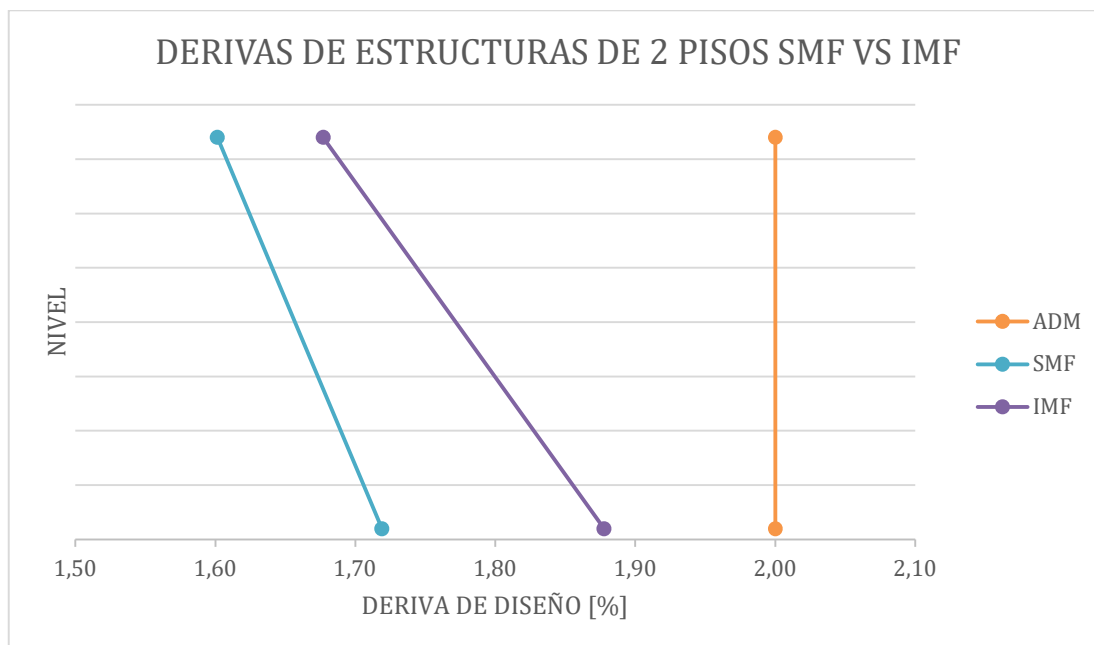
Cumplimiento de derivas para estructuras de 2 pisos IMF.

Sentido	Nivel	Δ_E Deriva	Δ_I Deriva	Δ_{max} [%]	Comprobación
	[m]	Elástica [m]	Inelástica [%]	NEC-SE-DS	
X	7,20	0,004472	1,68	2,00	OK
X	3,60	0,005007	1,88	2,00	OK

Nota. Elaboración del autor.

Figura 16

Comparativa de derivas entre ambos sistemas para estructuras de 2 pisos.



Nota. Elaboración del autor.

Tabla 24

Cumplimiento de derivas para edificios de 4 pisos SMF.

Sentido	Nivel [m]	Δ_E Deriva Elástica [m]	Δ_I Deriva Inelástica [%]	Δ_{max} [%] NEC-SE-DS	Comprobación
X	14,40	0,001573	0,94	2,00	OK
X	10,80	0,003113	1,87	2,00	OK
X	7,20	0,003257	1,95	2,00	OK
X	3,60	0,002201	1,32	2,00	OK

Nota. Elaboración del autor.

Tabla 25

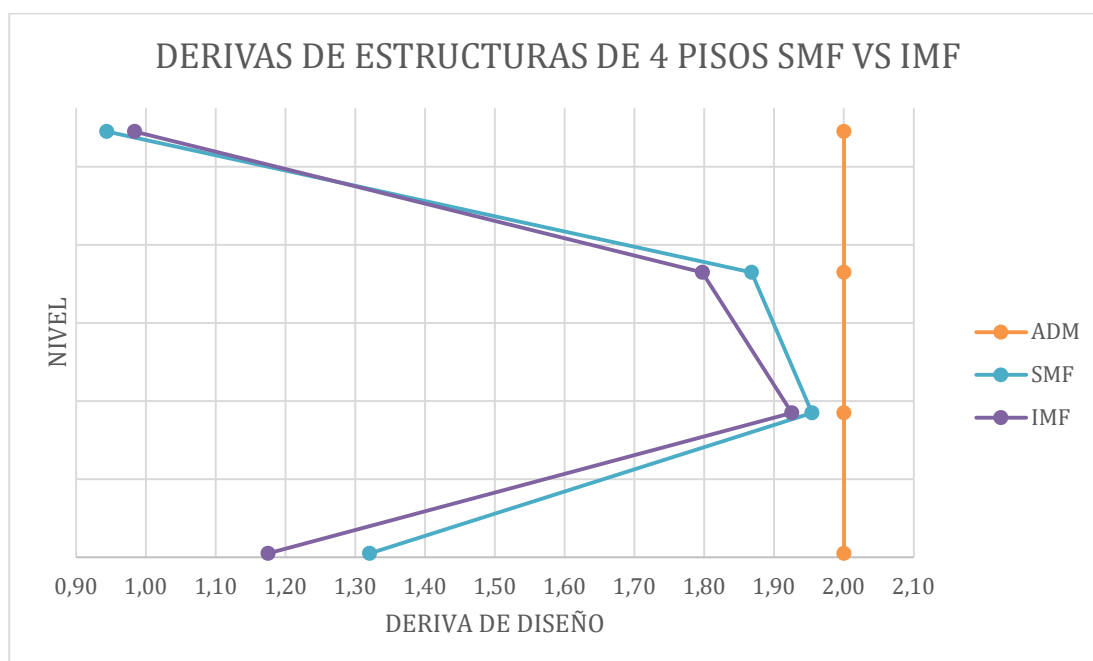
Cumplimiento de derivas para estructuras de 4 pisos IMF.

Sentido	Nivel [m]	Δ_E Deriva	Δ_I Deriva	Δ_{max} [%] NEC-SE-DS	Comprobación
		Elástica [m]	Inelástica [%]		
X	14,40	0,002623	0,98	2,00	OK
X	10,80	0,004792	1,80	2,00	OK
X	7,20	0,005134	1,93	2,00	OK
X	3,60	0,003133	1,17	2,00	OK

Nota. Elaboración del autor.

Figura 17

Comparativa de derivas entre ambos sistemas para estructuras de 4 pisos.



Nota. Elaboración del autor.

Tabla 26

Cumplimiento de derivas para edificios de 10 pisos SMF.

Sentido	Nivel [m]	Δ_E Deriva	Δ_I Deriva	Δ_{max} [%]	Comprobación
		Elástica [m]	Inelástica [%]	NEC-SE-DS	
X	36,00	0,000893	0,54	2,00	OK
X	32,40	0,001485	0,89	2,00	OK
X	28,80	0,001945	1,17	2,00	OK
X	25,20	0,002455	1,47	2,00	OK
X	21,60	0,002849	1,71	2,00	OK
X	18,00	0,002903	1,74	2,00	OK
X	14,40	0,002847	1,71	2,00	OK
X	10,80	0,002905	1,74	2,00	OK
X	7,20	0,002715	1,63	2,00	OK
X	3,60	0,001628	0,98	2,00	OK

Nota. Elaboración del autor.

Tabla 27

Cumplimiento de derivas para edificios de 10 pisos IMF.

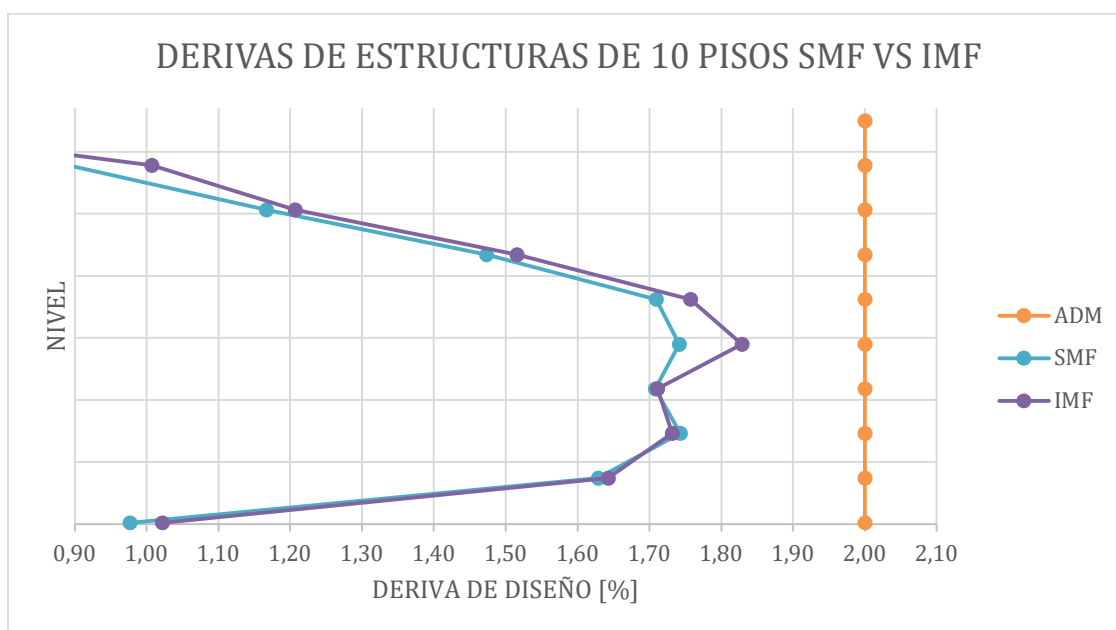
Sentido	Nivel [m]	Δ_E Deriva	Δ_I Deriva	Δ_{max} [%]	Comprobación
		Elástica [m]	Inelástica [%]	NEC-SE-DS	
X	36,00	0,001397	0,52	2,00	OK
X	32,40	0,002686	1,01	2,00	OK
X	28,80	0,003218	1,21	2,00	OK
X	25,20	0,004042	1,52	2,00	OK
X	21,60	0,004686	1,76	2,00	OK
X	18,00	0,004877	1,83	2,00	OK
X	14,40	0,004563	1,71	2,00	OK
X	10,80	0,004618	1,73	2,00	OK
X	7,20	0,004381	1,64	2,00	OK

Sentido	Nivel [m]	Δ_E Deriva Elástica [m]	Δ_I Deriva Inelástica [%]	Δ_{max} [%] NEC-SE-DS	Comprobación
X	3,60	0,002725	1,02	2,00	OK

Nota. Elaboración del autor.

Figura 18

Gráfica comparativa de derivas entre ambos sistemas para edificios de 10 pisos.



Nota. Elaboración del autor.

Para el caso de las estructuras de pórticos especiales a momento, es necesario que los nodos cumplan con el criterio de columna fuerte – viga débil, tal como se muestra en las tablas:

Tabla 28

Relación columna fuerte – viga débil para estructura de 2 pisos.

PISO	NUDO	NUDO
	EXT	INT
1	3,21	1,57

Nota. Elaboración del autor.

Tabla 29

Relación columna fuerte – viga débil para estructura de 4 pisos.

PISO	NUDO	
	EXT	INT
3	2,40	1,19
2	2,10	1,03
1	2,51	1,23

Nota. Elaboración del autor.

Tabla 30

Relación columna fuerte – viga débil para estructura de 10 pisos.

PISO	NUDO	
	EXT	INT
9	2,32	1,50
8	1,88	1,16
7	2,30	1,14
6	2,27	1,13
5	2,23	1,17
4	1,97	1,05
3	2,05	1,03
2	2,01	1,02
1	1,98	1,01

Nota. Elaboración del autor.

Tras el diseño de todas las estructuras y sus conexiones, se definió el método, las consideraciones y las actividades anteriormente descritas en la metodología, para la generación de los presupuestos. Para todas las estructuras hay un total de 10 actividades, como se muestra a continuación:

Tabla 31

Presupuesto final para estructura SMF de 10 pisos.

NRO	UNIDAD	RUBRO	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
ACTIVIDADES PRE - MONTAJE					
1	kg	PERFILES ESTRUCTURALES A572 Gr. 50 (GALVANIZADOS)	79311,69	\$2,04	\$161.795,85
2	u	TRANSPORTE DE PERFILES ESTRUCTURALES A572 Gr. 50	4	\$500,00	\$2.000,00
3	Global	DESCARGA DE PERFILES ESTRUCTURALES A572 Gr. 50	1	\$133,40	\$133,40
4	Global	EMPALME DE COLUMNAS CON SOLDADURA (INCLUYE CORTE Y SOLDADURA DE PLACAS)	1	\$6.309,58	\$6.309,58
5	Global	PLACAS DE MONTAJE (INCLUYE CORTE, PERFORACIÓN Y SOLDADURA)	1	\$808,29	\$808,29
6	Global	PLACAS DE CONTINUIDAD Y ZONA PANEL (INCLUYE CORTE Y SOLDADURA)	1	\$12.601,83	\$12.601,83
7	Global	PLACAS BASE (INCLUYE CORTE, PERFORACIÓN Y SOLDADURA)	1	\$4.870,15	\$4.870,15
ACTIVIDADES DE MONTAJE					
8	m3	PEDESTAL DE HORMIGÓN f _c =350kg/cm ² PARA PLACAS BASE (INCLUYE ACERO DE REFUERZO f _y =4200kg/cm ²)	7,29	\$325,99	\$2.376,50
9	Global	MONTAJE DE COLUMNAS	1	\$5.944,47	\$5.944,47
10	Global	MONTAJE DE VIGAS	1	\$1.681,90	\$1.681,90
SUBTOTAL:					\$198.521,95
COSTOS INDIRECTOS:					\$19.852,20
I.V.A:					\$29.778,29
TOTAL:					\$248.152,44

Nota. Elaboración del autor.

