

**COMPARACIÓN TÉCNICO CONSTRUCTIVA ENTRE EL
SISTEMA TRADICIONAL VERSUS EL SISTEMA STEEL
FRAMING EN VIVIENDAS
EN QUITO, 2023.**

GONZÁLEZ JARA, RENÉ EDUARDO

González,R. (2023).
Comparación técnico constructiva entre el sistema tra-
dicional versus el sistema steel framing en viviendas en
Quito,2023.

Universidad Tecnológica Indoamérica - Quito



**Universidad
Indoamérica**

**FACULTAD DE ARQUITECTURA Y CONSTRUCCIÓN
CARRERA DE ARQUITECTURA**

**COMPARACIÓN TÉCNICO CONSTRUCTIVA ENTRE EL SISTEMA
TRADICIONAL VERSUS EL SISTEMA STEEL FRAMING EN VIVIEN-
DAS EN QUITO, 2023**

Trabajo de investigación previo a la obtención del título de
Arquitecto

Autor

González Jara René Eduardo

Tutor

Ing. Jorge Ponce Tamayo

**QUITO - ECUADOR
2023**

AUTORIZACIÓN POR PARTE DEL AUTOR PARA LA CONSULTA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL, PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, GONZÁLEZ JARA RENÉ EDUARDO, declaro ser autor del Trabajo de Titulación con el nombre “COMPARACIÓN TÉCNICO CONSTRUCTIVA ENTRE EL SISTEMA STEEL FRAMING EN VIVIENDAS EN QUITO, 2023”. como requisito para optar al grado de Arquitecto y autorico al sistema de Biblioteca de la Universidad Tecnológica Indoamerica, para que con fines netamente académicos divulgue esta obra a través del Repositorio Digital institucional (RDI-UTI).

Los usuarios del RDI-UTI podrán consultar el contenido de este trabajo en las redes de información del país y del exterior, con las cuales la Universidad tenga convenios. La Universidad Tecnológica Indoamérica no se hace responsable por el plagio o copia del contenido parcial o total de este trabajo.

Del mismo modo, acepto que los Derechos de Autor, Morales y Patrimoniales, sobre esta obra, serán compartidos entre mi persona y la Universidad Tecnológica Indoamérica, y que no tramitaré la publicación de esta obra en ningún otro medio, sin autorización expresa de la misma. En caso de que exista el potencial de generación de beneficios económicos o patentes, producto de este trabajo, acepto que se deba firmar convenios especificos adicionales, donde se acuerden los términos de adjudicación de dichos beneficios.

Para constancia de esta autorización en la ciudad de Quito, a los 09 días del mes de Agosto de 2023, firmo conforme:



.....
C.I. 1104222177

Dirección: Pichincha, Quito, Valle de los chillos.

Correo: r.eduardo78@hotmail.com

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Quien suscribe, declaro que los contenidos y los resultados obtenidos en el presente trabajo de investigación, como requerimiento previo para la obtención del Título de Arquitecto, son absolutamente originales, auténticos y personales y de exclusiva responsabilidad legal y académica del autor.

Quito, 09 de Agosto de 2023



.....
GONZÁLEZ JARA RENÉ EDUARDO
C.I. 1104222177

APROBACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de Tutor del Trabajo de Integración Curricular “COMPARACIÓN TÉCNICO CONSTRUCTIVA ENTRE EL SISTEMA TRADICIONAL VERSUS EL SISTEMA STEEL FRAMING EN VIVIENDAS EN QUITO, 2023” presentado por GONZÁLEZ JARA RENÉ EDUARDO para optar por el título de Arquitecto., CERTIFICO Que dicho trabajo de investigación ha sido revisado en todas sus partes y considero que reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la presentación pública y evaluación por parte del Tribunal Examinador que se designe.

Quito, 09 de Agosto de 2023



Firmado electrónicamente por:
JORGE PONCE TAMAYO

.....
ING. JORGE PONCE TAMAYO
C.I. 1757008436

APROBACIÓN TRIBUNAL

El trabajo de Titulación, ha sido revisado, aprobado y autorizada su impresión y empastado sobre el Tema: “COMPARACIÓN TÉCNICO CONSTRUCTIVA ENTRE EL SISTEMA TRADICIONAL VERSUS EL SISTEMA STEEL FRAMING EN VIVIENDAS EN QUITO, 2023”, previo a la obtención del Título de Arquitecto, reúne los requisitos de fondo y forma para que el estudiante pueda presentarse a la sustentación del trabajo de integración curricular.

Quito, 09 de Agosto de 2023

MSc, Arq. FRANK YLIHE BERNAL TUFÍÑO
C.I. 1756895171

MSc, Arq. DANIELA ORTIZ GUACHAMIN
C.I. 1718785676

DEDICATORIA

Este logro va dedicado a mis querido padres, que siempre han estado presentes brindándome su apoyo incondicional. Esta meta alcanzada es gracias a su arduo esfuerzo realizado a lo largo de la vida.

A Dios y a la virgen de El Cisne por darme las fuerzas necesarias y poder seguir adelante y nunca rendirme para conseguir mis objetivos.

AGRADECIMIENTO

En primer lugar quiero expresar mi agradecimiento a mi familia, quienes siempre me han apoyado a lo largo de las etapas de mi formación.

Agradecer a todos los profesores que formaron parte de mi aprendizaje y a la Universidad Indoamérica por brindarme un espacio óptimo para ser un buen profesional.

RESUMEN EJECUTIVO

La presente investigación tiene como objeto realizar un estudio de factibilidad para la construcción de viviendas en la ciudad de Quito, mediante el sistema constructivo Steel Framing, como respuesta a la falta de accesibilidad de una vivienda digna para todas las personas que cumpla con los estándares de habitabilidad.

Se analizará las ventajas y desventajas técnico constructivas en la utilización de dicho sistema en comparativa al sistema constructivo tradicional de bloque y hormigón. Esto se realizará en base a una comparativa hasta la fase de la obra gris de ambos sistemas bajo los mismos términos, en base a la selección de variables técnico constructivas las cuales son las siguientes: La sismo resistencia entre ambos sistemas, el costo, el peso por metro cuadrado y el tiempo de ejecución.

En base a los resultados obtenidos mediante los distintos referentes como también a las conclusiones obtenidas de los estudios realizados en base a las variables estudiadas se puede afirmar que, es totalmente factible llevar a cabo la construcción de viviendas de carácter social con el sistema constructivo Steel Framing, ya que el sistema constructivo Steel Framing en comparativa al Sistema Tradicional presenta varias ventajas tanto en lo económico como también en la seguridad frente a un movimiento telúrico, es así que es una alternativa para poder brindar a todas las personas una vivienda digna.

La realización de esta investigación ayudará tanto a las empresas constructoras como también a los profesionales como, arquitectos e ingenieros civiles, de igual forma, a las personas que vayan a adquirir una vivienda podrán considerar una alternativa confiable a la hora de construir su casa.

DESCRIPTORES: Sistema constructivo tradicional, Steel framing, Vivienda.

ABSTRACT

The purpose of this investigation is to carry out a feasibility study for the construction of houses, which meet the standards of habitability, in the city of Quito, through the Steel Framing construction system, in response to the lack of accessibility of decent housing for all people.

The technical constructive advantages and disadvantages in the use of this system will be analyzed in comparison to the traditional block and concrete construction system. This will be done based on a comparison until the phase of the gray work of both systems under the same terms, based on the selection of technical constructive variables which are the following: The earthquake resistance between both systems, the cost, the weight per square meter and the execution time.

Based on the results obtained through the different references as well as the conclusions obtained from the studies carried out based on the variables studied, it can be affirmed that it is totally feasible to carry out the construction of social housing with the Steel Framing construction system, since the Steel Framing construction system in comparison to the Traditional System presents several advantages both economically and also in security against a telluric movement, so it is an alternative to be able to provide all people with decent housing.

Carrying out this research will help both construction companies and professionals such as architects and civil engineers as well as people who are going to buy a home who will be able to consider a reliable alternative when building their house.

KEYWORDS: Traditional constructive system, Steel framing, Housing

ÍNDICE DE CONTENIDOS

1. Resumen ejecutivo	08
Etapa 1 - Conocimiento previo	12
2. Introducción	14
Objetivos.....	18
Objetivo general	18
Objetivos específicos	18
3.0 Fundamentación Teórica	19
3.1 Sistema constructivo	20
3.2 Sistema constructivo tradicional	21
3.3 Sistema steel framing	23
Referentes	30
Referente Argentina	31
Referente Uruguay	33
ETAPA 2 - Diagnóstico	34
4. Materiales y Métodos.....	36
4.1 Mapa de metodología	36
4.2 Fases de la metodología	37
4.2.2 Fase 2.....	37
4.2.2 Fase 3.....	38
ETAPA 3 - Resultados	40
5. Resultados.....	41
5.1 Fase 1 “Diagnóstico del usuario”	42
a. Sismoresistencia	44
b. Costo	46
c. Tiempo de construcción	47

d. Peso por metro cuadrado	48
Informe de resultado	51
6. Conclusiones	54
7. Recomendaciones	55
8. Bibliografía	56

ETAPA 1

Conocimiento previo

2.Introducción

Tal y como lo menciona un informe titulado Perspectivas de la población mundial, elaborado por la Organización de las Naciones Unidas (ONU) la población mundial alcanzará en el año 2022 los 8.000 millones de habitantes, en dicho informe también se prevé que en el año 2023 la India será el país más poblado del mundo superando así a China. Los últimos estudios realizados por las Naciones Unidas estiman que para el año 2030 el planeta tendría alrededor de 8.500 millones de habitantes y para el año 2050 la suma de la población mundial ascenderá a 9.700 millones. En el caso de América Latina y el Caribe durante los años de 1950 y 2022 de ha cuadruplicado la población, por lo que para el año 2056 se establece un máximo de 752 millones de personas.