Tabla 32*Presupuesto final para estructura IMF de 10 pisos.*

NRO	UNIDAD	RUBRO	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
ACTIVIDADES PRE - MONTAJE					
1	kg	PERFILES ESTRUCTURALES A572 Gr. 50 (GALVANIZADO)	72764,98	\$2,04	\$148.440,56
2	u	TRANSPORTE DE PERFILES ESTRUCTURALES A572 Gr. 50	4	\$500,00	\$2.000,00
3	Global	DESCARGA DE PERFILES ESTRUCTURALES A572 Gr. 50	1	\$133,40	\$133,40
4	Global	EMPALME DE COLUMNAS CON SOLDADURA (INCLUYE CORTE Y SOLDADURA DE PLACAS)	1	\$5.458,75	\$5.458,75
5	Global	PLACAS DE MONTAJE (INCLUYE CORTE, PERFORACIÓN Y SOLDADURA)	1	\$710,30	\$710,30
6	Global	PLACAS DE CONTINUIDAD Y ZONA PANEL (INCLUYE CORTE Y SOLDADURA)	1	\$4.734,69	\$4.734,69
7	Global	PLACAS BASE (INCLUYE CORTE, PERFORACIÓN Y SOLDADURA)	1	\$9.794,44	\$9.794,44
ACTIVIDADES DE MONTAJE					
8	m3	PEDESTAL DE HORMIGÓN f _c =350kg/cm ² PARA PLACAS BASE (INCLUYE ACERO DE REFUERZO f _y =4200kg/cm ²)	12,3	\$325,99	\$4.009,73
9	Global	MONTAJE DE COLUMNAS	1	\$6.872,23	\$6.872,23
10	Global	MONTAJE DE VIGAS	1	\$1.652,40	\$1.652,40
SUBTOTAL:					\$183.806,49
COSTOS INDIRECTOS:					\$18.380,65
I.V.A.:					\$27.570,97
TOTAL:					\$229.758,12

Nota. Elaboración del autor.

Tabla 33

Presupuesto final para estructura SMF de 4 pisos.

NRO	UNIDAD	RUBRO	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
ACTIVIDADES PRE - MONTAJE					
1	kg	PERFILES ESTRUCTURALES A572 Gr. 50 (GALVANIZADO)	15329,73	\$2,04	\$31.272,65
2	u	TRANSPORTE DE PERFILES ESTRUCTURALES A572 Gr. 50	1	\$500,00	\$500,00
3	Global	DESCARGA DE PERFILES ESTRUCTURALES A572 Gr. 50	1	\$33,35	\$33,35
4	Global	EMPALME DE COLUMNAS CON SOLDADURA (INCLUYE CORTE Y SOLDADURA DE PLACAS)	1	\$1.437,86	\$1.437,86
5	Global	PLACAS DE MONTAJE (INCLUYE CORTE, PERFORACIÓN Y SOLDADURA)	1	\$245,08	\$245,08
6	Global	PLACAS DE CONTINUIDAD Y ZONA PANEL (INCLUYE CORTE Y SOLDADURA)	1	\$2.251,41	\$2.251,41
7	Global	PLACAS BASE (INCLUYE CORTE, PERFORACIÓN Y SOLDADURA)	1	\$2.654,85	\$2.654,85
ACTIVIDADES DE MONTAJE					
8	m3	PEDESTAL DE HORMIGÓN f _c =350kg/cm ² PARA PLACAS BASE (INCLUYE ACERO DE REFUERZO f _y =4200kg/cm ²)	2,18	\$308,62	\$672,79
9	Global	MONTAJE DE COLUMNAS	1	\$1.874,82	\$1.874,82
10	Global	MONTAJE DE VIGAS	1	\$465,98	\$465,98
SUBTOTAL:					\$41.408,79
COSTOS INDIRECTOS:					\$4.140,88
I.V.A:					\$6.211,32
TOTAL:					\$51.760,99

Nota. Elaboración del autor.

Tabla 34

Presupuesto final para estructura IMF de 4 pisos.

NRO	UNIDAD	RUBRO	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
ACTIVIDADES PRE - MONTAJE					
1	kg	PERFILES ESTRUCTURALES A572 Gr. 50 (GALVANIZADO)	13624,33	\$2,04	\$27.793,63
2	u	TRANSPORTE DE PERFILES ESTRUCTURALES A572 Gr. 50	1	\$500,00	\$500,00
3	Global	DESCARGA DE PERFILES ESTRUCTURALES A572 Gr. 50	1	\$33,35	\$33,35
4	Global	EMPALME DE COLUMNAS CON SOLDADURA (INCLUYE CORTE Y SOLDADURA DE PLACAS)	1	\$1.537,24	\$1.537,24
5	Global	PLACAS DE MONTAJE (INCLUYE CORTE, PERFORACIÓN Y SOLDADURA)	1	\$245,74	\$245,74
6	Global	PLACAS DE CONTINUIDAD Y ZONA PANEL (INCLUYE CORTE Y SOLDADURA)	1	\$1.067,82	\$1.067,82
7	Global	PLACAS BASE (INCLUYE CORTE, PERFORACIÓN Y SOLDADURA)	1	\$6.152,96	\$6.152,96
ACTIVIDADES DE MONTAJE					
8	m3	PEDESTAL DE HORMIGÓN f _c =350kg/cm ² PARA PLACAS BASE (INCLUYE ACERO DE REFUERZO f _y =4200kg/cm ²)	6,54	\$308,62	\$2.018,37
9	Global	MONTAJE DE COLUMNAS	1	\$2.201,19	\$2.201,19
10	Global	MONTAJE DE VIGAS	1	\$430,58	\$430,58
SUBTOTAL:					\$41.980,87
COSTOS INDIRECTOS:					\$4.198,09
I.V.A:					\$6.297,13
TOTAL:					\$52.476,09

Nota. Elaboración del autor.

Tabla 35

Presupuesto final para estructura SMF de 2 pisos.

NRO	UNIDAD	RUBRO	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
ACTIVIDADES PRE - MONTAJE					
1	kg	PERFILES ESTRUCTURALES A572 Gr. 50 (GALVANIZADO)	3430,76	\$2,04	\$6.998,75
2	u	TRANSPORTE DE PERFILES ESTRUCTURALES A572 Gr. 50	1	\$500,00	\$500,00
3	Global	DESCARGA DE PERFILES ESTRUCTURALES A572 Gr. 50	1	\$33,35	\$33,35
4	Global	EMPALME DE COLUMNAS CON SOLDADURA (INCLUYE CORTE Y SOLDADURA DE PLACAS)	1	\$569,45	\$569,45
5	Global	PLACAS DE MONTAJE (INCLUYE CORTE, PERFORACIÓN Y SOLDADURA)	1	\$121,25	\$121,25
6	Global	PLACAS DE CONTINUIDAD Y ZONA PANEL (INCLUYE CORTE Y SOLDADURA)	1	\$826,05	\$826,05
7	Global	PLACAS BASE (INCLUYE CORTE, PERFORACIÓN Y SOLDADURA)	1	\$1.606,05	\$1.606,05
ACTIVIDADES DE MONTAJE					
8	m3	PEDESTAL DE HORMIGÓN f'c=350kg/cm2 PARA PLACAS BASE (INCLUYE ACERO DE REFUERZO fy=4200kg/cm2)	1,84	\$296,44	\$545,45
9	Global	MONTAJE DE COLUMNAS	1	\$958,98	\$958,98
10	Global	MONTAJE DE VIGAS	1	\$247,22	\$247,22
SUBTOTAL:					\$12.406,55
COSTOS INDIRECTOS:					\$1.240,65
I.V.A.:					\$1.860,98
TOTAL:					\$15.508,19

Nota. Elaboración del autor.

Tabla 36

Presupuesto final para estructura IMF de 2 pisos.

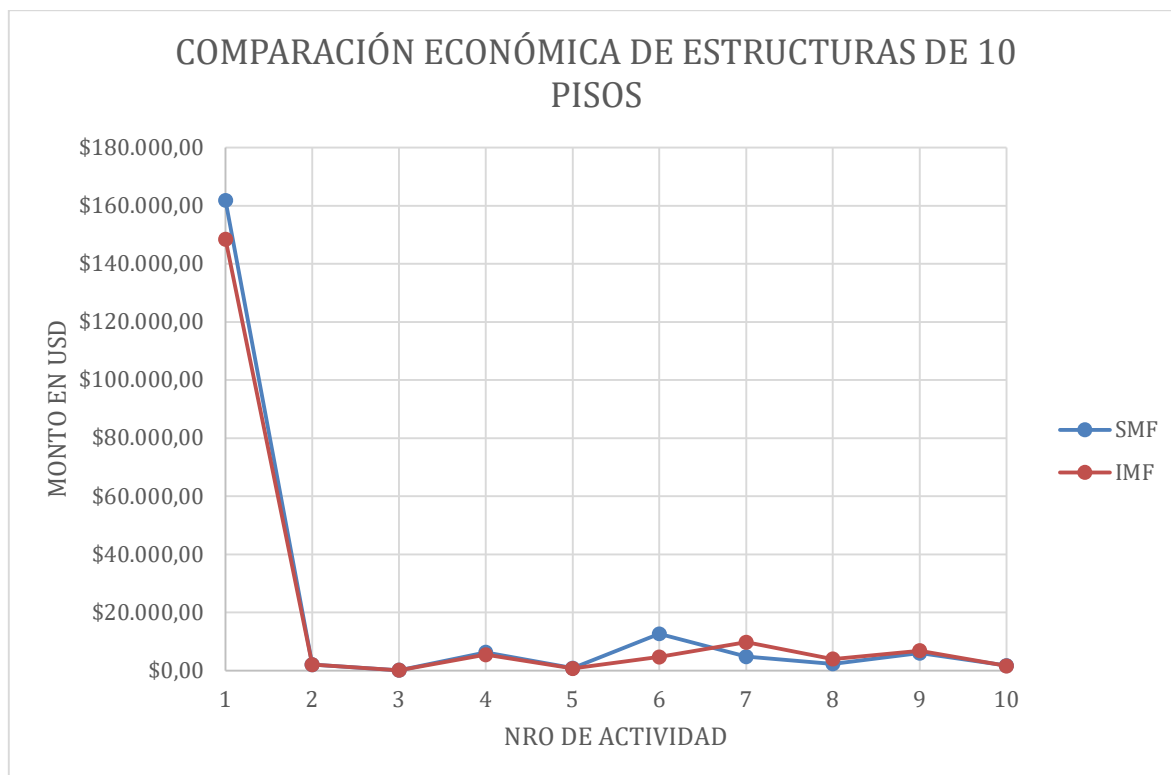
NRO	UNIDAD	RUBRO	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
ACTIVIDADES PRE - MONTAJE					
1	kg	PERFILES ESTRUCTURALES A572 Gr. 50 (GALVANIZADO)	3085,99	\$2,04	\$6.295,42
2	u	TRANSPORTE DE PERFILES ESTRUCTURALES A572 Gr. 50	1	\$500,00	\$500,00
3	Global	DESCARGA DE PERFILES ESTRUCTURALES A572 Gr. 50	1	\$33,35	\$33,35
4	Global	EMPALME DE COLUMNAS CON SOLDADURA (INCLUYE CORTE Y SOLDADURA DE PLACAS)	1	\$557,65	\$557,65
5	Global	PLACAS DE MONTAJE (INCLUYE CORTE, PERFORACIÓN Y SOLDADURA)	1	\$115,35	\$115,35
6	Global	PLACAS DE CONTINUIDAD Y ZONA PANEL (INCLUYE CORTE Y SOLDADURA)	1	\$307,71	\$307,71
7	Global	PLACAS BASE (INCLUYE CORTE, PERFORACIÓN Y SOLDADURA)	1	\$2.595,66	\$2.595,66
ACTIVIDADES DE MONTAJE					
8	m3	PEDESTAL DE HORMIGÓN f _c =350kg/cm ² PARA PLACAS BASE (INCLUYE ACERO DE REFUERZO f _y =4200kg/cm ²)	3,04	\$296,44	\$901,17
9	Global	MONTAJE DE COLUMNAS	1	\$1.079,73	\$1.079,73
10	Global	MONTAJE DE VIGAS	1	\$241,32	\$241,32
SUBTOTAL:					\$12.627,37
COSTOS INDIRECTOS:					\$1.262,74
I.V.A:					\$1.894,11
TOTAL:					\$15.784,21

Nota. Elaboración del autor.

Las siguientes gráficas muestran una comparación económica de cada actividad dentro de los presupuestos de las estructuras con SMF e IMF.