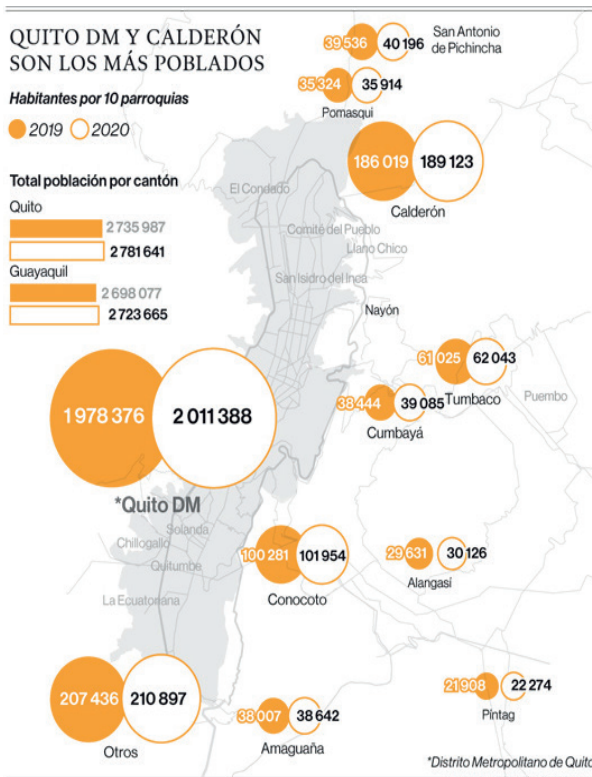
La Organización de las Naciones Unidas también menciona que en el año 2015 más del 54% de la población mundial reside en una zona urbana y que para el año 2050 esta cifra se elevará hasta el 66% esto debido a que las personas migran a la ciudad en búsqueda de una mejor calidad de vida. De ahí que, estas tendencias van a traer consigo consecuencias negativas, ya que afectarán al desarrollo económico y de modo similar al empleo, igualmente tendrán un efecto desfavorable a los esfuerzos de asegurar el acceso equitativo de atención médica, la educación y del mismo modo a la vivienda.

Es así que, como menciona (González, 2015) en América Latina el proceso que sigue la urbanización ha traído consigo la exclusión como también ha aumentado la pobreza, dando, así como resultado ciudades fragmentadas

que en su gran mayoría son de carácter informal.

Como se ha mencionado anteriormente, la llegada de personas desde las zonas rurales a la urbe a traído grandes desafíos en las ciudades, como por ejemplo es la capacidad inmobiliaria que está colapsando, además de un crecimiento en las construcciones informales, ya que como menciona (Freitas, 2006) en Latinoamérica se predomina la construcción artesanal, es decir las construcciones que no cumplen con estándares técnicos por lo que representan un peligro para los habitantes de estas construcciones. Del mismo modo según (Clichevsky, 2017) este fenómeno se verá en aumento y se debe buscar otras soluciones a los problemas típicos de la construcción tradicional como son el alto nivel de desperdicios, falta de supervisión técnica y los daños medio ambientales.

La ciudad de San Francisco de Quito (Quito) se encuentra ubicada en la República del Ecuador, acorde al Instituto de Estadísticas y Censos (INEC) la ciudad de Quito es considerada como la ciudad más poblada del país. El INEC (2023) proyecta que para el 2023 alrededor de 2'735.987 habitantes residirán en esta ciudad, donde el 63% de la población se concentra en las zonas urbanas y el 37% en zonas rurales.



Fuente: El comercio, 2019.

A priori, se evidencia que gran proporción de la población reside en las zonas urbanas de la ciudad de Quito, acorde a la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (2007) existen potenciales determinantes que podrían intensificar la migración interna en los países, entre ellos se destacan los económicos, socioculturales, tecnológicos y económicos.

El crecimiento demográfico en la ciudad de Quito ocasionó un proceso de urbanización acelerada, dando así paso a la construcción de viviendas con poco control,

por consiguiente, edificaciones precarias, de manera que, según la encuesta realizada en el 2011 por EL INEC (2011) para medir el nivel socioeconómico, dando como resultado que el 70% de las viviendas construidas en la ciudad de Quito son mediante el sistema constructivo tradicional, y que sustancialmente prevalecen los materiales tradicionales de construcción como el hormigón, bloques, ladrillo, piedra, cemento, bloques y concreto armado, sumado a esto, según el mismo instituto de estadística y censo INEC más del 60% de las viviendas en la ciudad de Quito son de carácter informal.

Asentamientos informales en la ciudad de Quito.

Zona Metropolitana	Número de asentamientos	Porcentaje	Superficie (has)	Porcentaje
La Delicia	46	12,17	553,35	13,78
Calderón	82	21,69	531,04	13,22
Centro	21	5,56	173,37	4,32
Norte	33	8,73	213,87	5,33
Eloy Alfaro	35	9,26	395,58	9,85
Los Chillos	44	11,64	687,84	17,13
Quitumbe	95	25,13	789,57	19,66
Tumbaco	22	5,82	671,22	16,71
Total	378	100	4.015,84	100

Fuente: Elaboración Propia. Basado de (STHV,2018)

Es entonces que, la construcción informal en la ciudad de Quito se da por la falta de contratación de un profesional en el área de la construcción, también por los altos costos de regulación y la aprobación de las autoridades municipales.

La vivienda según la constitución del Ecuador es un derecho de todo ciudadano, además cómo lo menciona la (Constitución de la república del Ecuador, 2018) la vivienda debe ser asequible a todos los ciudadanos, además debe estar dotada de todos los servicios básicos y la cual debe responder a las condiciones mínimas

de habitabilidad.

Por añadidura, en nuestra cultura occidental la vivienda, posee un alto significado sentimental puesto que dentro de ella se fortalece la unión familiar, por consecuencia, se crea sentimientos de apropiación y confort, por esta razón, es sumamente importante que la vivienda dote a la familia de confort y que sea construida con calidad.


En el Ecuador, la deficiencia de vivienda en los sectores económicos bajos, a medios bajos, es sumamente elevado, es así que el gobierno se ha visto en la necesidad de ofrecer a estos sectores viviendas que sean construidas a precios reducidos, las cuales puedan brindar de confort, calidad y seguridad. (Meneses, 2017)

Los métodos y materiales tradicionales para la construcción han avanzado y se han transformado en sistemas eficientes de construcción, con el fin de mejorar el rendimiento y optimizar recursos al momento de urbanizar, además por medio del uso de estos sistemas es posible mitigar la demanda local de vivienda de una manera rápida y eficaz. Siendo así que los sistemas prefabricados son los que predominan actualmente en la construcción de viviendas, cambiando los estereotipos de construcción tradicional de bloque y hormigón que en su

mayor parte de ejecución se lo hace de una manera artesanal por lo que generan mucho desperdicio y mayores tiempos de construcción en comparación con sistemas industrializados.

En los países de Europa se utiliza métodos alternativos para la construcción, principalmente, el uso del acero galvanizado de bajo espesor, así a pesar de la innovación en el sector de la construcción el acero continúa siendo el principal material requerido (Sarmanho & Moraes, 2007). Un claro ejemplo, es el uso del sistema Steel Framing. Este sistema constructivo consiste en una estructura resistente que está compuesta por perfiles de acero estructural galvanizado de muy bajo espesor, junto a una cantidad de componentes o subsistemas funcionando como un conjunto, con el cual se han encontrado ventajas como una gran flexibilidad en el diseño, luces amplias, poco peso propio, una mejor velocidad de construcción frente a otros sistemas, capacidad de adaptarse a cualquier territorio, entre otras. (Lamus Rodríguez, 2015)

En la gran mayoría de los países de Latinoamérica y el Caribe se encuentran rezagados en cuanto a la utilización de la tecnología del Steel Framing, aun así, en países como Brasil y Chile se ha ido implementando el uso de este sistema constructivo, de tal forma incluso han desarro-



llado un “manual de ingeniería” del Instituto Latinoamericano del Fierro y Acero para su aplicación (Ganem & Bauret, 2002).

Así como el método Steel Framing es una alternativa en ciertos países occidentales y latinoamericanos, por lo que también debería serlo en Ecuador. Conforme a la anterior afirmación, la presente investigación pretende establecer un estudio de factibilidad para la construcción de viviendas utilizando el sistema de construcción denominado Steel Framing, evaluando de manera detallada el sistema constructivo, con la finalidad de determinar si la utilización de este sistema es beneficioso para la construcción de viviendas en la ciudad de Quito, brindando así una alternativa real para la adquisición de una vivienda digna para todas las personas. Debido a que es muy poco conocido y usado en Ecuador el sistema Steel Framing, Se espera que los resultados de esta investigación sean útiles para las empresas constructoras, los arquitectos, los ingenieros y los propietarios de viviendas interesados en conocer otras opciones de sistemas constructivos disponibles y sus beneficios.

Objetivos

Objetivo general

Analizar las ventajas y desventajas técnico constructivas en la utilización del sistema Steel Framing en comparativa al sistema constructivo tradicional para la construcción de viviendas en la ciudad de Quito.

Objetivos específicos

- Identificar las diferencias entre el proceso constructivo del sistema Steel Framing y el sistema constructivo tradicional.
- Determinar las variables técnico constructivas a comparar que constituyan como alternativa factible al sistema Steel Framing para la construcción de viviendas en la ciudad de Quito.
- Realizar la comparación de una vivienda de carácter social construida con el sistema tradicional para la ciudad de Quito, en comparativa con el sistema Steel Framing.

3.0 Fundamentación Teórica

Tabla 1. Matriz de variables.

VARIABLES	SIGNIFICADO	INDICADORES	AUTOR
SISTEMAS CONSTRUCTIVOS	Se nombra a los sistemas constructivos a los diferentes métodos de construcción que el hombre ha ido desarrollando durante la historia, la biogeografía de sistemas o técnicas constructivas para la vivienda han estado presentes ya hace más de 40.000 años en el periodo prehistórico.	Características del sistema constructivo. Por subsistemas. Técnicas Constructivas	(Roth, 1999: 131.)
SISTEMA CONSTRUCTIVO TRADICIONAL	El sistema constructivo con hormigón es ampliamente utilizado en la industria de la construcción debido a su resistencia, durabilidad y versatilidad. El hormigón, compuesto principalmente por cemento, agregados y agua, es un uso de los materiales fundamentales en la edificación de estructuras tanto en el ámbito residencial como en el comercial.	Características de los subsistemas. Sismo resistencia Costo por metro cuadrado Tiempo de ejecución Peso por metro cuadrado	(Pamilo, 2019; REYES, M. F. C. 2014) (Morjo, 2005)
SISTEMA CONSTRUCTIVO STEEL FRAMING	El Steel Framing es un sistema constructivo basado en el uso de perfiles de acero galvanizado para formar la estructura primaria de una edificación. Este método implica el ensamblaje de paneles prefabricados que se componen de marcos de acero, revestimientos y aislamiento térmico	Características de los subsistemas. Sismo resistencia Costo por metro cuadrado Tiempo de ejecución Peso por metro cuadrado	(Consultal, 2002) (Morjo, 2005)
REFERENTES	Vivienda de 200 m ² en Colonia (zona rural) de Uruguay construida en su totalidad con steel framing. El segundo ejemplo es la ampliación de una vivienda en El Pinar (Uruguay). La ampliación consiste en la segunda planta de la vivienda, es de 80 m ² , e incluye 3 dormitorios, dos baños y un ventidero.		Empresa uruguayana Steel framing.com.uy

Fuente: Elaboración propia, 2023.

3.1 Sistema constructivo

El hombre como especie, desde el principio de la civilización humana ha estado en la necesidad de protegerse de los peligros externos que se le presentaban día a día, como también ha buscado cubrirse de las inclemencias climáticas. Al principio la solución ante estos fenómenos fueron las cuevas que servían como refugio.

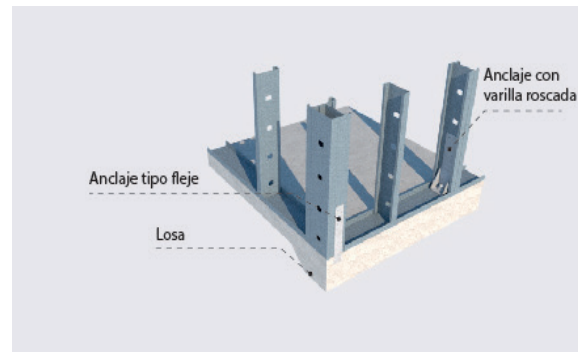
Se nombra a las prácticas constructivas a los diferentes métodos de construcción que el hombre ha ido desarrollando durante su historia, la búsqueda de sistemas o técnicas constructivas para la vivienda han estado presente ya hace más de 40.000 años en el periodo prehistórico.

Con el transcurrir del tiempo y el constante aumento poblacional, comenzó la utilización de las tierras para que el humano empiece la construcción de sus propios hogares con la utilización de distintos materiales y diferentes formas según el conocimiento, las necesidades y recursos que poseían, además del conocimiento que iban adquiriendo con el pasar del tiempo, por lo que desde entonces se puede hablar de construcción de viviendas, el cual ha ido en constante evolución que respondan a mejores condiciones de vida, y en consecuencia en el desarrollo de las sociedades, así pues los sistemas constructivos se fueron perfeccionando, menciona (Porrás Oña, D. 2012).

Toma fuerza la utilización del concepto de “sistema constructivo” en consecuencia de la industrialización de la construcción, luego de la segunda guerra mundial, debido a la destrucción que tuvieron las ciudades. El término de “Industrialización de la construcción” se fundamenta en el cambio de las tecnologías de la construcción reem-

plazando así la cantidad por la calidad, con la utilización de materiales más avanzados y con el uso de partes más livianas (Fonseca, 2006).

Por tanto, es primordial definir conceptos básicos sobre sistema constructivo para tener un mejor entendimiento. El término sistema para la presente se define como un conjunto de elementos y unidades de un edificio que forman una organización funcional con una misión constructiva común, sea ésta de sostén (estructura) de definición y protección de espacios habitables (cerramientos) de obtención de confort (acondicionamiento) o de expresión de imagen y aspecto (decoración). Es decir, el sistema como conjunto articulado, más que el sistema como método (Monjo, 2005)



3.2 Sistema constructivo tradicional

El sistema tradicional de bloque y hormigón ha sido ampliamente utilizado durante décadas en la construcción de edificaciones. Este método implica la superposición de bloques de hormigón o ladrillos para formar las paredes, que luego se refuerzan con columnas y vigas de hormigón. Aunque este enfoque ha demostrado su eficacia a lo largo del tiempo, presenta ciertas limitaciones en términos de costo y tiempo de construcción. El hormigón tiene gran resistencia a la compresión, pero su resistencia a tracción es pequeña. Este sistema es utilizado para la construcción de edificios, viviendas, puentes, presas, túneles, obras industriales y también en obras marítimas (Barbera, 2007).

El sistema constructivo tradicional está compuesto de los siguientes elementos: Cimentación, vigas, muros y losa. Cumpliendo cada uno su función en la edificación.

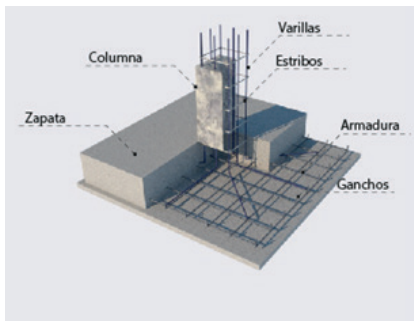


Figura 3 Zapata aislada sistema constructivo tradicional.
Fuente: Elaboración propia, 2023.

La cimentación es la que recibe todas las cargas y las transmite al terreno, por lo que es la base de la edificación.

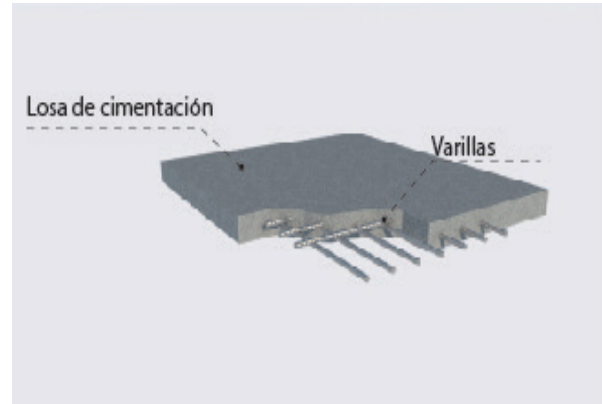


Figura 4 Losa de cimentación sistema constructivo tradicional.
Fuente: Elaboración propia, 2023.

por otro lado, las columnas son elementos verticales cuya función es la de transmitir sus cargas a los pisos inferiores para que lleguen a la base que es la cimentación, también las vigas son elementos horizontales que de igual manera transmiten cargas al muro.

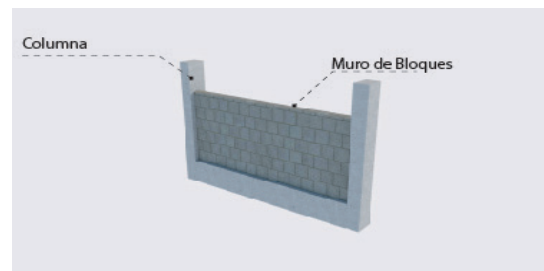


Figura 5 Muro sistema constructivo tradicional.
Fuente: Elaboración propia, 2023.

La losa tiene como función transmitir las cargas que soporta las vigas, de igual manera, mantiene unidas a las vigas, los muros y las columnas, finalmente los muros transmiten las cargas de la losa y vigas a piso inferiores y a la cimentación. (Ortega,s.f.,p1)

3.3 Sistema steel framing

El sistema Steel Framing es un sistema constructivo que utiliza perfiles de acero galvanizado que son utilizados para la composición de paneles estructurales y no estructurales, vigas secundarias, entre otros componentes. El sistema Steel Framing está constituido estructuralmente por perfiles fabricados en lámina de acero galvanizado. Este sistema está compuesto por una cantidad de elementos o sub sistemas, este método implica el ensamblaje de paneles prefabricados que se componen de marcos de acero, revestimientos y aislamiento térmico (Consulsteel, 2002). El sistema permite la construcción de estructuras ligeras y de alta resistencia, lo que lo convierte en una alternativa atractiva en comparación con el sistema tradicional de bloque y hormigón.

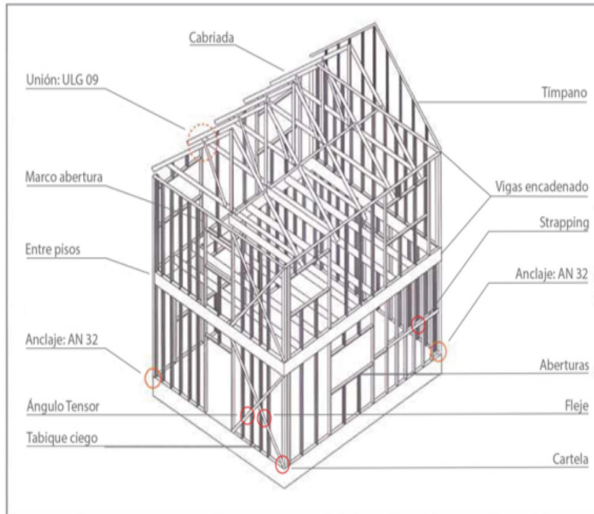


Figura 6 Elementos de una casa de steel framing
Fuente: Disser, Distribución y servicios para la construcción.

En cuanto a la estructura del sistema constructivo Steel Framing, está conformado por perfiles de acero, lo más utilizados son el Perfil C, los cuales son los encargados de soportar y transmitir las cargas, sus dos funciones de trabajo son horizontalmente en los entrepisos y de manera vertical en las paredes.

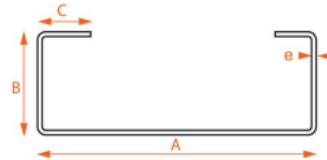


Figura 7 Perfil C detalle
Fuente: Disser, Distribución y servicios para la construcción.

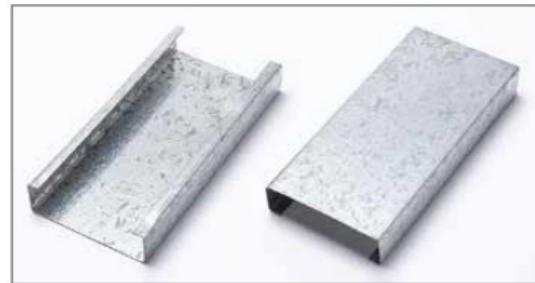


Figura 8 Perfil C
Fuente: Disser, Distribución y servicios para la construcción.

Por otro lado, están los perfiles en U de acero galvanizado, los cuales son los encargados de conformar el cierre en el sistema, es decir sin estos no se completa el esqueleto de la estructura.

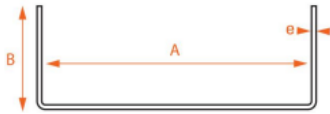


Figura 9 Perfil U detalle

Fuente: Disser, Distribución y servicios para la construcción.