Figura 19

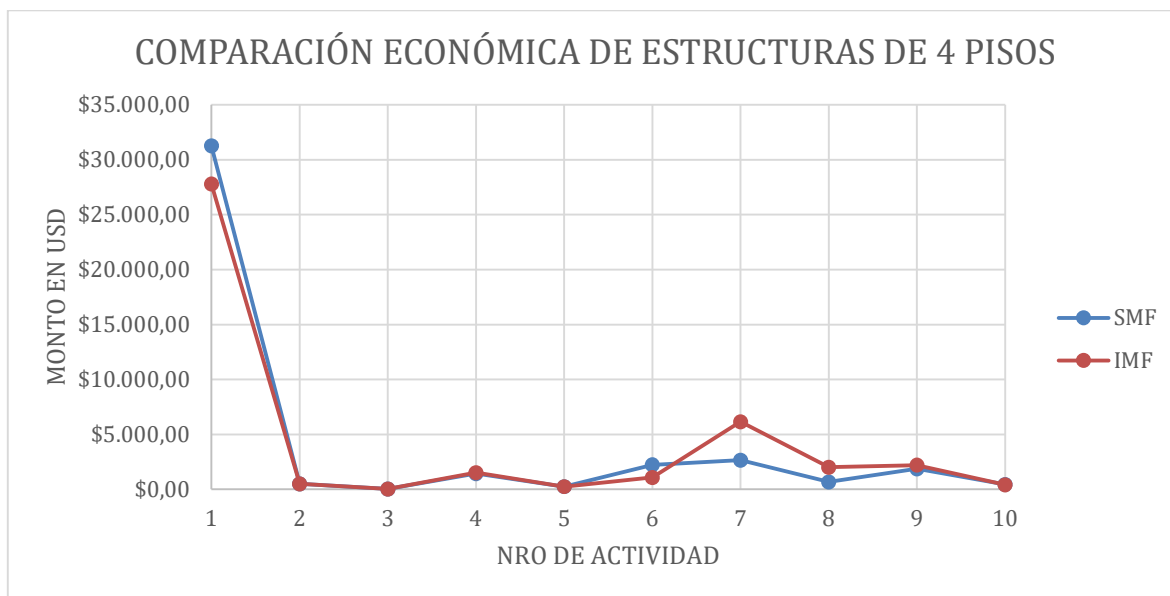
Comparación de presupuestos por actividades para estructuras de 10 pisos.



Nota. Elaboración del autor.

Figura 20

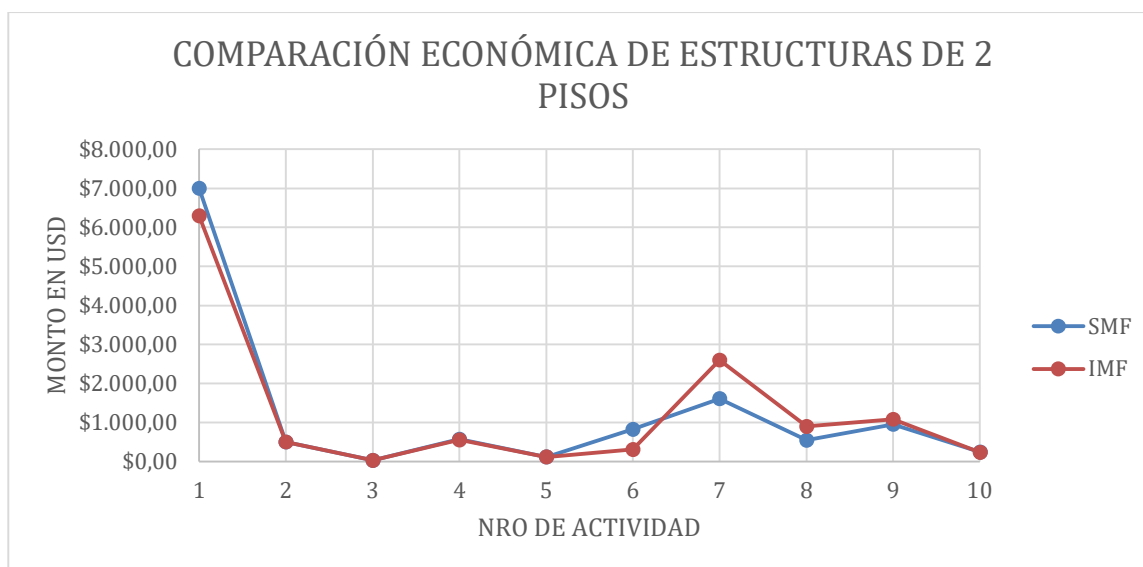
Comparación de presupuestos por actividades para estructuras de 4 pisos.



Nota. Elaboración del autor.

Figura 21

Comparación de presupuestos por actividades para estructuras de 2 pisos.

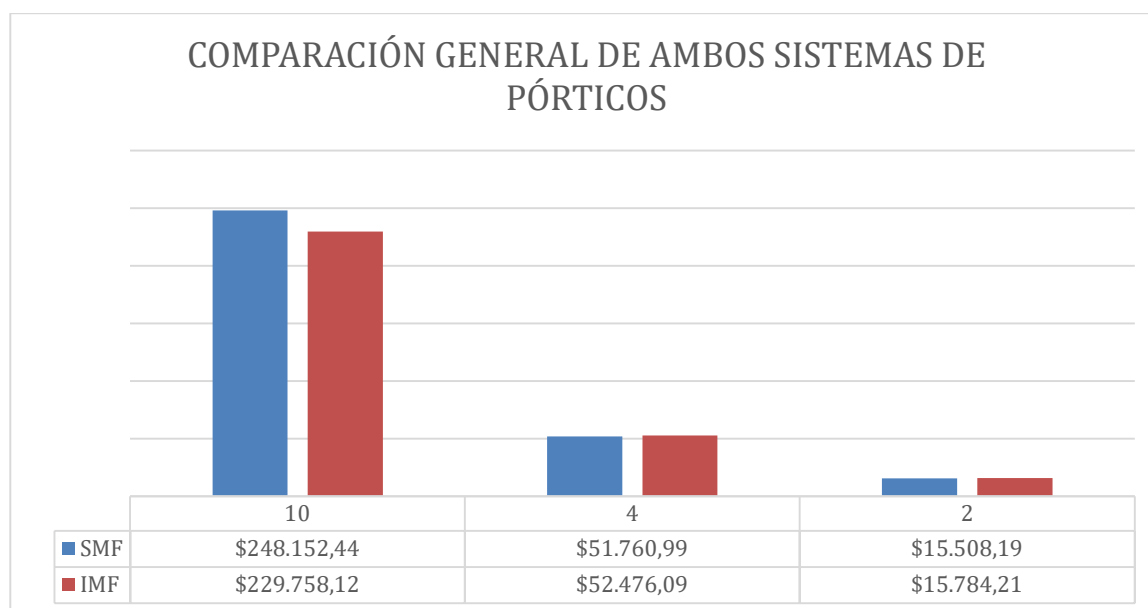


Nota. Elaboración del autor.

Finalmente, una comparación del precio final de ambos sistemas de pórticos, agrupado por altura de las estructuras.

Figura 22

Comparación general de ambos sistemas de pórticos.



Nota. Elaboración del autor.

Discusión

La presente investigación aporta a la evolución de la construcción con acero en el país, haciendo una comparación entre dos sistemas distintos de pórticos, en la cual todo el diseño fue regido por la norma ecuatoriana de la construcción (NEC-SE-DS) del año 2015 y por la norma estadounidense de la construcción del acero AISC 360-22, 358-22 y 341-22. Los pórticos especiales a momento son los más utilizados y los que las normas aceptan sin límites de altura, sin embargo, la investigación propone estructuras de hasta 36 metros de altura (10 pisos), con el sistema de pórticos intermedios, el cuál supera el límite establecido por la ASCE 7-22.

Sin embargo, por la naturaleza de esta investigación fue necesario comparar varias edificaciones donde la altura varia notablemente. Al momento de diseñar los elementos estructurales, se notó como en estructuras de baja altura, los perfiles son de dimensiones casi idénticas, mientras que, en las estructuras de 4 pisos, empieza a haber una notable diferencia, debido al requerimiento de estabilidad sísmica de derivas. Se nota como principalmente en las columnas de la estructura IMF, se tuvieron que usar dimensiones notablemente mayores, ya que las derivas de piso sobrepasaban lo admisible. Y finalmente para las estructuras de 10 pisos, la diferencia está en los espesores de los elementos estructurales, así mismo con el objetivo de cumplir con las derivas de piso.

Al tener clasificación de suelo y ubicación desfavorable, el factor de cortante basal para el análisis sísmico estático, es alto, y sumándole que conceptualmente en la estructura de tres dimensiones, los pórticos perimetrales son los que resisten todas las fuerzas sísmicas, por lo tanto, tienen un área tributaria bastante grande (véase Figura 1), las dimensiones de perfiles y sus conexiones, son realmente grandes, característico de proyectos de dimensiones muy grandes. En el caso de las estructuras de mayor altura, las columnas en perfiles de seis metros de largo, llegan

a pesar cerca de dos toneladas, y las vigas cerca de una tonelada, así mismo, las placas base, llegan a tener dimensiones tremendamente grandes y difíciles de manejar, y los pedestales de hormigón, por ejemplo, en la estructura más grande suman casi trece metros cúbicos.

Las fuerzas que llegan a las bases de las estructuras más altas son realmente altas, habiendo en el caso del sistema IMF, fuerzas de compresión de casi 6000 KN, o momentos flectores de casi 2500 KN. Debido a esto, se tendrían por lo menos que considerar diferentes alternativas para las estructuras para resistir fuerzas sísmicas en caso de un proyecto real.

En un principio se esperaba una diferencia más grande entre los presupuestos de cada sistema, aparte de que en todos los casos el sistema de pórticos especiales estuviese por encima en cuanto a costo total. Al culminar el trabajo, se apreció como ciertos rubros marcan la diferencia en estructuras de baja y mediana estatura, como lo son el de las placas base y pedestal de hormigón, dándole al sistema IMF mayor costo. Mientras que en las estructuras de gran altura la diferencia la marcan rubros como el de los perfiles estructurales y las placas de zona panel y placas de continuidad.

En cuanto a la metodología de trabajo, la facilidad para encontrar información en virtualmente, fue bastante útil y permitió agilizar los procesos de diseño de las estructuras. Las normas con las que se trabajó, se encuentran en internet con acceso libre, al igual que muchos otros libros acerca de diseño estructural y trabajos e investigaciones sobre estructuras de acero. La cantidad de información recogida y analizada en un principio fue de gran utilidad y permitió definir el enfoque de esta investigación para que sirva de aporte y complemento a los trabajos que ya se han realizado. Sin embargo, al realizar la comparación económica, la información de precios es un poco más complicada de conseguir, debido a la falta de respuestas por parte de empresas distribuidoras, o datos confusos que se encuentran en internet.

Adicionalmente, al no haber un método estandarizado para hacer análisis de precios unitarios o crear presupuestos generales, el tener muchos ejemplos de creación de presupuestos puede ser contraproducente para una persona sin experiencia en el campo laboral real, puesto que hay muchas metodologías diferentes, debido a que todo es empírico y se hacen suposiciones. Para este trabajo se contó con la ayuda de un profesional con experiencia para generar todos los análisis de precios unitarios y con ello poder generar los presupuestos y finalmente las comparaciones.

De los resultados se buscó que fueran lo más parecidos posibles en cuanto a cumplimiento de derivas, para hacer lo más justa posible la comparación, sin embargo, es muy complicado lograr resultados idénticos debido a las diferencias de los parámetros de análisis sísmico para ambos tipos de pórticos.

En cuanto a los valores de demanda - capacidad se buscó no llegar cerca del límite en ninguno de los casos, los valores más críticos se dan en las vigas de las estructuras de dos pisos. Finalmente, la comparación económica no puede ser tan exacto ni tan fiable como la comparación técnica, debido a que son presupuestos generados en una fase muy temprana de un proyecto, en la cual siempre hay cierto margen de error considerable.

Al analizar los demás trabajos donde se comparan diferentes tipos de pórticos, se aprecia que las comparaciones que se han realizado suelen ser entre sistemas de acero y hormigón, sistemas de pórticos arriostrados y no arriostrados, entre otros. Sin embargo, no se encuentran investigaciones comparando dos sistemas del mismo material de construcción con características geométricas bastante similares.

Por eso, se espera que este trabajo sea de gran utilidad, aparte de que, como se mencionó anteriormente, se está proponiendo una estructura que la normativa del ASCE 7-22 no permitiría para las condiciones geográficas y geológicas de la ubicación de la estructura, y de que, la metodología para generar los presupuestos en otros trabajos no se encuentra tan detallada.

Conclusiones

En respuesta al objetivo principal de esta investigación, las estructuras con pórticos especiales a momento superan en costos de construcción, en el caso de grandes alturas a las de pórticos intermedios, empezando por el peso de los perfiles, hay una notable diferencia en la mayoría de los casos en los espesores de vigas y columnas, en otros casos son espesores similares o iguales. Además, la cantidad de soldadura en kilogramos tiene una gran diferencia, no solo porque los pórticos intermedios no tienen requerimientos de zona panel, lo que hace mucha diferencia, si no por los espesores de placas y perfiles.

Entre más grande la estructura, más se nota la diferencia de precios, tal como se aprecia en las estructuras de 10 pisos donde la construida con pórticos especiales es cerca de un 8% mayor que la construida con pórticos intermedios.

En el caso de las estructuras de mediana altura de 4 pisos, el sistema de pórticos intermedios supera en precio a las de pórticos especiales por casi 400 dólares, debido a que en tareas como el de placas base y pedestal de hormigón, los pórticos intermedios tienen dimensiones mucho más grandes.

Lo mismo en el caso de las estructuras de baja altura, la diferencia la hace las tareas relacionadas a las placas base, ya que, en todos estos casos, el resto de actividades, a excepción el de placas de continuidad y placas de zona panel, tienen diferencias bajas.

Con relación al primer objetivo específico se encontró que los parámetros establecidos, tienen un carácter ligeramente desfavorable, por la ubicación del proyecto, sus datos de tipos de suelo y categoría sísmica son perjudiciales debido a que aumentan el valor del factor de cortante

basal, sin embargo, una ventaja, por ejemplo, es que las estructuras son completamente simétricas.

En conclusión, con el segundo objetivo específico, se observa como los requerimientos de derivas, especialmente en las estructuras más altas, obligan a aumentar espesores en las secciones, sobrepasando por bastante las relaciones de ancho – grosor de los elementos para cada sistema. Así mismo los espesores de las placas de zona panel y placas de continuidad son altos en las estructuras más grandes, por las secciones tan grandes de los elementos. Las placas base y pedestales de hormigón, se diseñaron con rigidizadores de bajo espesor, y cuentan con dimensiones más grandes de lo normal, debido a que solo los pórticos perimetrales del edificio son los que soportan cargas sísmicas. Para el diseño de los empalmes de columna la mejor opción fue mediante soldadura de penetración completa, aunque encarezca el proyecto.