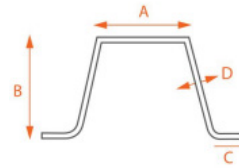


Figura 11 Perfil

Fuente: Disser, Distribución y servicios para la construcción.



Figura 10 Perfil U

Fuente: Disser, Distribución y servicios para la construcción.



Figura 12 Perfil

Fuente: Disser, Distribución y servicios para la construcción.

También se usa el perfil PGO (Omega estructural) el cual es utilizado en cubiertas como también en para el soporte de revestimientos como también en los arriostres.

También se usa el perfil PGO (Omega estructural) el cual es utilizado en cubiertas como también en para el soporte de revestimientos como también en los arriostres.

En el sistema constructivo del Steel Framing también se usa accesorios de acero galvanizado, los cuales son utilizados para uniones, refuerzo y para tener un mejor traslado de las cargas en la estructura.

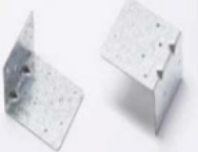


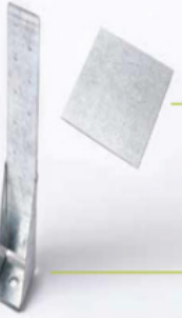
	ULC 09	UNIÓN L CHICA Galva /1,25 mm /40 x 50 x 70 mm	Se utilizan como unión en apeos a vigas, o uniones entre cabriada y tabique.
	ULG 09	UNIÓN L GRANDE Galva /1,25 mm /80 x 50 x 70 mm	
	UZ 09	UNIÓN Z DERECHA / IZQUIERDA Galva / 0,9 mm / 40 x 40 x 135 mm	Se utilizan para apeos de vigas o unión de viga tubo con cabios.
	AR 32	ARANDELA (ANCLAJE MECÁNICO) Galva /3,2 mm / 50 x 65 mm	Se utilizan como refuerzo de la solera inferior, en el sitio donde se coloca la broca de expansión (cada 1,20 m).
	TE 32	TENSOR (CON AUTOPERFORANTE) Galva / 3,2 mm /35 x 35 x 50 mm	Se utiliza para tensar la cruz de San Andrés, para que la estructura pueda funcionar correctamente.
	CA 09	CARTELA Galva / 0,9 mm / 200 x 200 mm	Se coloca en las esquinas de la Cruz de San Andrés, es para dar mayor superficie de apoyo y mejor traslado de cargas de tensión.
	AN 32	ANCLAJE Galva /3,2 mm /60 x 70 x 345 mm	Esta pieza es la encargada de vincular y transmitir esfuerzos de la estructura portante a la platea.

Figura 13 Accesorios steel framing

Fuente: Disser, Distribución y servicios para la construcción.

En el sistema constructivo del Steel Framing, se configura con partes estructurales, tales como, los tabiques estructurales los cuales son elaborados con los dos perfiles mencionados anteriormente los cuales son, el perfil PGC que es el que recibe la carga estructural, y por otro lado el perfil PGU que cumple la función de cierre del sistema y no cumple función estructural.

Las dimensiones serán de 400mm ó 600 mm esto depende de la carga. Los paneles se pueden armar en situ o en el taller.



Figura 14 Muro estructura de steel framing

Fuente: Disser, Distribución y servicios para la construcción.

También se implementa la estructura del Steel Framing en pisos y entrepisos, los cuales se trabajan en situ y en comparación a otro sistema constructivo el tiempo es menor, su funcionamiento es mediante el perfil PGC el cual colocado horizontalmente realiza el trabajo similar a una viga, por otro lado, está el perfil PGU que como hemos mencionado anteriormente cumple la función de cierre, pero también realiza la función de acortar la longitud de pandeo lateral del perfil PGC.

La conformación del entrepiso puede ser realizado con elementos en seco, como son, OSB, placa cementicia, aislación y piso flotante, como también puede estar compuesto en húmedo mediante, malla electrosoldada y hormigón alivianado.



Figura 15 estructura entrepisos de steel framing
Fuente: *Disser, Distribución y servicios para la construcción.*

Por otro lado, en el sistema Steel Framing también consta de cabriadas, las cuales son las encargadas de brindar seguridad en la estructura del techo, una de las ventajas de utilizar estas estructuras es que permite diseños amplios en las cubiertas de los techos, permitiendo así grandes luces. Por la razón que son estructuras livianas su manipulación es sencilla como también su montaje sin tener que usar algún tipo de maquinarias o grúas. Otra de las ventajas que presenta estas estructuras es permiten realizar cubiertas ventiladas y no ventiladas, otro de los puntos a favor de estas estructuras es que responden de manera óptima a los movimientos sísmicos como también a los vientos.



Figura 16 cabriadas steel framing
Fuente: *Disser, Distribución y servicios para la construcción.*

En el sistema de Steel Framing en cuanto a la cimentación se utilizará, todo tipo de cimentación tradicional, pero con la ventaja que se los pesos serán disminuidos por su ligereza en su estructura en esqueleto, los fundamentos a tomar en cuenta para elegir el tipo de cimentación serán las características del terreno como pueden ser la topografía, nivel freático existente, entre otros. Entre los tipos de cimentaciones más comúnmente usados están las losas de cimentación y las zapatas corridas.

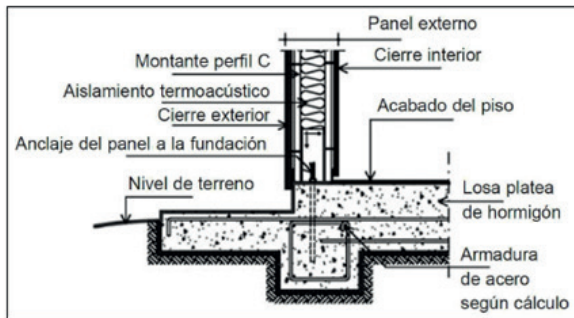


Figura 17 losa de cimentación steel framing
Fuente: Sarmanho, A. & Moraes, R. (2007).

Es importante mencionar que, para los diferentes tipos de cimentación mediante los anclajes se realiza la fijación de los paneles para así evitar movimientos o volcamientos que son producidos por algún movimiento sísmico o de vientos.

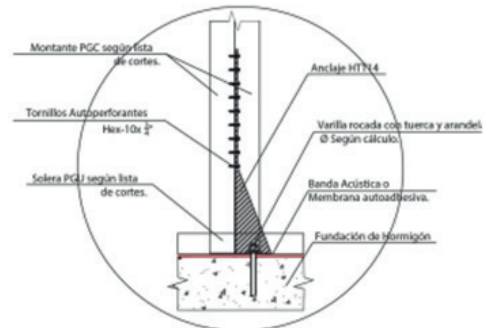


Figura 18 detalle losa de cimentación steel framing
Fuente: Dissar, Distribución y servicios para la construcción.

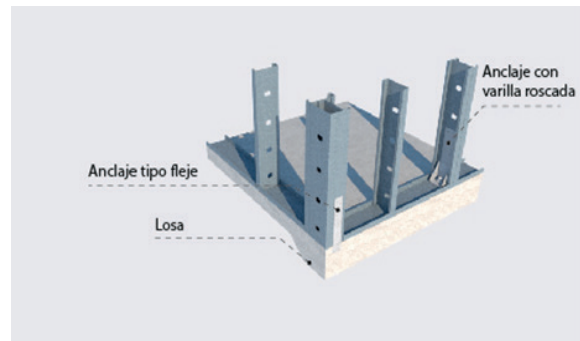


Figura 19 losa de cimentación steel framing
Fuente: Elaboración propia, 2023.

Este material metálico ofrece alta resistencia estructural y estabilidad física como también química a agentes corrosivos, los componentes de la estructura metálica que conforman el sistema son los encargados de soportar y transmitir todas las cargas, vivas, muertas y demás ejercidas sobre la edificación (Siuciak, 2015).

En cuanto a los paneles que se utiliza en la pared del sistema constructivo del Steel Framing, estos se componen por studs y tracks. Los studs son los que se instalan de forma vertical por ende definen la altura del panel o pared, por otro lado, el track es el elemento que une a los studs por sus extremos. En esa misma línea, el sistema Steel Framing consta de paneles portantes los cuales pueden ser ciegos o con vanos, en cuanto a los paneles ciegos son aquellos que no poseen ningún tipo de abertura, por esta razón las cargas se transmiten sin interrupciones, por otro lado, los paneles portantes que poseen vanos o aberturas como puede ser puertas o ventanas, es así que al existir una abertura estas interrumpen la transmisión de las cargas en los studs, por lo que se necesitan elementos extras para cumplir con la función estructural, a estos elementos se los conoce como Jacks, Dinteles y Cripples. Todos estos elementos los podemos visualizar en el siguiente gráfico.

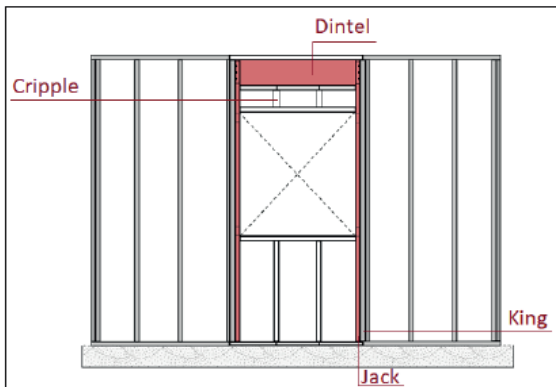


Figura 20 Esquema de un panel portante con vano.
Fuente: Wehling, 2017.

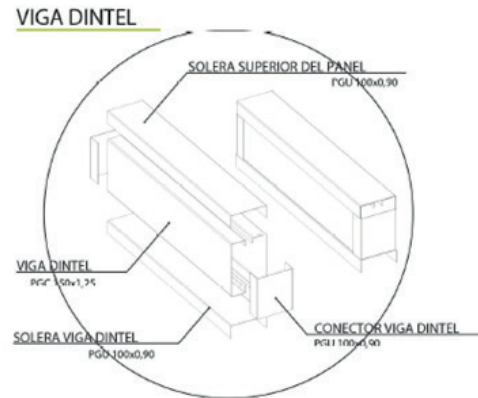


Figura 21 Viga sistema steel framing.
Fuente: Disser, Distribución y servicios para la construcción.

El sistema Steel Framing presenta diversas características beneficiosas en la construcción, tales como: diseños versátiles, cronograma corto y predecible, menos desechos y desperdicios, facilidad para instalaciones, menor estructura de cimentación, no se requiere maquinaria pesada y no requiere mano de obra calificada lo que nos da como resultado economía al constructor y a su vez puede garantizar la seguridad ya que son estructuras sismo resistencia, resistente contra incendios, no es vulnerable a plagas, hongos, moho y es resistente al oxido y a la corrosión por lo que necesita menos mantenimiento y da mayor vida útil.

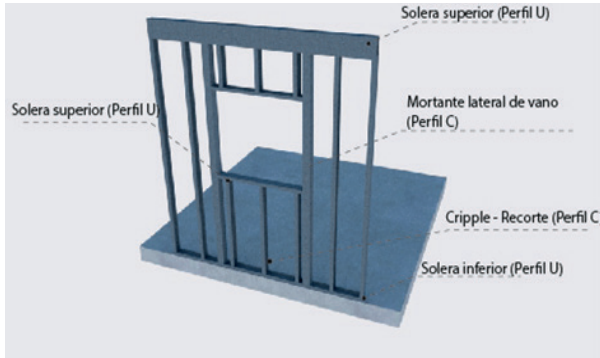


Figura 22 Partes muro sistema steel framing.
Fuente: Elaboración propia, 2023.

Solera con corte de 10 cm

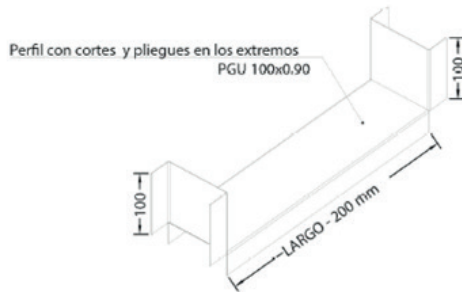


Figura 23 Solera sistema steel framing.
Fuente: Disser, Distribución y servicios para la construcción.

La estructura que se implementa en la pared del Steel Framing cumple con las funciones de estabilización, aislación térmica y acústica entre las habitaciones del edificio, está compuesto de una placa Durlock la cual se encarga de la resistencia frente al fuego y la humedad, con el fin de evitar filtraciones de agua, por lo que, se utiliza en tuberías. Por otro lado, también se usa lana de vidrio la cual es una fibra cuya función es otorgar aislamiento térmico a las paredes. Para poder dar mayor estabilidad y resistencia mecánica al muro se usa placas OSB. Adicional, a esto para evitar los impactos se usa el Poliéstireno Expandido, que es un material esponjoso y plástico. También se usa un revestimiento cementicio (material a base de cemento) que tiene características flexibles que es llamado Base Coat, adicional se usa una malla de fibra de vidrio que otorga a la pared una mayor resistencia a contracciones y así evita fisuras en el muro.

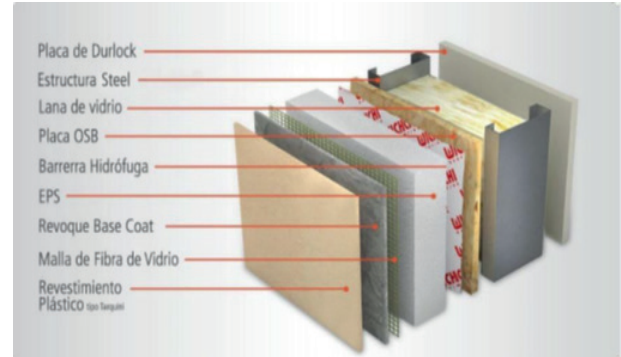


Figura 24 Detalle ideal de un muro construido en base al sistema Steel framing.

Fuente: AJS Construcciones, 2018

La industria de la construcción ha experimentado un crecimiento constante en último siglo, lo que ha conllevado la búsqueda constante de métodos y materiales que permitan agilizar los procesos, reducir costos y mejorar la eficiencia de las edificaciones. En este sentido, el Steel Framing ha surgido como una alternativa moderna y versátil al sistema tradicional de bloque y hormigón, ofreciendo ventajas en diversos ámbitos.

Es evidente las singularidades de los dos métodos constructivos mencionados, no obstante, el sistema Steel Framing permite acoger elementos que permiten resolver varias problemáticas contemporáneas. Así, en varios países el sistema Steel Framing se ha desarrollado, Mayorga, Perez, y Ramirez (2014) realizan una breve recapitulación de tendencias y avances sobre el sistema Steel Framing.

Estados Unidos es el país que presenta mayor avance, tal es el caso, que es considerado como un referente de conocimiento general para todos los profesionales en materia de construcción y por lo tanto están en la capacidad de llevar a cabo construcciones con el uso de este sistema. (American Iron and Steel Institute, 2009).

La Alianza de Marco de Acero (2013) considera que el sistema Steel Framing es una alternativa viable para la construcción residencial y comercial, sobre todo porque el acero es el principal material, entre los beneficios se destacan: material estructural rentable, programa de construcción eficiente, reciclable, no combustible, inorgánico, estabilidad

dimensional. A parte de los beneficios generales referidos también se pueden destacar beneficios específicos direccionados al constructor y consumidor relacionados con los referidos.

Por estas razones, entre muchas otras este sistema se ha vuelto pionero en la construcción en Estados Unidos donde desde hace ya bastante tiempo se buscaba remplazar el sistema con el que venían construyendo (Madera) pues presentaba varios problemas sobre todo a nivel ambiental. (Steel Framing Alliance, 2013)

En Latino América como se ha mencionado anteriormente, no es muy conocido y por lo tanto aplicado el sistema constructivo del Steel Framing, pero en países como Argentina en los últimos años se ha ido popularizando su uso, es así en la empresa constructora Disser que son expertos en la construcción mediante Steel Framing, en el año 2022 desarrolló un proyecto inmobiliario de vivienda social en el municipio de San Justo en Santa Fe, el cual consta de 70 viviendas. La empresa constructora enfatiza que es un sistema constructivo moderno que utiliza última tecnología en sus componentes, para garantizar sus características técnicas de las viviendas.



Figura 25 Vivienda, Muro con sistema steel framing
Fuente: Disser, Distribución y servicios para la construcción.



Figura 27 Vivienda, Paneles con sistema steel framing
Fuente: Disser, Distribución y servicios para la construcción.



Figura 26 Vivienda realizado con sistema steel framing
Fuente: Disser, Distribución y servicios para la construcción.



Figura 28 Vivienda terminado con sistema de steel framing
Fuente: Disser, Distribución y servicios para la construcción.



*Figura 29 Vivienda terminado con sistema de steel framing
Fuente: Disser, Distribución y servicios para la construcción.*

Otro claro ejemplo del uso del sistema Steel Framing en Latino América se implementa en Uruguay en donde existe una empresa constructora especialista en desarrollar proyectos arquitectónicos en Steel Framing. Como es el ejemplo ubicado en Punta colorada, en el cual de elaboró una casa de verano de alrededor de 73 m2 la cual consta de una cocina y la sala de star integrados, también se diseñó una habitación principal tipo suite, adicionalmente de otra habitación, y un baño social.



*Figura 30 Vivienda terminado con sistema de steel framing
Fuente: Steel Framing Uruguay.*



*Figura 31 Vivienda estructura con sistema de steel framing
Fuente: Steel Framing Uruguay.*

Otra de las obras realizadas por la misma empresa constructora de Uruguay es la realizada en El Pinar, con una dimensión de 130m², la cual consta de 3 habitaciones, cocina, living comedor más dos baños.



*Figura 32 Vivienda estructura con sistema de steel framing
Fuente: Steel Framing Uruguay.*

Esta obra se realizó con perfiles PGC y PGU en acero galvanizado de alta resistencia, que son los perfiles que se usa en el sistema del Steel Framing, para los muros interiores no estructurales se utilizó yeso, por otro lado, para los muros exteriores se usó un multi laminado fenólico, aislante hidrófugo Tyvek, sistema Eifs, también se usó como aislante térmico lana roca R11.



*Figura 33 Vivienda Paneles con sistema de steel framing
Fuente: Steel Framing Uruguay.*

ETAPA 2
Diagnóstico

4. Materiales y Métodos

4.1 Mapa de metodología

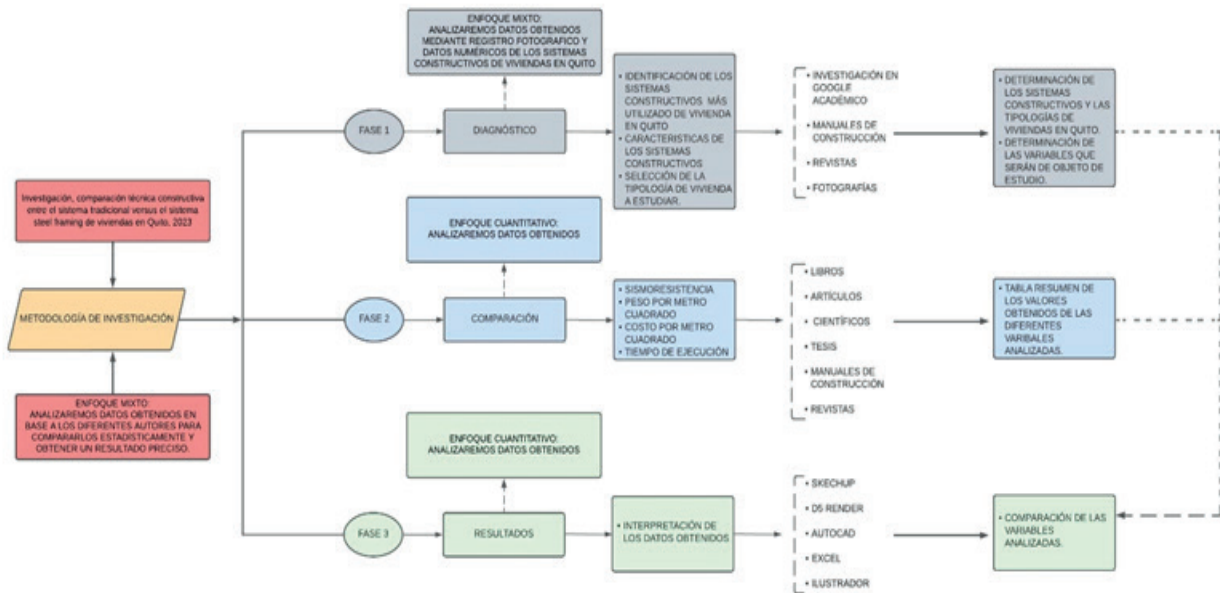


Figura 34 Mapa de metodología
Fuente: Elaboración propia, 2023.