Para concluir con el tercer objetivo, los presupuestos fueron divididos en actividades, donde se considera todo lo que conlleva cada una, habiendo diseñado un método de construcción en pre montaje y montaje previamente. Se buscó acceder en todos los casos, a los precios más actualizados posibles.

Con respecto al cuarto objetivo, se aprecia como los costos de construcción de cada sistema se van diferenciando más a medida que aumenta la altura de la estructura, se logra ver cómo en ciertos rubros una estructura es más costosa en todos los casos que la otra. En cuanto al comportamiento de las estructuras, se buscó que éstas alcancen un rendimiento similar para que la comparación sea lo más justa posible, teniendo geometrías con bastantes similitudes, siendo los espesores de los perfiles lo que más varía entre un sistema y otro.

Por último, con el quinto objetivo se buscó determinar ventajas y desventajas de un sistema con otro. Las estructuras de pórticos intermedios llevan una ventaja en el periodo de pre montaje, al no haber requerimientos de placas de zona panel, pues este trabajo demanda bastante material de soldadura, y mano de obra calificada en soldadura, siendo en el caso de estas estructuras, aproximadamente el doble de tiempo, el que toma en la actividad de placas de continuidad y zona panel. Sin embargo, en otras actividades como lo son, las placas base y pedestal de hormigón, las dimensiones de estas, en las estructuras de pórticos intermedios, son mucho mayores que en estructuras de pórticos especiales. Otra ventaja de los pórticos intermedios es el peso de la estructura, al ser perfiles con espesores más bajos, en todos los casos de esta investigación, las estructuras con pórticos especiales son más pesadas. Sin embargo, en general, se observa cómo a medida que aumenta la altura de las estructuras, el sistema de pórticos especiales va aumentando en precio significativamente.

Referencias

- Abril Camino, A., Abril Camino, D., Cadena Naranjo, C., & Pérez Maldonado, R. (2023). Comparativo técnico económico entre pórticos especiales a momento de hormigón armado y acero estructural empleando las normativas ACI 318 19, AISC 341 16, AISC 360 22 Y NEC SE DS 2015. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 7(2), 7458–7486. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v7i2.5893
- Aguiar, R., & Del Castillo, F. (2019). Que Significa Una Deriva De Piso Inelástica Ligeramente Superior Al Dos Por Ciento. *Revista Internacional de Ingeniería de Estructuras*, 24(1), 109–121. <https://doi.org/https://doi.org/10.24133/riie.v24i1.1168>
- AISC. (2022a). *Prequalified Connections for Special and Intermediate Steel Moment Frames for Seismic Applications*. <https://www.aisc.org/publications/steel-standards/ansiaisc-358/>
- AISC. (2022b). *Seismic Provisions for Structural Steel Buildings*. <https://www.aisc.org/publications/steel-standards/aisc-341/>
- AISC. (2022c). *Specification for Structural Steel Buildings*.
- Aleaga Del Salto, L. (2022). *Comparación De La Respuesta Sísmica Entra Pórticos Especiales A Momento Y Pórticos Arriostrados Excéntricamente, En Un Edificio De Acero De 10 Pisos, En El Cantón Ambato, Provincia De Tungurahua* [Tesis de Grado]. Universidad Técnica De Ambato.
- ASCE 7-16. (2017). Minimum Design Loads and Associated Criteria for Buildings and Other Structures. En *Minimum Design Loads and Associated Criteria for Buildings and Other Structures*. American Society of Civil Engineers. <https://doi.org/10.1061/9780784414248>

- Baquerico Sánchez, P. (2017). *Estudio Comparativo Técnico - Económico de una Edificación con Estructura de Hormigón Armado y Estructura de Acero* [Tesis de Grado]. Universidad de Especialidades Espíritu Santo.
- Cámara De La Industria De La Construcción. (2022). *Revista Construcción*.
- Carreño Pico, D., & Cañarte Panezo, C. (2019). *Diseño de una estructura sismo resistente de dos pisos para un Centro de Salud en la Universidad Técnica de Manabí de la Ciudad de Portoviejo* [Tesis de Grado, Escuela Superior Politécnica del Litoral].
<http://www.dspace.espol.edu.ec/handle/123456789/51454>
- Crisafulli, J. (2018). *Diseño sismorresistente De construcciones De acero 5° eDición*.
- Cristhian Eduardo Aguirre Sosapanta, & Alfer Justo Figueroa Bernal. (2008). *Análisis técnico-económico entre proyectos de construcción de estructura metálica y hormigón armado para edificios*.
- CYPE Ingenieros, S. A. (s/f). *Detalles Constructivos*.
- Emén, A., & Rojas, P. (s/f). *Análisis, Diseño y Evaluación Sísmica de Pórticos Especiales de Acero Resistentes a Momento (PEARM) a Base de Planchas Soldadas*.
<http://www.dspace.espol.edu.ec/handle/123456789/235>
- Fisher, J., & Kloiber, L. (2006). *Base Plate and Anchor Rod Design Second Edition Steel Design Guide*.
- Gavidía González, A., & Subía Sánchez, A. (2015). *Elaboración de los Procedimientos de Fabricación y Montaje de una Estructura de Acero para un Edificio Tipo* [Tesis de Grado, Escuela Politécnica Nacional]. <http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/10578>

- Guerrero Cuasapaz, D. (2019). Análisis Técnico Y Económico Del Diseño Por Desempeño De Edificios Con Estructura De Acero Utilizando Arriostramientos Concéntricos. *Revista Gaceta Técnica*, 20(1). <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.20052.86409>
- Mendoza Chávez, H. (2018). *Procesos de producción de estructuras metálicas: una revisión sistemática* [Trabajo de Investigación de Grado, Universidad Privada Del Norte]. <https://hdl.handle.net/11537/23543>
- Montachana Soque, R. (2014). *Verificación de las derivas de piso, para edificaciones de tres, seis y nueve pisos, de estructura metálica, para la ciudad de Ambato, Mediante el diseño sismo resistente, utilizando El Código Ecuatoriano de la Construcción (CEC-2002) y Las Normas Ecuatorianas de la Construcción (NEC-11), estudio de la estabilidad estructural* [Tesis de Grado, Universidad Técnica de Ambato]. <http://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/8503>
- Norma Ecuatoriana De La Construcción. (2014a). *Estructuras De Acero*.
- Norma Ecuatoriana De La Construcción. (2014b). *Peligro Sísmico - Diseño Sismo Resistente*.
- Pannillo, G., Chacón, M., & Riera, H. (2018). Desarrollo Y Programación De Conexiones Sismorresistentes Tipo BFP Y RBS Conforme A La Normativa ANSI/ASCI 358-16. *Revista Gaceta Técnica*, 19, 51–68. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.14002.50888>
- Pinos Labanda, J. (2021). *Propuesta de implementación de un modelo de gestión para la fabricación y montaje de estructuras metálicas* [Tesis de Grado, Universidad Politécnica Salesiana]. <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/21363>

- Porras Nanfuñay, J. (2019). *Estabilidad sísmica de una edificación de 8 pisos con Sistema Dual aplicando Diseño por Desempeño, San Martín de Porres 2019* [Tesis de Grado, Universidad César Vallejo]. <https://hdl.handle.net/20.500.12692/50019>
- Raúl Adrián Morales Salazar. (2024). *Comportamiento lineal de placa base descrita por aisc sometida a cargas cíclicas*.
- Satán Maji, J. (2023). *Análisis Correlacional de Tres Conexiones Precalificadas en Edificios Residenciales de Acero Considerando Diseño por Desempeño* [Tesis de Grado, Universidad Nacional de Chimborazo]. <http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/11034>
- Tapia Hernández, E., Santiago Flores, A., Guerrero Bobadilla, H., & Chávez Cano, M. (2020). Comportamiento Experimental De Conexiones De Marcos De Acero Ante Demandas Sísmicas. *Revista de Ingeniería Sísmica*, 103, 37–55. <https://doi.org/10.18867/ris.103.562>
- Vega Ilaquiche, A. (2021). *Desarrollo de un software para el diseño de conexiones precalificadas conforme a la normativa ANSI/AISC 358-16* [Tesis de Grado, Universidad Técnica De Ambato]. <https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/32382>
- Vivanco López, L., & Asqui Guamán, M. (2024). *Análisis comparativo de las derivas de piso en una edificación de hormigón armado para las ciudades de Esmeraldas, Ambato y Nueva Loja* [Tesis de Grado, Universidad Politécnica Salesiana]. <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/28699>

Anexos

Análisis de precios unitarios de edificio de 10 pisos con SMF:

1	COMPRA DE PERFILES ESTRUCTURALES			
UNIDAD	RUBRO	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
MATERIALES				
kg	COL 55X45	27243,78	2,04	55577,31
kg	COL 50X45	22673,56	2,04	46254,06
kg	COL 45X35	4197,74	2,04	8563,39
kg	VIGA 65X26	11394,43	2,04	23244,64
kg	VIGA 60X26	10348,81	2,04	21111,57
kg	VIGA 55X22	3453,37	2,04	7044,87
SUBTOTAL:				161795,85
MANO DE OBRA				
SUBTOTAL:				
EQUIPO Y MAQUINARIA				
SUBTOTAL:				
TRANSPORTE				
SUBTOTAL:				
TOTAL:				161795,85

2	TRANSPORTE DE PERFILES ESTRUCTURALES A572 Gr. 50			
UNIDAD	RUBRO	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
MATERIALES				
SUBTOTAL:				
MANO DE OBRA				
SUBTOTAL:				
EQUIPO Y MAQUINARIA				
SUBTOTAL:				
TRANSPORTE				
u	Transporte cama baja	5	500	2500
SUBTOTAL:				
TOTAL:				2500

3				
DESCARGA DE PERFILES ESTRUCTURALES A572 Gr. 50				
UNIDAD	RUBRO	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
MATERIALES				
SUBTOTAL:				
MANO DE OBRA				
Horas	MAESTRO DE OBRA	4	4,43	17,70
Horas	PEÓN	8	4,14	33,15
SUBTOTAL:				50,85
EQUIPO Y MAQUINARIA				
Horas	MONTACARGA (INCLUYE OPERADOR)	4	20	80
	HERRAMIENTAS MENORES (5% MO)			2,54
SUBTOTAL:				82,54
TRANSPORTE				
SUBTOTAL:				
TOTAL:				133,40

4				
SOLDADURA DE COLUMNAS				
UNIDAD	RUBRO	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
MATERIALES				
kg	ELECTRODO E-6011	284,00	5,90	1675,60
u	DISCOS DE DESBASTE (PARA COLUMNAS, PLANCHAS Y AGUJEROS DE ACCESO PARA SOLDADURA)	157,00	1,17	183,69
kg	PLANCHA A 572 Gr. 50 2440x6100 e=12	243,35	0,87	211,71
u	SPRAY GALVANIZADO EN FRIO	15	10,04	150,6
SUBTOTAL:				2221,60
MANO DE OBRA				
Horas	MAESTRO SOLDADOR	105,00	4,64	487,39
Horas	AYUDANTE DE SOLDADOR	210,00	4,25	892,97
Horas	SUPERVISOR	53,00	4,43	234,55
SUBTOTAL:				1614,91
EQUIPO Y MAQUINARIA				
Horas	AMOLADORA	86,00	0,63	53,75
Horas	ELECTROSOLDADORA 300 a	86,00	1,25	107,50
	HERRAMIENTAS MENORES (5% MO)			80,75
Horas	MONTACARGA (INCLUYE OPERADOR)	105,00	20	2100
Horas	EQUIPO DE OXICORTE	104,86	1,25	131,08
SUBTOTAL:				2473,07
TRANSPORTE				
SUBTOTAL:				0
TOTAL:				6309,58

5				
SOLDADURA Y CORTE DE PLACAS DE MONTAJE				
UNIDAD	RUBRO	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
MATERIALES				
kg	ELECTRODO 6011	68,00	5,90	401,20
Global	DISCOS DE DESBASTE	26,00	1,17	30,42
kg	PLANCHA A 572 Gr. 50 2440x6100 e=12	47,10	0,87	40,98
u	SPRAY GALVANIZADO EN FRIO	4	10,04	40,16
SUBTOTAL:				512,76
MANO DE OBRA				
Horas	MAESTRO SOLDADOR	16,00	4,64	74,27
Horas	AYUDANTE DE SOLDADOR	32,00	4,25	136,07
Horas	SUPERVISOR	8,00	4,43	35,40
SUBTOTAL:				245,74
EQUIPO Y MAQUINARIA				
Horas	AMOLADORA	10,00	0,63	6,25
Horas	ELECTROSOLDADORA 300 a	10,00	1,25	12,50
	HERRAMIENTAS MENORES (5% MO)			12,29
Horas	EQUIPO DE OXICORTE	15,00	1,25	18,75
SUBTOTAL:				49,79
TRANSPORTE				
SUBTOTAL:				
TOTAL:				808,288032