4.2 Fases de la metodología

En el estudio propuesto se centra en la comparación técnica constructiva entre el Sistema Tradicional versus el sistema Steel Framing. Para lograr esta comparativa se ha propuesta una metodología investigativa con enfoque mixto utilizando las variables cuantitativas como también las cualitativas.

Se toma la investigación con enfoque mixto ya que como menciona (Sampieri, 2014). Los métodos mixtos son un conjunto de procesos de investigación sistemáticos, empíricos y críticos que incluyen la recopilación y el análisis de datos cuantitativos y cualitativos, a través de su integración y discusión en conjunto para considerar toda la información recopilada y comprender mejor el fenómeno bajo su estudio.

4.2.1 Fase 1

La primera fase de esta investigación, es la fase de diagnóstico la cual tiene un enfoque mixto, ya que en esta fase realizaremos un registro fotográfico de viviendas para obtener una muestra de la calidad del sistema constructivo como también poder determinar cuál es el sistema más usado en la ciudad de Quito, por otro lado, se registrará los datos de las características del sistema encontrado para así poder contrastar con el sistema propuesto Steel Framing.

Para poder realizar esta primera fase se aplicará un enfoque mixto de investigación ya que se usará datos cuantitativos como también cualitativos. Se utilizarán diversas herramientas que nos ayudarán a la obtención e interpretación de los datos, entre estas herramientas está la consulta de tesis obtenidas de Google académico

cómo también de revistas o artículos científicos, también, se utilizará cámara fotográfica para obtención de las muestras y las características de las viviendas.

Como resultado de esta primera fase se tendrá la determinación del sistema constructivo de viviendas predominante en la ciudad de Quito, pues como menciona el instituto de estadística y censos (INEC) el 70% de las viviendas son edificadas mediante el sistema constructivo tradicional (hormigón, bloque, piedras y concreto) de así mismo podemos ya determinar las variables que serán utilizadas para la comparación entre los sistemas.

4.2.2 Fase 2

Como segunda fase que conlleva esta metodología de investigación tenemos la comparación en cuanto a las variables ya establecidas en la primera fase, en las cuales tenemos: la sismo resistencia entre ambos sistemas constructivos, el peso por metro cuadrado construido, el costo por metro cuadrado en cada sistema tomando en consideración que se va a realizar la comparativa hasta la terminación de la obra gris y cómo último punto de comparación tenemos el tiempo de ejecución entre los sistemas mencionados.

Para llevar a cabo esta segunda fase se va a realizar un método de investigación con un enfoque cuantitativo ya que obtendremos datos estadísticos que nos darán conclusiones con datos numéricos precisos, la obtención de estos datos será a través de, manuales de construcción, tesis, libros cómo también por gráficas de diseño propio.

El resultado de la segunda fase serán los valores obtenidos de ambos sistemas bajo el estudio de las variables ya propuestas, esto será de una gran utilidad,

ya que nos presentará una tabla de resumen, que no servirá para dar con la comparación final.

4.2.3 Fase 3

La última fase de esta metodología de investigación es la tercera, en esta tercera fase se mostrará los resultados, en esta fase el enfoque que se utilizará es el cuantitativo, ya que interpretaremos los datos obtenidos entre ambos sistemas constructivos. Para poder hacer esta interpretación utilizaremos las herramientas de gráficos estadísticos de Excel, la herramienta de ilustrador como también el modelado de las piezas de cada sistema para mostrar las piezas de ambos sistemas y poder visualizar sus periodos de construcción.

Por lo tanto, el resultado de esta última fase, es la comparación de las variables analizadas propuestas anteriormente teniendo así la respuesta de la pregunta de investigación, si es viable la implementación de un sistema constructivo como el Steel Framing para construcción de viviendas en Quito.



ETAPA 3
Resultados

5. Resultados

5.1 Fase 1 “Diagnóstico del usuario”

De acuerdo al Art. 30 de la Constitución Política del Ecuador del 2008, el acceso a una vivienda digna, en un ambiente saludable es un derecho reconocido para todos los ciudadanos ecuatorianos, pero a pesar de ello, un gran porcentaje de personas enfrenta problemas habitacionales y de hábitat. Como consecuencia, existe un stock de viviendas con deficiencias en sus sistemas constructivos, carentes de servicios básicos, con posesión irregular de la propiedad (ausencia de títulos), y en algunos casos ubicadas en zonas de riesgo.

Pais - Región – Provincia	Porcentaje (n/N)*100	Número de hogares con vivienda propia n	Total de hogares N
Ecuador	0,63	2756,928	4346,025
Sierra	0,60	1208,035	2000,599
Azuay	0,61	128,224	209,429
Bolívar	0,77	42,006	54,299
Carchi	0,66	32,875	50,07
Cañar	0,69	46,689	67,484
Chimborazo	0,74	101,081	135,742
Cotopaxi	0,74	87,131	116,98
Imbabura	0,63	74,964	118,688
Loja	0,70	91,775	130,39
Pichincha	0,50	426,429	847,991
Sto. Dom. Tsáchilas	0,59	65,87	112,428
Tungurahua	0,70	109,991	157,098

Tabla 2. Hogares que tienen vivienda propia

Fuente: INEC -SIISE, 2014 Elaborado por: MIDUVI 2019

De acuerdo a la base de datos del Registro Social existe un total de 7.813.524 personas a nivel nacional registradas, se reporta un total de 432.754 hogares en situación de pobreza extrema de un total de 2.375.754 hogares como describe la tabla.

Provincia	Extremo pobre	Extremo pobre	Pobre	Pobre	No pobre	No pobre	Total	Total
	Hogares	Población	Hogares	Población	Hogares	Población	Hogares	Población
AZUAY	19.234	66.518	27.625	87.250	41.114	130.485	87.973	284.253
BOLIVAR	15.987	59.562	12.884	39.704	12.644	36.829	41.515	136.095
CARCHI	3.072	11.728	9.169	28.889	17.162	51.402	29.403	92.019
CAÑAR	8.602	29.281	13.518	43.170	21.125	65.823	43.245	138.274
CHIMBORAZO	24.373	86.193	29.237	94.237	26.382	81.800	79.992	262.230
COTOPAXI	20.700	77.431	29.251	95.770	34.865	111.089	84.816	284.290
ESMERALDAS	29.373	123.534	33.680	115.545	45.987	140.816	109.040	379.895
GALAPAGOS	35	133	114	368	349	930	498	1.431
GUAYAS	70.133	270.320	167.601	564.565	413.031	1.246.260	650.765	2.081.145
IMBABURA	11.630	44.364	17.028	59.699	26.769	85.483	55.427	189.546
LOJA	24.781	91.566	25.879	82.017	31.463	97.843	82.123	271.426
LOS RIOS	36.929	138.251	64.186	209.011	90.737	264.704	191.852	611.966
MANABI	68.276	260.948	93.249	303.933	135.552	413.451	297.077	978.332
MORONA SANTIAGO	15.957	75.295	6.543	22.619	9.416	30.030	31.916	127.944
NAPO	7.630	36.758	5.141	19.400	5.423	17.337	18.194	73.495
ORELLANA	10.840	49.987	8.497	29.703	8.935	28.817	28.272	108.507
PASTAZA	5.780	26.723	3.047	10.492	4.653	14.653	13.480	51.868
PICHINCHA	9.859	36.518	29.387	99.514	119.918	386.006	159.164	522.038
SANTA ELENA	5.754	25.085	20.302	76.579	44.190	141.967	70.246	243.631
SANTO DOMINGO DE LOS TSACHILAS	8.594	34.623	20.266	68.484	35.893	109.567	64.753	212.674
SUCUMBIOS	9.408	40.179	9.760	33.503	10.947	34.272	30.115	107.954
TUNGURAHUA	10.581	33.768	25.889	80.975	49.537	153.775	86.007	268.518
ZAMORA CHINCHIPE	5.944	25.598	6.223	22.063	7.593	25.094	19.760	72.755
ZONAS DELIMITADAS	2.710	10.775	2.414	8.029	1.354	3.979	6.478	22.783
Total	432.754	1.680.873	683.266	2.269.696	1.259.734	3.862.955	2.375.754	7.813.524

Tabla 3. Datos del Registro Social- SENPLADES

Fuente: SENPLADES, datos del Registro Social. Elaborado por: MIDUVI

Actual proyección de demanda de vivienda de interés social

Provincia	# Viviendas requeridas para extrema pobreza	# Viviendas requeridas para pobreza moderada	Total
AZUAY	936	8.927	9.863
BOLIVAR	470	3.951	4.421
CAÑAR	338	3.846	4.184
CARCHI	450	3.199	3.649
COTOPAXI	889	6.033	6.923
CHIMBORAZO	1.717	12.000	13.717
EL ORO	414	3.975	4.390
GUAYAS	5.062	44.120	49.182
IMBABURA	794	5.355	6.150
LOJA	893	6.930	7.823
LOS RIOS	1.309	13.871	15.181
MANABI	3.145	35.684	38.829
MORONA SANTIAGO	893	5.133	6.026
NAPO	293	1.812	2.105
PASTAZA	353	1.916	2.268
PICHINCHA	898	7.854	8.752
TUNGURAHUA	736	6.223	6.959
ZAMORA CHINCHIPE	195	1.421	1.616
GALAPAGOS	0	0	0
SUCUMBOS	305	2.450	2.755
ORELLANA	342	2.142	2.484
SANTO DOMINGO	213	2.215	2.429
SANTA ELENA	543	5.535	6.078
ZONAS NO DELIMITADAS	62	853	915
TOTAL	22.954	197.046	220.000

Tabla 4. Demanda de viviendas de interés social

Fuente: Presentación de Modelo de Gestión Elaboración: MIDUVI

En el campo de la construcción de viviendas, tener el mayor control durante el proceso constructivo ayuda a que, en el momento de la entrega esta cuente con todas las garantías de seguridad y de calidad en las construcciones, y pues, como menciona el INEC más del 60% de las viviendas son de carácter informal, ya que no se tiene poco o ningún tipo de control en la construcción de la vivienda, por otro lado, según el mismo INEC más del 70% de las viviendas son construidas con el sistema tradicional de bloque y hormigón, por esta razón, se han ido implementado nuevos sistemas constructivos que en comparación al sistema tradicional se pueda tener un mayor control durante el proceso constructivo como es el caso de los sistemas prefabricados como el sistema Steel Framing.