6				
CORTE Y SOLDADURA DE PLACAS DE CONTINUIDAD Y ZONA PANEL				
UNIDAD	RUBRO	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
MATERIALES				
kg	ELECTRODO 6011	753,00	5,90	4442,70
u	DISCOS DE DESBASTE	503,00	1,17	588,51
kg	PLANCHA A 572 Gr. 50 2440x6100 e=15	691,81	0,87	601,87
kg	PLANCHA A 572 Gr. 50 2440x6100 e=15	868,29	0,87	755,41
u	SPRAY GALVANIZADO EN FRIO	90,00	10,04	903,60
kg	PLANCHA A 572 Gr. 50 2440x6100 e=12	979,94	0,87	852,5478
SUBTOTAL:				8144,64
MANO DE OBRA				
Horas	MAESTRO SOLDADOR	226,00	4,64	1049,04
Horas	AYUDANTE DE SOLDADOR	452,00	4,25	1922,02
Horas	SUPERVISOR	113,00	4,43	500,07
SUBTOTAL:				3471,13
EQUIPO Y MAQUINARIA				
Horas	AMOLADORA	226,00	0,63	141,25
Horas	ELECTROSOLDADORA 300 a	226,00	1,25	282,50
	HERRAMIENTAS MENORES (5% MO)			173,56
Horas	EQUIPO DE OXICORTE	311,00	1,25	388,75
SUBTOTAL:				986,06
TRANSPORTE				
SUBTOTAL:				
TOTAL:				12601,83095

7				
CORTE Y FABRICACIÓN DE PLACAS BASE				
UNIDAD	RUBRO	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
MATERIALES				
kg	ELECTRODO 6011	105,00	5,90	619,50

u	DISCOS DE ESBASTE	94,00	1,17	109,98
kg	PLANCHA A 572 Gr. 50 2440x6100 e=12	1135,88	0,87	988,22
u	SPRAY GALVANIZADO EN FRIO	31,00	10,04	311,24
u	PERNOS ASTM F1554 D= 1 1/4 PLG (600mm)	16,00	32,00	512,00
u	PERNOS ASTM F1554 D= 1 PLG (600mm)	48,00	18,50	888,00
			SUBTOTAL:	3428,94
MANO DE OBRA				
Horas	MAESTRO SOLDADOR	53,00	4,64	246,01
Horas	AYUDANTE DE SOLDADOR	106,00	4,25	450,74
Horas	SUPERVISOR	13,25	4,43	58,64
			SUBTOTAL:	755,39
EQUIPO Y MAQUINARIA				
HERRAMIENTAS MENORES (5% MO)				37,77
Horas	EQUIPO DE OXICORTE	53,00	1,25	66,25
Horas	AMOLADORA	32,00	0,63	20,00
Horas	ELECTROSOLDADORA 300 a	32,00	1,25	40,00
			SUBTOTAL:	164,02
TRANSPORTE				
			SUBTOTAL:	
			TOTAL:	4870,15

UNIDAD	RUBRO	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
8 PEDESTAL DE HORMIGÓN				
MATERIALES				
u	CEMENTO FUERTE TIPO GU	10,00	7,68	76,80
m3	ARENA	0,65	13,50	8,78
m3	RIPIO	0,95	18,00	17,10
kg	ACERO REFUERZO FY=4200KG/CM2	80,00	0,81	64,80
kg	ALAMBRE GALVANIZADO	4,00	2,54	10,16
m3	AGUA	0,19	0,85	0,16
u	PLASTIMENT BV-40 Kg - SIKA DISENSA	0,10	22,60	2,26
			SUBTOTAL:	180,06
MANO DE OBRA				
Hora	MAESTRO DE OBRA	1,30	4,43	5,75
Hora	ALBAÑIL	2,00	4,19	8,37
Hora	PEON	12,40	4,14	51,39
Hora	AYUDANTE DE FERRERO	0,80	4,14	3,32
Hora	FERRERO	0,80	4,19	3,35
			SUBTOTAL:	72,18
EQUIPO Y MAQUINARIA				
Hora	CONCRETERA	1,00	4,48	4,48
Hora	VIBRADOR	1,00	4,08	4,08
			SUBTOTAL:	8,56
TRANSPORTE				
	?			
			SUBTOTAL:	
			TOTAL:	325,99

UNIDAD	RUBRO	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
9 MONTAJE DE COLUMNAS				
MATERIALES				
kg	ELECTRODO 6011	438,00	5,90	2584,20
u	DISCOS DE ESBASTE	168,00	1,17	196,56
			SUBTOTAL:	2780,76
MANO DE OBRA				
Horas	SOLDADOR	132	4,64	612,71
Horas	AYUDANTE DE SOLDADOR	132	4,25	561,30

Horas	MAESTRO DE OBRA	10	4,43	44,25
Horas	PEÓN	20	4,14	82,88
Horas				
SUBTOTAL:				1301,15
EQUIPO Y MAQUINARIA				
Horas	GRUA TELESCÓPICA 50 TON	10	120	1200
	HERRAMIENTAS MENORES (5% MO)			65,06
Horas	AMOLADORA	132,00	0,63	82,50
Horas	ELECTROSOLDADORA 300 a	132,00	1,25	165,00
SUBTOTAL:				1512,56
TRANSPORTE				
u	GRUA TELESCÓPICA 50 TON DESDE GUAYAQUIL	1	350	350
SUBTOTAL:				350
TOTAL:				5944,47

10	MONTAJE DE VIGAS			
UNIDAD	RUBRO	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
MATERIALES				
kg	ELECTRODO 6011	80,00	5,90	472,00
u	PERNOS A325 1/2 PULG	120	0,9	108
u	DISCOS DE ESBASTE	1	1,17	1,17
SUBTOTAL:				581,17
MANO DE OBRA				
Horas	SOLDADOR	27	4,64	125,33
Horas	AYUDANTE DE SOLDADOR	27	4,25	114,81
Horas	SUPERVISOR	6,75	4,43	29,87
Horas	PEÓN	12	4,14	49,73
SUBTOTAL:				319,739115
EQUIPO Y MAQUINARIA				
Horas	GRUA TELESCÓPICA 50 TON	6	120	720
	HERRAMIENTAS MENORES (5% MO)			15,99
Horas	AMOLADORA	24,00	0,63	15,00
Horas	ELECTROSOLDADORA 300 a	24,00	1,25	30,00
SUBTOTAL:				780,99
TRANSPORTE				
SUBTOTAL:				0
TOTAL:				1681,896071

Análisis de precios unitarios de edificio de 10 pisos con IMF

1	COMPRA DE PERFILES ESTRUCTURALES			
UNIDAD	RUBRO	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
MATERIALES				
kg	COL 55X45	20313,29	2,04	41439,11
kg	COL 50X45	18775,94	2,04	38302,93
kg	COL 45X35	4679,86	2,04	9546,91
kg	VIGA 65X26	13044,82	2,04	26611,42
kg	VIGA 60X26	11619,38	2,04	23703,54
kg	VIGA 55X22	4331,69	2,04	8836,65
SUBTOTAL:				148440,56
MANO DE OBRA				
		72764,98		

TOTAL: 133,40

4 SOLDADURA DE COLUMNAS				
UNIDAD	RUBRO	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
MATERIALES				
kg	ELECTRODO E-6011	230,00	5,90	1357,00
u	DISCOS DE DESBASTE (PARA COLUMNAS, PANCHAS Y AGUJEROS DE ACCESO PARA SOLDADURA)	142,00	1,17	166,14
kg	PLANCHA A 572 Gr. 50 2440x6100 e=12	243,35	0,87	211,71
u	SPRAY GALVANIZADO EN FRIO	13	10,04	130,52
SUBTOTAL:				1865,37
MANO DE OBRA				
Horas	MAESTRO SOLDADOR	93,00	4,64	431,69
Horas	AYUDANTE DE SOLDADOR	186,00	4,25	790,92
Horas	SUPERVISOR	47,00	4,43	207,99
Horas	PEÓN	0,00	4,14	0,00
SUBTOTAL:				1430,60
EQUIPO Y MAQUINARIA				
Horas	AMOLADORA	74,00	0,63	46,25
Horas	ELECTROSOLDADORA 300 a	74,00	1,25	92,50
	HERRAMIENTAS MENORES (5% MO)			71,53
Horas	MONTACARGA (INCLUYE OPERADOR)	93,00	20	1860
Horas	EQUIPO DE OXICORTE	74,00	1,25	92,50
SUBTOTAL:				2162,78
TRANSPORTE				
SUBTOTAL:				0
TOTAL:				5458,75

5 SOLDADURA Y CORTE DE PLACAS DE MONTAJE				
UNIDAD	RUBRO	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
MATERIALES				
kg	ELECTRODO 6011	55,00	5,90	324,50
Global	DISCOS DE DESBASTE	26,00	1,17	30,42
kg	PLANCHA A 572 Gr. 50 2440x6100 e=12	47,10	0,87	40,98
u	SPRAY GALVANIZADO EN FRIO	3	10,04	30,12
SUBTOTAL:				426,02
MANO DE OBRA				
Horas	MAESTRO SOLDADOR	16,00	4,64	74,27
Horas	AYUDANTE DE SOLDADOR	32,00	4,25	136,07
Horas	SUPERVISOR	8,00	4,43	35,40
SUBTOTAL:				245,74
EQUIPO Y MAQUINARIA				
Horas	AMOLADORA	10,00	0,63	6,25
Horas	ELECTROSOLDADORA 300 a	10,00	1,25	12,50
	HERRAMIENTAS MENORES (5% MO)			12,29
Horas	EQUIPO DE OXICORTE	6,00	1,25	7,50
SUBTOTAL:				38,54
TRANSPORTE				
SUBTOTAL:				
TOTAL:				710,298032

6 CORTE Y SOLDADURA DE PLACAS DE CONTINUIDAD Y ZONA PANEL				
UNIDAD	RUBRO	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
MATERIALES				
kg	ELECTRODO 6011	273,00	5,90	1610,70
u	DISCOS DE DESBASTE	195,00	1,17	228,15
kg	PLANCHA A 572 Gr. 50 2440x6100 e=16	1044,80	0,87	908,98
u	SPRAY GALVANIZADO EN FRIO	36,00	10,04	361,44

				SUBTOTAL:	3109,27
MANO DE OBRA					
Horas	MAESTRO SOLDADOR	88,00	4,64	408,48	
Horas	AYUDANTE DE SOLDADOR	176,00	4,25	748,40	
Horas	SUPERVISOR	44,00	4,43	194,72	
				SUBTOTAL:	1351,59
EQUIPO Y MAQUINARIA					
Horas	AMOLADORA	88,00	0,63	55,00	
Horas	ELECTROSOLDADORA 300 a	88,00	1,25	110,00	
	HERRAMIENTAS MENORES (5% MO)			67,58	
Horas	EQUIPO DE OXICORTE	33,00	1,25	41,25	
				SUBTOTAL:	273,83
TRANSPORTE					
				SUBTOTAL:	
				TOTAL:	4734,686676

7	CORTE Y FABRICACIÓN DE PLACAS BASE				
UNIDAD	RUBRO	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL	
MATERIALES					
kg	ELECTRODO 6011	250,00	5,90	1475,00	
u	DISCOS DE CORTE	184,00	1,17	215,28	
kg	PLANCHA A 572 Gr. 50 2440x6100 e=12	2317,14	0,87	2015,91	
u	SPRAY GALVANIZADO EN FRIO	63,00	10,04	632,52	
u	PERNOS ASTM F1554 D= 1 1/4 PLG (600mm)	48,00	32,00	1536,00	
u	PERNOS ASTM F1554 D= 1 PLG (600mm)	48,00	18,50	888,00	
				SUBTOTAL:	6762,71
MANO DE OBRA					
Horas	MAESTRO SOLDADOR	113,00	4,64	524,52	
Horas	AYUDANTE DE SOLDADOR	226,00	4,25	961,01	
Horas	SUPERVISOR	28,25	4,43	125,02	
				SUBTOTAL:	1610,55
EQUIPO Y MAQUINARIA					
	HERRAMIENTAS MENORES (5% MO)			80,53	
Horas	EQUIPO DE OXICORTE	113,00	1,25	141,25	
Horas	AMOLADORA	80,00	0,63	50,00	
Horas	ELECTROSOLDADORA 300 a	80,00	1,25	100,00	
				SUBTOTAL:	371,78
TRANSPORTE					
				SUBTOTAL:	
				TOTAL:	9794,44

8	PEDESTAL DE HORMIGÓN				
UNIDAD	RUBRO	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL	
MATERIALES					
u	CEMENTO FUERTE TIPO GU	10,00	7,68	76,80	
m3	ARENA	0,65	13,50	8,78	
m3	RIPIO	0,95	18,00	17,10	
kg	ACERO REFUERZO FY=4200KG/CM2	80,00	0,81	64,80	
kg	ALAMBRE GALVANIZADO	4,00	2,54	10,16	
m3	AGUA	0,19	0,85	0,16	
u	PLASTIMENT BV-40 Kg - SIKA DISENSA	0,10	22,60	2,26	
				SUBTOTAL:	180,06
MANO DE OBRA					
Hora	MAESTRO DE OBRA	1,30	4,43	5,75	
Hora	ALBAÑIL	2,00	4,19	8,37	
Hora	PEON	12,40	4,14	51,39	
Hora	AYUDANTE DE FIERRERO	0,80	4,14	3,32	
Hora	FIERRERO	0,80	4,19	3,35	

				SUBTOTAL:	72,18
EQUIPO Y MAQUINARIA					
Hora	CONCRETERA	1,00	4,48	4,48	
Hora	VIBRADOR	1,00	4,08	4,08	
				SUBTOTAL:	8,56
TRANSPORTE					
				SUBTOTAL:	
				TOTAL:	325,99

9	MONTAJE DE COLUMNAS				
UNIDAD	RUBRO	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL	
MATERIALES					
kg	ELECTRODO 6011	520,00	5,90	3068,00	
u	DISCOS DE ESBASTE	212,00	1,17	248,04	
				SUBTOTAL:	3316,04
MANO DE OBRA					
Horas	SOLDADOR	167	4,64	775,18	
Horas	AYUDANTE DE SOLDADOR	167	4,25	710,13	
Horas	MAESTRO DE OBRA	10	4,43	44,25	
Horas	OPERADOR GRÚA	0	4,64	0,00	
Horas	PEÓN	20	4,14	82,88	
				SUBTOTAL:	1612,44
EQUIPO Y MAQUINARIA					
Horas	GRUA TELESCÓPICA 50 TON	10	120	1200	
	HERRAMIENTAS MENORES (5% MO)			80,62	
Horas	AMOLADORA	167,00	0,63	104,38	
Horas	ELECTROSOLDADORA 300 a	167,00	1,25	208,75	
				SUBTOTAL:	1593,75
TRANSPORTE					
u	GRUA TELESCÓPICA 50 TON DESDE GUAYAQUIL	1	350	350	
				SUBTOTAL:	350
				TOTAL:	6872,23

10	MONTAJE DE VIGAS				
UNIDAD	RUBRO	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL	
MATERIALES					
kg	ELECTRODO 6011	75,00	5,90	442,50	
u	PERNOS A325 1/2 PULG	120	0,9	108	
u	DISCOS DE ESBASTE	1	1,17	1,17	
				SUBTOTAL:	551,67
MANO DE OBRA					
Horas	SOLDADOR	27	4,64	125,33	
Horas	AYUDANTE DE SOLDADOR	27	4,25	114,81	
Horas	SUPERVISOR	6,75	4,43	29,87	
Horas	PEÓN	12	4,14	49,73	
				SUBTOTAL:	319,739115
EQUIPO Y MAQUINARIA					
Horas	GRUA TELESCÓPICA 50 TON	6	120	720	
	HERRAMIENTAS MENORES (5% MO)			15,99	
Horas	AMOLADORA	24,00	0,63	15,00	
Horas	ELECTROSOLDADORA 300 a	24,00	1,25	30,00	
				SUBTOTAL:	780,99
TRANSPORTE					
				SUBTOTAL:	
				TOTAL:	

	SUBTOTAL:	0
	TOTAL:	1652,396071

Análisis de precios unitarios de edificio de 4 pisos SMF

1	COMPRA DE PERFILES ESTRUCTURALES			
UNIDAD	RUBRO	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
MATERIALES				
kg	COL 35X35	7950,48	2,04	16218,98
kg	COL 30X30	3065,65	2,04	6253,93
kg	VIGA 45X18	2378,36	2,04	4851,85
kg	VIGA 40X16	1935,24	2,04	3947,89
SUBTOTAL:				31272,65
MANO DE OBRA				
		15329,73		
SUBTOTAL:				
EQUIPO Y MAQUINARIA				
SUBTOTAL:				
TRANSPORTE				
SUBTOTAL:				
TOTAL:				31272,65

2	TRANSPORTE DE PERFILES ESTRUCTURALES A572 Gr. 50			
UNIDAD	RUBRO	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
MATERIALES				
SUBTOTAL:				
MANO DE OBRA				
SUBTOTAL:				
EQUIPO Y MAQUINARIA				
SUBTOTAL:				
TRANSPORTE				
u	Transporte cama baja	1	500	500
SUBTOTAL:				
TOTAL:				500

3	DESCARGA DE PERFILES ESTRUCTURALES A572 Gr. 50			
UNIDAD	RUBRO	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
MATERIALES				

SUBTOTAL:				
MANO DE OBRA				
Horas	MAESTRO DE OBRA	1	4,43	4,43
Horas	PEÓN	2	4,14	8,29
SUBTOTAL:				
12,71				
EQUIPO Y MAQUINARIA				
Horas	MONTACARGA (INCLUYE OPERADOR)	1	20	20
	HERRAMIENTAS MENORES (5% MO)			0,64
SUBTOTAL:				
20,64				
TRANSPORTE				
SUBTOTAL:				
TOTAL:				
33,35				

4 SOLDADURA DE COLUMNAS				
UNIDAD	RUBRO	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
MATERIALES				
kg	ELECTRODO E-6011	58,00	5,90	342,20
u	DISCOS DE DESBASTE (PARA COLUMNAS, PLANCHAS Y AGUJEROS DE ACCESO PARA SOLDADURA)	38,00	1,17	44,46
kg	PLANCHA A 572 Gr. 50 2440x6100 e=8	53,07	0,87	46,17
u	SPRAY GALVANIZADO EN FRIO	4	10,04	40,16
SUBTOTAL:				
472,99				
MANO DE OBRA				
Horas	MAESTRO SOLDADOR	25,00	4,64	116,04
Horas	AYUDANTE DE SOLDADOR	50,00	4,25	212,61
Horas	SUPERVISOR	13,00	4,43	57,53
Horas	PEÓN	0,00	4,14	0,00
SUBTOTAL:				
386,19				
EQUIPO Y MAQUINARIA				
Horas	AMOLADORA	19,00	0,63	11,88
Horas	ELECTROSOLDADORA 300 a	19,00	1,25	23,75
	HERRAMIENTAS MENORES (5% MO)			19,31
Horas	MONTACARGA (INCLUYE OPERADOR)	25,00	20	500
Horas	EQUIPO DE OXICORTE	19,00	1,25	23,75
SUBTOTAL:				
578,68				
TRANSPORTE				
SUBTOTAL:				
0				
TOTAL:				
1437,86				

5 SOLDADURA Y CORTE DE PLACAS DE MONTAJE				
UNIDAD	RUBRO	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
MATERIALES				
kg	ELECTRODO 6011	14,00	5,90	82,60
Global	DISCOS DE DESBASTE	11,00	1,17	12,87
kg	PLANCHA A 572 Gr. 50 2440x6100 e=8	15,07	0,87	13,11
u	SPRAY GALVANIZADO EN FRIO	1	10,04	10,04
SUBTOTAL:				
118,62				
MANO DE OBRA				
Horas	MAESTRO SOLDADOR	7,00	4,64	32,49
Horas	AYUDANTE DE SOLDADOR	14,00	4,25	59,53
Horas	SUPERVISOR	4,00	4,43	17,70
SUBTOTAL:				
109,73				

EQUIPO Y MAQUINARIA				
Horas	AMOLADORA	4,00	0,63	2,50
Horas	ELECTROSOLDADORA 300 a	4,00	1,25	5,00
	HERRAMIENTAS MENORES (5% MO)			5,49
Horas	EQUIPO DE OXICORTE	3,00	1,25	3,75
				SUBTOTAL:
TRANSPORTE				
				SUBTOTAL:
				TOTAL:
				245,084541

6 CORTE Y SOLDADURA DE PLACAS DE CONTINUIDAD Y ZONA PANEL				
UNIDAD	RUBRO	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
MATERIALES				
kg	ELECTRODO 6011	117,00	5,90	690,30
u	DISCOS DE DESBASTE	84,00	1,17	98,28
kg	PLANCHA A 572 Gr. 50 2440x6100 e=12	631,22	0,87	549,16
u	SPRAY GALVANIZADO EN FRIO	21,00	10,04	210,84
				SUBTOTAL:
1548,58				
MANO DE OBRA				
Horas	MAESTRO SOLDADOR	38,00	4,64	176,39
Horas	AYUDANTE DE SOLDADOR	76,00	4,25	323,17
Horas	SUPERVISOR	19,00	4,43	84,08
				SUBTOTAL:
583,64				
EQUIPO Y MAQUINARIA				
Horas	AMOLADORA	38,00	0,63	23,75
Horas	ELECTROSOLDADORA 300 a	38,00	1,25	47,50
	HERRAMIENTAS MENORES (5% MO)			29,18
Horas	EQUIPO DE OXICORTE	15,00	1,25	18,75
				SUBTOTAL:
119,18				
TRANSPORTE				
				SUBTOTAL:
				TOTAL:
				2251,405101

7 CORTE Y FABRICACIÓN DE PLACAS BASE				
UNIDAD	RUBRO	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
MATERIALES				
kg	ELECTRODO 6011	56,00	5,90	330,40
u	DISCOS DE CORTE	44,00	1,17	51,48
kg	PLANCHA A 572 Gr. 50 2440x6100 e=12	428,14	0,87	372,48
u	SPRAY GALVANIZADO EN FRIO	12,00	10,04	120,48
u	PERNOS ASTM F1554 D= 1 1/4 PLG (600mm)	32,00	32,00	1024,00
				SUBTOTAL:
1898,84				
MANO DE OBRA				
Horas	MAESTRO SOLDADOR	27,00	4,64	125,33
Horas	AYUDANTE DE SOLDADOR	54,00	4,25	229,62
Horas	SUPERVISOR	6,75	4,43	29,87
				SUBTOTAL:
384,82				
EQUIPO Y MAQUINARIA				
	HERRAMIENTAS MENORES (5% MO)			19,24
Horas	EQUIPO DE OXICORTE	27,00	1,25	33,75
Horas	AMOLADORA	18,00	0,63	11,25
Horas	ELECTROSOLDADORA 300 a	18,00	1,25	22,50
				SUBTOTAL:
86,74				
TRANSPORTE				

SUBTOTAL:	
TOTAL:	2654,85

8	PEDESTAL DE HORMIGÓN			
UNIDAD	RUBRO	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
MATERIALES				
u	CEMENTO FUERTE TIPO GU	8,25	7,68	63,36
m3	ARENA	0,65	13,50	8,78
m3	RIPIO	0,95	18,00	17,10
kg	ACERO REFUERZO FY=4200KG/CM2	80,00	0,81	64,80
kg	ALAMBRE GALVANIZADO	4,00	2,54	10,16
m3	AGUA	0,18	0,85	0,15
u	PLASTIMENT BV-40 Kg - SIKA DISENSA	0,08	22,60	1,81
SUBTOTAL:				166,16
MANO DE OBRA				
Hora	MAESTRO DE OBRA	1,30	4,43	5,75
Hora	ALBAÑIL	2,00	4,19	8,37
Hora	PEON	12,40	4,14	51,39
Hora	AYUDANTE DE FERRERO	0,80	4,14	3,32
Hora	FIERRERO	0,80	4,19	3,35
SUBTOTAL:				72,18
EQUIPO Y MAQUINARIA				
Hora	CONCRETERA	1,00	4,48	4,48
Hora	VIBRADOR	1,00	4,08	4,08
SUBTOTAL:				8,56
TRANSPORTE				
SUBTOTAL:				
SUBTOTAL:				
TOTAL:				308,62

9	MONTAJE DE COLUMNAS			
UNIDAD	RUBRO	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
MATERIALES				
kg	ELECTRODO 6011	121,00	5,90	713,90
u	DISCOS DE ESBASTE	50,00	1,17	58,50
SUBTOTAL:				772,40
MANO DE OBRA				
Horas	SOLDADOR	40	4,64	185,67
Horas	AYUDANTE DE SOLDADOR	40	4,25	170,09
Horas	SUPERVISOR	10	4,43	44,25
Horas	PEÓN	4	4,14	16,58
SUBTOTAL:				416,59
EQUIPO Y MAQUINARIA				
Horas	GRUA TELESCÓPICA 50 TON	2	120	240
	HERRAMIENTAS MENORES (5% MO)			20,83
Horas	AMOLADORA	40,00	0,63	25,00
Horas	ELECTROSOLDADORA 300 a	40,00	1,25	50,00
SUBTOTAL:				335,83
TRANSPORTE				
u	GRUA TELESCÓPICA 50 TON DESDE GUAYAQUIL	1	350	350
SUBTOTAL:				350
TOTAL:				1874,82

10	MONTAJE DE VIGAS			
UNIDAD	RUBRO	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL

MATERIALES				
kg	ELECTRODO 6011	26,00	5,90	153,40
u	PERNOS A325 1/2 PULG	48	0,9	43,2
u	DISCOS DE ESBASTE	1	1,17	1,17
				SUBTOTAL:
197,77				
MANO DE OBRA				
Horas	SOLDADOR	9	4,64	41,78
Horas	AYUDANTE DE SOLDADOR	9	4,25	38,27
Horas	SUPERVISOR	2,25	4,43	9,96
Horas	PEÓN	2	4,14	8,29
				SUBTOTAL:
98,291585				
EQUIPO Y MAQUINARIA				
Horas	GRUA TELESCÓPICA 50 TON	1	120	120
				SUBTOTAL:
4,91				
Horas	HERRAMIENTAS MENORES (5% MO)			
Horas	AMOLADORA	24,00	0,63	15,00
Horas	ELECTROSOLDADORA 300 a	24,00	1,25	30,00
				SUBTOTAL:
169,91				
TRANSPORTE				
				SUBTOTAL:
				TOTAL:
465,9761643				

Análisis de precios unitarios de edificio de 4 pisos con IMF

1				
COMPRA DE PERFILES ESTRUCTURALES				
UNIDAD	RUBRO	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
MATERIALES				
kg	COL 45X35	7129,06	2,04	14543,28
kg	COL 40X30	2680,18	2,04	5467,57
kg	VIGA 40X16	1849,33	2,04	3772,63
kg	VIGA 45X18	1965,77	2,04	4010,17
				SUBTOTAL:
27793,65				
MANO DE OBRA				
		13624,34		
				SUBTOTAL:
EQUIPO Y MAQUINARIA				
				SUBTOTAL:
TRANSPORTE				
				SUBTOTAL:
				TOTAL:
27793,65				

2				
TRANSPORTE DE PERFILES ESTRUCTURALES A572 Gr. 50				
UNIDAD	RUBRO	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
MATERIALES				

				SUBTOTAL:		
MANO DE OBRA						
				SUBTOTAL:		
EQUIPO Y MAQUINARIA						
				SUBTOTAL:		
TRANSPORTE						
u	Transporte cama baja		1	500	500	
				SUBTOTAL:		
					TOTAL:	500