Zona Metropolitana	Número de asentamientos	Porcentaje	Superficie (has)	Porcentaje
La Delicia	46	12,17	553,35	13,78
Calderón	82	21,69	531,04	13,22
Centro	21	5,56	173,37	4,32
Norte	33	8,73	213,87	5,33
Eloy Alfaro	35	9,26	395,58	9,85
Los Chillos	44	11,64	687,84	17,13
Quitumbe	95	25,13	789,57	19,66
Tumbaco	22	5,82	671,22	16,71
Total	378	100	4.015,84	100

Tabla 5. Asentamientos informales en la ciudad de Quito.

Fuente: Elaboración Propia. Basado de (STHV,2008).

La falta de accesibilidad de una vivienda es uno de las principales urgencias que debe solventar el Ecuador ya que es uno de los problemas que más afecta a las familias ecuatorianas, adicionalmente existe un gran número de viviendas que no cuentan con los servicios básicos, por tanto, como dice (López, 2017) los asentamientos informales que son construidos con materiales de mala calidad, sin supervisión de un profesional, se implantan en terrenos inestables y con bastante tendencia a los deslizamientos de tierra y como también a inundaciones.

Por lo tanto, se propone como alternativa la implementación para la construcción de viviendas en la ciudad de Quito el sistema constructivo Steel Framing, por lo que, se toma como referencia el modelo de casa MIDUVI de interés social elaborada con el sistema tradicional de bloque y hormigón, para realizar la comparativa con el sistema Steel Framing entre las variables técnicas constructivas las cuales son:

- a. La sismo resistencia
- b. Costo
- c. Tiempo de construcción
- d. Peso por metro cuadrado.

a. Sismoresistencia

Ya que el Ecuador está dentro del denominado cinturón de fuego se debe implementar sistemas constructivos alternativos que posean una mayor seguridad ante eventos sísmicos, como se ha implementado en los países como Chile y en mayor medida Japón, que en los últimos años han impulsado las construcciones prefabricadas como es el sistema Steel Framing.

Como se muestra en la imagen las ciudades con mayor peligrosidad sísmica son: Quito y Esmeraldas, junto con las zonas de la costa norte y a su vez la zona sierra centro.

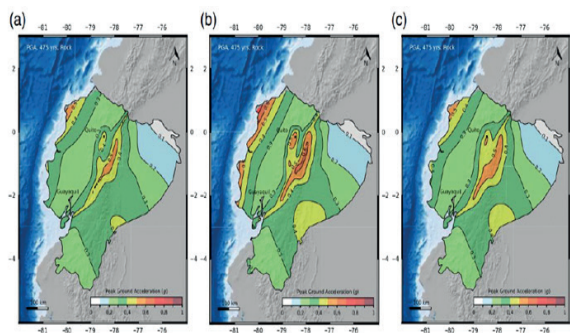


Figura 34 Mapa afectación sísmica
Fuente: (Beauval et al., 2018)

Casi el 90% de los terremotos que ha habido surgieron en el cinturón del fuego del Pacífico el cual tiene una longitud de algo más de 40.000 km. En el caso de nuestro país Ecuador el peligro sísmico está regido principalmente por dos fuentes sísmicas: subducción (interplaca e interplaca), y las de tipo corticales (superficiales) (Martínez & Angulo, 2016). Como un ejemplo reciente está el terremoto que ocurrió el 16 de abril del 2016, el terremoto fue de subducción con magnitud registrada de Mw 7.8 (Singaicho, et al., 2016)

En ese sentido, (Dannemann, 2007) menciona que, mediante el sistema del Steel Framing con el uso de los planos estructurales arriostrados las fuerzas sísmicas inerciales son reducidas, ya que colaboran de manera eficiente a la que el conjunto del sistema se estabilice. El sistema Steel framing al ser un sistema liviano en esqueleto es un sistema flexible que ante un evento sísmico se mueven todas sus partes junto con el sismo y vuelven a su lugar, en cambio en el sistema tradicional al ser una construcción rígida por usar ladrillo y cemento, además el muro del sistema constructivo tradicional está diseñado para soportar cargas verticales, y no está diseñado para soportar esfuerzos transversales lo que lo hace más propenso a que colapse.

Al momento de que se desarrolla un sismo estos producen movimientos en los cimientos y estos a su vez ocasionan cargas laterales en las edificaciones, el sistema constructivo de Steel Framing al ser un sistema liviano, es decir que posee menor masa que el sistema constructivo tradicional de hormigón, produce una menor fuerza lateral, ya que como menciona (González, 2015) mientras más pesada es la edificación, mayor será la fuerza lateral que se genere.

Como menciona (Aguilar et al., 2016) En el sismo de 7.8 en la escala de Richter, producido el 16 de abril del 2016, en Ecuador, en la provincia de Manabí, ubicada en la región Costa, se evidenció la vulnerabilidad de las construcciones que fueron edificadas mediante el sistema constructivo tradicional, por la razón de la falta de control en su proceso constructivo, también se pudo observar la falta de planificación de la ciudad, por eso, la importancia de implementar alternativas más actuales de construcción, que garanticen la seguridad técnica de las construcciones.

b. Costo

El costo es una variable fundamental en cualquier proyecto de construcción. En este aspecto, varios estudios han demostrado que el Steel Framing puede ofrecer una ventaja económica significativa en comparación con el sistema tradicional de bloque y hormigón. Según el artículo de (Smith, Jhonson, & Davis, 2018), el Steel Framing puede resultar hasta un 20% más económico en términos de materiales y mano de obra especializada, lo que puede implicar costos adicionales en comparación con el sistema tradicional. Sin embargo, la mayor eficiencia y precisión del proceso de construcción pueden ayudar a reducir los tiempos y, por lo tanto, los costos laborales totales.

Esta reducción de costos se debe a la eficiencia en la fabricación de los elementos estructurales y a la menor cantidad de tiempo requerido para su instalación.

Pues como menciona (Morocho,2020) en su estudio de comparación del sistema del Steel Framing, el sistema constructivo tradicional y el de estructura de metal, en una edificación de 4 pisos, se llega a los siguientes resultados que se muestran en la tabla de continuación.

COMPARACIÓN: COSTO DE OBRA NEGRA

	Steel Framing	Hormigón armado	Acero estructural
COSTO	88.284,51 USD	92.935,33 USD	92.434,69 USD
COSTO/m2	69,37 USD/m2	73,02 USD/m2	72,63 USD/m2

Tabla 6. Comparación costo de obra gris.

Fuente: Morocho, 2020.

La interpretación de los datos de la tabla presentada denota que el sistema con menor costo es el del sistema constructivo de Steel Framing, con una reducción de costo de 4,650,82 USD, frente al sistema constructivo tradicional de hormigón armado. De manera que, como se refleja en la comparación en la tabla el costo por metro cuadrado es más económico el sistema del Steel framing.

Por otro lado, mientras el sistema tradicional requiere una cantidad significativa de materiales, como bloques, mortero y hormigón, lo que puede generar un mayor costo final. Además, el aumento en los precios de los materiales de construcción tradicionales en los últimos años ha llevado a un incremento en los costos generales.

c. Tiempo de construcción

El tiempo de construcción es otro factor crítico que influye en la elección del sistema constructivo. En este sentido, el Steel Framing ofrece una considerable ventaja en comparación con el sistema tradicional. Investigaciones realizadas por (Brown et al., 2022) señalan que el Steel Framing puede acelerar los tiempos de construcción en un 30% en promedio, debido a la prefabricación de los componentes, la facilidad de montaje y la reducción de etapas constructivas.

Entre otra de las ventajas que presenta el sistema Steel Framing frente al tradicional es el que menciona (Chang, 2014) el cual destaca que en el sistema de acero galvanizado ya no incluye el tiempo de fraguado como lo hace el hormigón.

Por otro lado, en el estudio realizado por (Morocho,2020) en el cual analiza los sistemas de Steel Framing, el sistema constructivo tradicional de hormigón armado y como también la estructura de acero, comparándolos tanto en el aspecto constructivo y estructuralmente una edificación de cuatro pisos. Donde obtiene como resultado en los tiempos de construcción los mostrados en la siguiente tabla.

COMPARACIÓN: TIEMPO DE CONSTRUCCIÓN			
	Steel Framing	Hormigón armado	Acero estructural
TIEMPO	04,16 días	145,37 días	123,40 días

Tabla 7. Comparación tiempo de construcción.

Fuente: Morocho, 2020.

Adicional, existe una mayor eficiencia del tiempo requerido ya que no se requiere una preparación del sitio al no requerir excavar cimientos profundos o la construcción de estructura de soporte masivas como en el sistema tradicional.

El Steel Framing se caracteriza por la prefabricación de diversos elementos utilizados en la construcción, lo que agiliza el proceso constructivo y garantiza una mayor calidad y precisión en los resultados. Según el estudio de investigación realizado por Martínez et al. (2020) en el sistema de Steel Framing se pueden prefabricar elementos como paneles de cerramiento, marcos de puertas y ventanas, vigas y columnas, entre otros. Estos elementos se fabrican en talleres especializados y se transportan al lugar de construcción para su montaje. La prefabricación reduce los tiempos de construcción, minimiza los desperdicios y optimiza los recursos.

El Steel Framing se caracteriza por la prefabricación de diversos elementos utilizados en la construcción, lo que agiliza el proceso constructivo y garantiza una mayor calidad y precisión en los resultados. Según el estudio de investigación realizado por Martínez et al. (2020) en el sistema de Steel Framing se pueden prefabricar elementos como paneles de cerramiento, marcos de puertas y ventanas, vigas y columnas, entre otros. Estos elementos se fabrican en talleres especializados y se transportan al lugar de construcción para su montaje. La prefabricación reduce los tiempos de construcción, minimiza los desperdicios y optimiza los recursos.

No obstante, a pesar de las diferencias presentadas existe una similitud de tiempo en ambos métodos constructivos en la etapa de acabados y revestimientos ya que este proceso no está directamente relacionado con el método de estructura utilizado.

d. Peso por metro cuadrado

El peso es un factor importante a considerar en la construcción, ya que puede afectar diversos aspectos, como la cimentación, el transporte, la manipulación y la resistencia estructural.