3	DESCARGA DE PERFILES ESTRUCTURALES A572 Gr. 50					
UNIDAD	RUBRO	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL		
MATERIALES						
				SUBTOTAL:		
MANO DE OBRA						
Horas	MAESTRO DE OBRA	1	4,43	4,43		
Horas	PEÓN	2	4,14	8,29		
				SUBTOTAL:	12,71	
EQUIPO Y MAQUINARIA						
Horas	MONTACARGA (INCLUYE OPERADOR)	1	20	20		
	HERRAMIENTAS MENORES (5% MO)			0,64		
				SUBTOTAL:	20,64	
TRANSPORTE						
				SUBTOTAL:		
					TOTAL:	33,35

4	SOLDADURA DE COLUMNAS				
UNIDAD	RUBRO	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL	
MATERIALES					
kg	ELECTRODO E-6011	51,00	5,90	300,90	
u	DISCOS DE DESBASTE (PARA COLUMNAS, PLANCHAS Y AGUJEROS DE ACCESO PARA SOLDADURA)	43,00	1,17	50,31	
kg	PLANCHA A 572 Gr. 50 2440x6100 e=12	75,36	0,87	65,56	
u	SPRAY GALVANIZADO EN FRIO	4	10,04	40,16	
				SUBTOTAL:	456,93
MANO DE OBRA					
Horas	MAESTRO SOLDADOR	28,00	4,64	129,97	
Horas	AYUDANTE DE SOLDADOR	56,00	4,25	238,13	
Horas	SUPERVISOR	14,00	4,43	61,96	
Horas	PEÓN	0,00	4,14	0,00	
				SUBTOTAL:	430,05
EQUIPO Y MAQUINARIA					
Horas	AMOLADORA	22,00	0,63	13,75	
Horas	ELECTROSOLDADORA 300 a	22,00	1,25	27,50	
	HERRAMIENTAS MENORES (5% MO)			21,50	
Horas	MONTACARGA (INCLUYE OPERADOR)	28,00	20	560	

Horas	EQUIPO DE OXICORTE	22,00	1,25	27,5	
			SUBTOTAL:	650,25	
TRANSPORTE					
				SUBTOTAL:	0
				TOTAL:	1537,24

5	SOLDADURA Y CORTE DE PLACAS DE MONTAJE				
UNIDAD	RUBRO	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL	
MATERIALES					
kg	ELECTRODO 6011	13,00	5,90	76,70	
Global	DISCOS DE DESBASTE	11,00	1,17	12,87	
kg	PLANCHA A 572 Gr. 50 2440x6100 e=12	22,61	0,87	19,67	
u	SPRAY GALVANIZADO EN FRIO	1	10,04	10,04	
				SUBTOTAL:	119,28
MANO DE OBRA					
Horas	MAESTRO SOLDADOR	7,00	4,64	32,49	
Horas	AYUDANTE DE SOLDADOR	14,00	4,25	59,53	
Horas	SUPERVISOR	4,00	4,43	17,70	
				SUBTOTAL:	109,73
EQUIPO Y MAQUINARIA					
Horas	AMOLADORA	4,00	0,63	2,50	
Horas	ELECTROSOLDADORA 300 a	4,00	1,25	5,00	
	HERRAMIENTAS MENORES (5% MO)			5,49	
Horas	EQUIPO DE OXICORTE	3,00	1,25	3,75	
				SUBTOTAL:	16,74
TRANSPORTE					
				SUBTOTAL:	
				TOTAL:	245,740861

6	CORTE Y SOLDADURA DE PLACAS DE CONTINUIDAD Y ZONA PANEL				
UNIDAD	RUBRO	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL	
MATERIALES					
kg	ELECTRODO 6011	56,00	5,90	330,40	
u	DISCOS DE DESBASTE	53,00	1,17	62,01	
kg	PLANCHA A 572 Gr. 50 2440x6100 e=12	186,01	0,87	161,83	
u	SPRAY GALVANIZADO EN FRIO	7,00	10,04	70,28	
				SUBTOTAL:	624,52
MANO DE OBRA					
Horas	MAESTRO SOLDADOR	24,00	4,64	111,40	
Horas	AYUDANTE DE SOLDADOR	48,00	4,25	204,11	
Horas	SUPERVISOR	12,00	4,43	53,10	
Horas	PEÓN	0,00	4,14	0,00	
				SUBTOTAL:	368,62
EQUIPO Y MAQUINARIA					
Horas	AMOLADORA	24,00	0,63	15,00	
Horas	ELECTROSOLDADORA 300 a	24,00	1,25	30,00	
	HERRAMIENTAS MENORES (5% MO)			18,43	
Horas	EQUIPO DE OXICORTE	9,00	1,25	11,25	
				SUBTOTAL:	74,68
TRANSPORTE					
				SUBTOTAL:	
				TOTAL:	1067,815248

7	CORTE Y FABRICACIÓN DE PLACAS BASE			
---	------------------------------------	--	--	--

UNIDAD	RUBRO	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
MATERIALES				
kg	ELECTRODO 6011	129,00	5,90	761,10
u	DISCOS DE CORTE	135,00	1,17	157,95
kg	PLANCHA A 572 Gr. 50 2440x6100 e=12	1414,42	0,87	1230,55
u	SPRAY GALVANIZADO EN FRIO	39,00	10,04	391,56
u	PERNOS ASTM F1554 D= 1 1/4 PLG (600mm)	48,00	32,00	1536,00
SUBTOTAL:				4077,16
MANO DE OBRA				
Horas	MAESTRO SOLDADOR	81,00	4,64	375,98
Horas	AYUDANTE DE SOLDADOR	162,00	4,25	688,87
Horas	SUPERVISOR	20,25	4,43	89,61
SUBTOTAL:				1154,46
EQUIPO Y MAQUINARIA				
	HERRAMIENTAS MENORES (5% MO)			57,72
Horas	EQUIPO DE OXICORTE	81,00	1,25	101,25
Horas	AMOLADORA	55,00	0,63	34,38
Horas	ELECTROSOLDADORA 300 a	55,00	1,25	68,75
SUBTOTAL:				262,10
TRANSPORTE				
SUBTOTAL:				
			TOTAL:	6152,96

UNIDAD	RUBRO	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
MATERIALES				
u	CEMENTO FUERTE TIPO GU	8,25	7,68	63,36
m3	ARENA	0,65	13,50	8,78
m3	RIPIO	0,95	18,00	17,10
kg	ACERO REFUERZO FY=4200KG/CM2	80,00	0,81	64,80
kg	ALAMBRE GALVANIZADO	4,00	2,54	10,16
m3	AGUA	0,18	0,85	0,15
u	PLASTIMENT BV-40 Kg - SIKA DISENSA	0,08	22,60	1,81
SUBTOTAL:				166,16
MANO DE OBRA				
Hora	MAESTRO DE OBRA	1,30	4,43	5,75
Hora	ALBAÑIL	2,00	4,19	8,37
Hora	PEON	12,40	4,14	51,39
Hora	AYUDANTE DE FERRERO	0,80	4,14	3,32
Hora	FIERRERO	0,80	4,19	3,35
SUBTOTAL:				72,18
EQUIPO Y MAQUINARIA				
Hora	CONCRETERA	1,00	4,48	4,48
Hora	VIBRADOR	1,00	4,08	4,08
SUBTOTAL:				8,56
TRANSPORTE				
	?			
SUBTOTAL:				
			TOTAL:	308,62

UNIDAD	RUBRO	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
MATERIALES				
kg	ELECTRODO 6011	134,00	5,90	790,60
u	DISCOS DE ESBASTE	73,00	1,17	85,41

				SUBTOTAL:	876,01
MANO DE OBRA					
Horas	SOLDADOR	58	4,64	269,22	
Horas	AYUDANTE DE SOLDADOR	58	4,25	246,63	
Horas	SUPERVISOR	14,5	4,43	64,17	
Horas	PEÓN	4	4,14	16,58	
				SUBTOTAL:	596,60
EQUIPO Y MAQUINARIA					
Horas	GRUA TELESCÓPICA 50 TON	2	120	240	
	HERRAMIENTAS MENORES (5% MO)			29,83	
Horas	AMOLADORA	58,00	0,63	36,25	
Horas	ELECTROSOLDADORA 300 a	58,00	1,25	72,50	
				SUBTOTAL:	378,58
TRANSPORTE					
u	GRUA TELESCÓPICA 50 TON DESDE GUAYAQUIL	1	350	350	
				SUBTOTAL:	350
				TOTAL:	2201,19

10	MONTAJE DE VIGAS				
UNIDAD	RUBRO	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL	
MATERIALES					
kg	ELECTRODO 6011	20,00	5,90	118,00	
u	PERNOS A325 1/2 PULG	48	0,9	43,2	
u	DISCOS DE ESBASTE	1	1,17	1,17	
				SUBTOTAL:	162,37
MANO DE OBRA					
Horas	SOLDADOR	9	4,64	41,78	
Horas	AYUDANTE DE SOLDADOR	9	4,25	38,27	
Horas	SUPERVISOR	2,25	4,43	9,96	
Horas	PEÓN	2	4,14	8,29	
				SUBTOTAL:	98,291585
EQUIPO Y MAQUINARIA					
Horas	GRUA TELESCÓPICA 50 TON	1	120	120	
	HERRAMIENTAS MENORES (5% MO)			4,91	
Horas	AMOLADORA	24,00	0,63	15,00	
Horas	ELECTROSOLDADORA 300 a	24,00	1,25	30,00	
				SUBTOTAL:	169,91
TRANSPORTE					
				SUBTOTAL:	0
				TOTAL:	430,5761643

Análisis de precios unitarios de edificio de 2 pisos con SMF

1	COMPRA DE PERFILES ESTRUCTURALES				
UNIDAD	RUBRO	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL	
MATERIALES					
kg	COL 35X35	2421,88	2,04	4940,64	
kg	VIGA 45X18	1008,88	2,04	2058,12	
				SUBTOTAL:	6998,75
MANO DE OBRA					
				SUBTOTAL:	

				SUBTOTAL:
EQUIPO Y MAQUINARIA				
				SUBTOTAL:
TRANSPORTE				
				SUBTOTAL:
				TOTAL: 6998,75

2	TRANSPORTE DE PERFILES ESTRUCTURALES A572 Gr. 50			
UNIDAD	RUBRO	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
MATERIALES				
				SUBTOTAL:
MANO DE OBRA				
				SUBTOTAL:
EQUIPO Y MAQUINARIA				
				SUBTOTAL:
TRANSPORTE				
u	Transporte cama baja	1	500	500
				SUBTOTAL:
				TOTAL: 500

3	DESCARGA DE PERFILES ESTRUCTURALES A572 Gr. 50			
UNIDAD	RUBRO	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
MATERIALES				
				SUBTOTAL:
MANO DE OBRA				
Horas	MAESTRO DE OBRA	1	4,43	4,43
Horas	PEÓN	2	4,14	8,29
				SUBTOTAL: 12,71
EQUIPO Y MAQUINARIA				
Horas	MONTACARGA (INCLUYE OPERADOR)	1	20	20
	HERRAMIENTAS MENORES (5% MO)			0,64
				SUBTOTAL: 20,64
TRANSPORTE				
				SUBTOTAL:

TOTAL: 33,35

4	SOLDADURA DE COLUMNAS			
UNIDAD	RUBRO	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
MATERIALES				
kg	ELECTRODO E-6011	13,00	5,90	76,70
u	DISCOS DE DESBASTE (PARA COLUMNAS, PLANCHAS Y AGUJEROS DE ACCESO PARA SOLDADURA)	18,00	1,17	21,06
u	SPRAY GALVANIZADO EN FRIO	1	10,04	10,04
SUBTOTAL:				107,80
MANO DE OBRA				
Horas	MAESTRO SOLDADOR	12,00	4,64	55,70
Horas	AYUDANTE DE SOLDADOR	24,00	4,25	102,05
Horas	SUPERVISOR	6,00	4,43	26,55
SUBTOTAL:				184,31
EQUIPO Y MAQUINARIA				
Horas	AMOLADORA	9,00	0,63	5,63
Horas	ELECTROSOLDADORA 300 a	9,00	1,25	11,25
	HERRAMIENTAS MENORES (5% MO)			9,22
Horas	MONTACARGA (INCLUYE OPERADOR)	12,00	20	240
Horas	EQUIPO DE OXICORTE	9,00	1,25	11,25
SUBTOTAL:				277,34
TRANSPORTE				
SUBTOTAL:				0
TOTAL:				569,45

5	SOLDADURA Y CORTE DE PLACAS DE MONTAJE			
UNIDAD	RUBRO	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
MATERIALES				
kg	ELECTRODO 6011	4,00	5,90	23,60
Global	DISCOS DE DESBASTE	6,00	1,17	7,02
kg	PLANCHA A 572 Gr. 50 2440x6100 e=12	11,30	0,87	9,83
u	SPRAY GALVANIZADO EN FRIO	1	10,04	10,04
SUBTOTAL:				50,49
MANO DE OBRA				
Horas	MAESTRO SOLDADOR	4,00	4,64	18,57
Horas	AYUDANTE DE SOLDADOR	8,00	4,25	34,02
Horas	SUPERVISOR	2,00	4,43	8,85
SUBTOTAL:				61,44
EQUIPO Y MAQUINARIA				
Horas	AMOLADORA	2,00	0,63	1,25
Horas	ELECTROSOLDADORA 300 a	2,00	1,25	2,50
	HERRAMIENTAS MENORES (5% MO)			3,07
Horas	EQUIPO DE OXICORTE	2,00	1,25	2,5
SUBTOTAL:				9,32
TRANSPORTE				
SUBTOTAL:				
TOTAL:				121,252238

6	CORTE Y SOLDADURA DE PLACAS DE CONTINUIDAD Y ZONA PANEL			
UNIDAD	RUBRO	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
MATERIALES				
kg	ELECTRODO 6011	33,00	5,90	194,70
u	DISCOS DE DESBASTE	48,00	1,17	56,16
kg	PLANCHA A 572 Gr. 50 2440x6100 e=12	135,29	0,87	117,70
u	SPRAY GALVANIZADO EN FRIO	5,00	10,04	50,20

				SUBTOTAL:	418,76
MANO DE OBRA					
Horas	MAESTRO SOLDADOR	22,00	4,64	102,12	
Horas	AYUDANTE DE SOLDADOR	44,00	4,25	187,10	
Horas	SUPERVISOR	11,00	4,43	48,68	
				SUBTOTAL:	337,90
EQUIPO Y MAQUINARIA					
Horas	AMOLADORA	22,00	0,63	13,75	
Horas	ELECTROSOLDADORA 300 a	22,00	1,25	27,50	
	HERRAMIENTAS MENORES (5% MO)			16,89	
Horas	EQUIPO DE OXICORTE	9,00	1,25	11,25	
				SUBTOTAL:	69,39
TRANSPORTE					
				SUBTOTAL:	
				TOTAL:	826,054969

7	CORTE Y FABRICACIÓN DE PLACAS BASE				
UNIDAD	RUBRO	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL	
MATERIALES					
kg	ELECTRODO 6011	23,00	5,90	135,70	
u	DISCOS DE CORTE	41,00	1,17	47,97	
kg	PLANCHA A 572 Gr. 50 2440x6100 e=12	467,23	0,87	406,49	
u	SPRAY GALVANIZADO EN FRIO	13,00	10,04	130,52	
u	PERNOS ASTM F1554 D= 1 PLG (600mm)	16,00	18,50	296,00	
				SUBTOTAL:	1016,68
MANO DE OBRA					
Horas	MAESTRO SOLDADOR	24,00	4,64	111,40	
Horas	AYUDANTE DE SOLDADOR	48,00	4,25	204,11	
Horas	SUPERVISOR	6,00	4,43	26,55	
				SUBTOTAL:	342,06
EQUIPO Y MAQUINARIA					
	HERRAMIENTAS MENORES (5% MO)			17,10	
Horas	EQUIPO DE OXICORTE	24,00	1,25	30	
Horas	AMOLADORA	15,00	0,63	9,38	
Horas	ELECTROSOLDADORA 300 a	15,00	1,25	18,75	
				SUBTOTAL:	75,23
TRANSPORTE					
				SUBTOTAL:	
				TOTAL:	1606,05

8	PEDESTAL DE HORMIGÓN				
UNIDAD	RUBRO	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL	
MATERIALES					
u	CEMENTO FUERTE TIPO GU	7,21	7,68	55,37	
m3	ARENA	0,65	13,50	8,78	
m3	RIPIO	0,95	18,00	17,10	
kg	ACERO REFUERZO FY=4200KG/CM2	80,00	0,81	64,80	
kg	ALAMBRE GALVANIZADO	4,00	2,54	10,16	
m3	AGUA	0,24	0,85	0,20	
				SUBTOTAL:	156,41
MANO DE OBRA					
Hora	MAESTRO DE OBRA	1,30	4,43	5,75	
Hora	ALBAÑIL	2,00	4,19	8,37	
Hora	PEON	12,40	4,14	51,39	
Hora	AYUDANTE DE FIERRERO	0,80	4,14	3,32	
Hora	FIERRERO	0,80	4,19	3,35	

				SUBTOTAL:	72,18	
EQUIPO Y MAQUINARIA						
Hora	CONCRETERA	1,00	4,48	4,48		
Hora	VIBRADOR	1,00	4,08	4,08		
				SUBTOTAL:	8,56	
TRANSPORTE						
	?					
				SUBTOTAL:		
					TOTAL:	296,44

9	MONTAJE DE COLUMNAS					
UNIDAD	RUBRO	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL		
MATERIALES						
kg	ELECTRODO 6011	32,00	5,90	188,80		
u	DISCOS DE ESBASTE	27,00	1,17	31,59		
				SUBTOTAL:	220,39	
MANO DE OBRA						
Horas	SOLDADOR	21	4,64	97,48		
Horas	AYUDANTE DE SOLDADOR	21	4,25	89,30		
Horas	SUPERVISOR	5,25	4,43	23,23		
Horas	PEÓN	2	4,14	8,29		
				SUBTOTAL:	218,30	
EQUIPO Y MAQUINARIA						
Horas	GRUA TELESCÓPICA 50 TON	1	120	120		
	HERRAMIENTAS MENORES (5% MO)			10,91		
Horas	AMOLADORA	21,00	0,63	13,13		
Horas	ELECTROSOLDADORA 300 a	21,00	1,25	26,25		
				SUBTOTAL:	170,29	
TRANSPORTE						
u	GRUA TELESCÓPICA 50 TON DESDE GUAYAQUIL	1	350	350		
				SUBTOTAL:	350	
					TOTAL:	958,98

10	MONTAJE DE VIGAS				
UNIDAD	RUBRO	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL	
MATERIALES					
kg	ELECTRODO 6011	4,00	5,90	23,60	
u	PERNOS A325 1/2 PULG	24	0,9	21,6	
u	DISCOS DE ESBASTE	1	1,17	1,17	
				SUBTOTAL:	46,37
MANO DE OBRA					
Horas	SOLDADOR	3	4,64	13,93	
Horas	AYUDANTE DE SOLDADOR	3	4,25	12,76	
Horas	SUPERVISOR	0,75	4,43	3,32	
Horas	PEÓN	1	4,14	4,14	
				SUBTOTAL:	34,145215
EQUIPO Y MAQUINARIA					
Horas	GRUA TELESCÓPICA 50 TON	1	120	120	
	HERRAMIENTAS MENORES (5% MO)			1,71	
Horas	AMOLADORA	24,00	0,63	15,00	
Horas	ELECTROSOLDADORA 300 a	24,00	1,25	30,00	
				SUBTOTAL:	166,71
TRANSPORTE					
				SUBTOTAL:	0

TOTAL:	247,2224758
--------	-------------

Análisis de precios unitarios de edificio de 2 pisos con IMF

1				
COMPRA DE PERFILES ESTRUCTURALES				
UNIDAD	RUBRO	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
MATERIALES				
kg	COL 35X35	2077,11	2,04	4237,30
kg	VIGA 45X18	1008,88	2,04	2058,12
SUBTOTAL:				6295,42
MANO DE OBRA				
		3085,99		
SUBTOTAL:				
EQUIPO Y MAQUINARIA				
SUBTOTAL:				
TRANSPORTE				
SUBTOTAL:				
TOTAL:				6295,42

2				
TRANSPORTE DE PERFILES ESTRUCTURALES A572 Gr. 50				
UNIDAD	RUBRO	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
MATERIALES				
SUBTOTAL:				
MANO DE OBRA				
SUBTOTAL:				
EQUIPO Y MAQUINARIA				
SUBTOTAL:				
TRANSPORTE				
u	Transporte cama baja	1	500	500
SUBTOTAL:				
TOTAL:				500

3				
DESCARGA DE PERFILES ESTRUCTURALES A572 Gr. 50				

UNIDAD	RUBRO	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
MATERIALES				
SUBTOTAL:				
MANO DE OBRA				
Horas	MAESTRO DE OBRA	1	4,43	4,43
Horas	PEÓN	2	4,14	8,29
SUBTOTAL:				12,71
EQUIPO Y MAQUINARIA				
Horas	MONTACARGA (INCLUYE OPERADOR)	1	20	20
	HERRAMIENTAS MENORES (5% MO)			0,64
SUBTOTAL:				20,64
TRANSPORTE				
SUBTOTAL:				
TOTAL:				33,35

4	SOLDADURA DE COLUMNAS			
UNIDAD	RUBRO	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
MATERIALES				
kg	ELECTRODO E-6011	11,00	5,90	64,90
u	DISCOS DE DESBASTE (PARA COLUMNAS, PLANCHAS Y AGUJEROS DE ACCESO PARA SOLDADURA)	18,00	1,17	21,06
kg	PLANCHA A 572 Gr. 50 2440x6100 e=8	0,00	0,87	0,00
u	SPRAY GALVANIZADO EN FRIO	1	10,04	10,04
SUBTOTAL:				96,00
MANO DE OBRA				
Horas	MAESTRO SOLDADOR	12,00	4,64	55,70
Horas	AYUDANTE DE SOLDADOR	24,00	4,25	102,05
Horas	SUPERVISOR	6,00	4,43	26,55
SUBTOTAL:				184,31
EQUIPO Y MAQUINARIA				
Horas	AMOLADORA	9,00	0,63	5,63
Horas	ELECTROSOLDADORA 300 a	9,00	1,25	11,25
	HERRAMIENTAS MENORES (5% MO)			9,22
Horas	MONTACARGA (INCLUYE OPERADOR)	12,00	20	240
Horas	EQUIPO DE OXICORTE	9,00	1,25	11,25
SUBTOTAL:				277,34
TRANSPORTE				
SUBTOTAL:				0
TOTAL:				557,65

5	SOLDADURA Y CORTE DE PLACAS DE MONTAJE			
UNIDAD	RUBRO	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
MATERIALES				
kg	ELECTRODO 6011	3,00	5,90	17,70
Global	DISCOS DE DESBASTE	6,00	1,17	7,02
kg	PLANCHA A 572 Gr. 50 2440x6100 e=12	11,30	0,87	9,83
u	SPRAY GALVANIZADO EN FRIO	1	10,04	10,04
SUBTOTAL:				44,59
MANO DE OBRA				
Horas	MAESTRO SOLDADOR	4,00	4,64	18,57
Horas	AYUDANTE DE SOLDADOR	8,00	4,25	34,02

Horas	SUPERVISOR	2,00	4,43	8,85
Horas	PEÓN	0,00	4,14	0,00
SUBTOTAL:				61,44
EQUIPO Y MAQUINARIA				
Horas	AMOLADORA	2,00	0,63	1,25
Horas	ELECTROSOLDADORA 300 a	2,00	1,25	2,50
	HERRAMIENTAS MENORES (5% MO)			3,07
Horas	EQUIPO DE OXICORTE	2,00	1,25	2,5
SUBTOTAL:				9,32
TRANSPORTE				
SUBTOTAL:				
TOTAL:				115,352238

6	CORTE Y SOLDADURA DE PLACAS DE CONTINUIDAD Y ZONA PANEL			
UNIDAD	RUBRO	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
MATERIALES				
kg	ELECTRODO 6011	11,00	5,90	64,90
u	DISCOS DE DESBASTE	19,00	1,17	22,23
kg	PLANCHA A 572 Gr. 50 2440x6100 e=12	35,81	0,87	31,15
u	SPRAY GALVANIZADO EN FRIO	2,00	10,04	20,08
SUBTOTAL:				138,36
MANO DE OBRA				
Horas	MAESTRO SOLDADOR	9,00	4,64	41,78
Horas	AYUDANTE DE SOLDADOR	18,00	4,25	76,54
Horas	SUPERVISOR	5,00	4,43	22,13
SUBTOTAL:				140,44
EQUIPO Y MAQUINARIA				
Horas	AMOLADORA	9,00	0,63	5,63
Horas	ELECTROSOLDADORA 300 a	9,00	1,25	11,25
	HERRAMIENTAS MENORES (5% MO)			7,02
Horas	EQUIPO DE OXICORTE	4,00	1,25	5
SUBTOTAL:				28,90
TRANSPORTE				
SUBTOTAL:				
TOTAL:				307,70548

7	CORTE Y FABRICACIÓN DE PLACAS BASE			
UNIDAD	RUBRO	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
MATERIALES				
kg	ELECTRODO 6011	29,00	5,90	171,10
u	DISCOS DE CORTE	62,00	1,17	72,54
kg	PLANCHA A 572 Gr. 50 2440x6100 e=12	811,49	0,87	706,00
u	SPRAY GALVANIZADO EN FRIO	23,00	10,04	230,92
u	PERNOS ASTM F1554 D= 1 1/4 PLG (600mm)	16,00	32,00	512,00
SUBTOTAL:				1692,56
MANO DE OBRA				
Horas	MAESTRO SOLDADOR	36,00	4,64	167,10
Horas	AYUDANTE DE SOLDADOR	72,00	4,25	306,16
Horas	SUPERVISOR	9,00	4,43	39,83
SUBTOTAL:				513,10
EQUIPO Y MAQUINARIA				
	HERRAMIENTAS MENORES (5% MO)			25,65
Horas	EQUIPO DE OXICORTE	36,00	1,25	45
Horas	AMOLADORA	22,00	0,63	13,75
Horas	ELECTROSOLDADORA 300 a	22,00	1,25	27,50
SUBTOTAL:				111,90
TRANSPORTE				

UNIDAD	RUBRO	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL
MATERIALES				
kg	ELECTRODO 6011	3,00	5,90	17,70
u	PERNOS A325 1/2 PULG	24	0,9	21,6
u	DISCOS DE ESBASTE	1	1,17	1,17
SUBTOTAL:				40,47
MANO DE OBRA				
Horas	SOLDADOR	3	4,64	13,93
Horas	AYUDANTE DE SOLDADOR	3	4,25	12,76
Horas	SUPERVISOR	0,75	4,43	3,32
Horas	PEÓN	1	4,14	4,14
SUBTOTAL:				34,145215
EQUIPO Y MAQUINARIA				
Horas	GRUA TELESCÓPICA 50 TON	1	120	120
	HERRAMIENTAS MENORES (5% MO)			1,71
Horas	AMOLADORA	24,00	0,63	15,00
Horas	ELECTROSOLDADORA 300 a	24,00	1,25	30,00
SUBTOTAL:				166,71
TRANSPORTE				
SUBTOTAL:				0
TOTAL:				241,3224758