En comparación con el sistema tradicional de bloque y hormigón, el Steel Framing se caracteriza por ser un sistema ligero. Según García et al. (2021), en promedio, el Steel Framing tiene un peso de aproximadamente 25 kg/m², mientras que el sistema tradicional de bloque y hormigón puede llegar a pesar entre 250 kg/m² y 500 kg/m², dependiendo del espesor de los materiales utilizados. Esta diferencia significativa de peso proporciona ventajas en términos de carga estructural, reducción de esfuerzos en la cimentación y facilidad de transporte y manipulación de los materiales.

Tabiques y paredes de mampostería			
	Espesor (cm)	Peso por m ² kg/m ² (kN/m ²)	
		Sin enlucido	Con enlucido
Bloques de hormigón	10	150 (1,5)	210 (2,1)
	15	210 (2,1)	270 (2,7)
	20	270 (2,7)	330 (3,3)

Tabla 8. Comparación peso por metro cuadrado.
Fuente: Covenin, 2002

Otro claro ejemplo de la gran diferencia de estos dos sistemas constructivos, es el que menciona (Moroch, 2020) en la que compara el peso de la estructura de una vivienda de cuatro pisos de Steel Framing con el sistema tradicional de hormigón armado y el de estructura de acero.

COMPARACIÓN: PESO DE LA ESTRUCTURA			
	Steel Framing	Hormigón armado	Acero estructural
PESO	247.34 tonf	900.19 tonf	544.45 tonf

Tabla 9. Comparación peso.
Fuente: Moroch,2020

En la tabla de comparación del peso de la estructura se puede observar que la estructura diseñada mediante el Steel Framing pesa un 27.5% que la es diseñada mediante el hormigón armado en el caso de estudio de una vivienda de 4 pisos que plantea (Moroch, 2020).

Tabla Comparativa de aspectos técnicos entre hormigón armado y steel framing.

Hormigón Armado	Steel Framing
Material monolítico producido con material de cantera.	Material producido industrialmente bajo explotación en minas.
Se fabrica en obra.	Se obtiene perfiles normalizados en fábrica.
Control de calidad se hace en obra, depende de la calidad del material y la habilidad de los operarios, se certifica mediante ensayos.	Control de calidad se hace en taller, depende de la calidad de la materia prima, la certificación de origen satisface los requerimientos de los elementos estructurales y las uniones mayoritariamente realizadas en taller.
El resultado es una construcción maciza. La simulación de la acción estructural es casi incierta.	El resultado es una construcción normalizada a modo de esqueleto estructural. La simulación es más realista.
Las piezas son rígidas.	Las piezas son esbeltas.
No hay limitaciones en cuanto a formas y tamaños de elementos.	Formas y tamaños se limitan por la facilidad de transporte.
Al aumentar la exigencia se aumenta el tamaño o la calidad de los materiales.	Al aumentar la exigencia se puede controlar la respuesta mediante la implementación de elementos adicionales.
Los asentamientos diferenciales son perjudiciales.	Los asentamientos diferenciales son imperceptibles debido a la cantidad de montantes.

La acción sísmica es de cuidado debido a su rigidez	Tienen un mejor desempeño ante sismos debido a su flexibilidad y menor peso.
Una falta de estabilidad puede llevar al colapso.	Una falta de estabilidad puede llevar a deformaciones permanentes en elementos que se pueden intervenir.
La conducta deficiente frente a tracción lo hace dependiente del refuerzo.	La capacidad de los elementos sometidos a tensión es buena, además soportan menos carga axial. El control de esbeltez no es tan riguroso debido a la cantidad de montantes, separaciones y arriostramientos.
El ajuste de estructura en condición de falla es impredecible.	La estructura es propicia a redistribuir cargas en condición de falla.

Tabla 10. Tabla Comparativa de aspectos técnicos entre hormigón armado y steel framing.
Fuente: Rojas & Arenas, 2008

Tabla Comparativa de aspectos constructivos entre hormigón armado y steel framing.

Hormigón Armado	Steel Framing
El costo en la mano de obra no está relacionado con especialización, es decir, la mano de obra no es calificada.	El costo asociado con mano de obra está relacionado con la especialización, es decir, debe ser personal formado de forma técnica.
La mano de obra es asequible en el mercado laboral.	Se requiere de menos mano de obra especializada
Con relación al efecto del ambiente es casi invulnerable, solamente lo afectan algunos medios ácidos.	El acero de los perfiles es galvanizado, garantiza una larga durabilidad..
El tiempo es más largo en la construcción por ser fruto de varias etapas.	Los tiempos de ejecución se reducen al máximo por la estructuración previa en taller de elementos y uniones, a modo de prefabricación.
No hay limitaciones en cuanto a formas y tamaños de elementos.	Formas y tamaños se limitan por la facilidad de transporte.
Aumenta costos en mano de obra por requerir más tiempo.	Los costos se reducen significativamente por la reducción de tiempos y el requerimiento de menos mano de obra.

Las paredes son de mampostería y tienen una deficiente aislación térmica y acústica.	Las paredes poseen una excelente aislación térmica y acústica.
El porcentaje de desperdicios es considerable debido a las técnicas in situ y a la dependencia al bloque o ladrillo para las paredes.	El porcentaje de desperdicios es reducido debido a la ensamble previo, al evitar el uso de bloques o ladrillos y al cálculo de todos los materiales de obra.
Los problemas para la distribución de las instalaciones son frecuentes.	Las paredes permiten la disposición de las instalaciones sin dificultad.
El uso de mampostería de bloque o ladrillo conlleva paredes gruesas y pesadas.	Las paredes construidas con steel framing son más angostas y permiten una mayor superficie útil.

Tabla 11. Tabla Comparativa de aspectos constructivos entre hormigón armado y steel framing.
Fuente: Rojas & Arenas, 2008

6. Conclusiones

- Se puede concluir que el sistema Steel framing tiene un mejor comportamiento frente a movimientos sísmicos por la ligereza de su estructura y el funcionamiento en esqueleto que posee la misma.
- En cuanto al peso por metro cuadrado el sistema Steel framing es significativamente más liviano frente al sistema constructivo tradicional de bloque y hormigón.
- Al ser un sistema prefabricado el sistema Steel framing reduce su tiempo de construcción de una vivienda, por otro lado el sistema constructivo tradicional al ser un sistema que utiliza agua en su construcción su tiempo de fabricación aumenta significativamente.
- En cuanto al costo el sistema Steel framing tiene un menor costo final frente al sistema tradicional esto se debe tanto a la prefabricación de los materiales como también a los tiempos de ejecución de la construcción entre ambos sistemas, lo que hace que disminuya el precio final.

Como muestran las tablas en cuanto a la comparación técnicos constructivos de los sistemas de hormigón y el sistema del Steel Framing, se resalta las ventajas que presenta el sistema Steel Framing por sobre el sistema constructivo húmedo de hormigón, entre esas virtudes que presenta el sistema constructivo de acero galvanizado, está el costo donde se muestra que la mano de obra y por el uso del material, el sistemas constructivo seco posee una ventaja, por otro lado, el peso de la estructura en el sistema Steel framing es mucho más liviana y de menor grosor lo que favorece para el espacio útil y como también por su estructura de esqueleto responde de una mejor manera frente a los movimientos sísmicos.

7. Recomendaciones

- Se recomienda que la fabricación de los perfiles de acero galvanizado se realice con los estándares de calidad necesarios para el correcto funcionamiento del sistema Steel framing.
- La mano de obra debe ser calificada en la construcción del sistema Steel framing.
- Se recomienda el fortalecimiento de la difusión del sistema Steel framing para que las personas se familiaricen con el nuevo sistema propuesto.
- Se debe fomentar el uso de nuevas tecnologías en cuanto a los sistemas de construcción como es el sistema Steel framing.

8. Bibliografía

Caribe, C. E. (2007). Taller Nacional sobre “Migración interna y desarrollo en Brasil: diagnóstico, perspectivas y políticas”. (pág. 55). Brasil.

Censos, I. N. (2023). Proyecciones poblacionales. Obtenido de <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/proyecciones-poblacionales/>

Consulsteel. (2002). Manual de procedimiento. Construcción con Steel Framing. Buenos Aires, Argentina.

Ganem, M. M., & Bauret, H. (2002). Manual de procedimiento - Construcción Con Steel Framing, 303. Obtenido de <http://intellectum.unisabana.edu.co/handle/10818/5350>

García, J., López, M., & Pérez, A. (2021). Comparación de los sistemas constructivos Steel Framing y sistema tradicional de bloque y hormigón. *Revista de Ingeniería y Arquitectura*, 124-136.

Lamus Rodríguez, J. L. (2015). Análisis de viabilidad económica: sistema constructivo light steel framing en Colombia. Universidad de los Andes.

Martínez, R., González, A., & Sánchez, J. (2020). Análisis comparativo entre el sistema tradicional y el sistema Steel Framing. *Revista Arquitectura*.

Sarmanho, A., & Moraes, R. (2007). Steel framing: *Arquitectura*. steel framing: *Arquitectura*. Obtenido de <http://www.construccionenacero.com/Articulos y Publicaciones/Libros/Steel Framing Arquitectura.pdf>

Smith, A., Jhonson, B., & Davis, C. (2018). Comparative Analysis of Steel Frame Construction and Tradicional Concrete Frame Construction. *Construction Engineering and Management*.

Ortega, J. (s.f.). Técnicas en la construcción. Recuperado desde: https://www.academia.edu/10513833/Técnicas_en_la_Construcción_3_Sistemas_Constructivos_Tradicionales_3_1_Muros

Meneses, V. (2017). OPTIMIZACIÓN DE MÉTODOS CONSTRUCTIVOS PARA REDUCCIÓN DE COSTOS EN VIVIENDAS SOCIALES. CASO DE APLICACIÓN: CIUDAD SERRANA EN EL CANTÓN MEJÍA.

Sampieri, R. (2014). Metodología de la Investigación.

Clichevsky, N. (2017). Hábitat informal en América Latina: entre la permisividad, el desalojo y la regularización. *Territorios*, (6), 15-30. Recuperado a partir de <https://revistas.urosario.edu.co/index.php/territorios/article/view/5657>

INEC. (2012). Principales Resultados: Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos

(ENIGHUR) 2011- 2012. Quito. Retrieved recuperado de <http://www.ecuadorencifras.gob.ec/encuestanacional-de-ingresos-y-gastos-de-los-hogares-urbanos-y-rurales/>

INEC. (2018). Censo de población y vivienda. Recuperado el 2 de Julio, 2023, de

<http://www.ecuadorencifras.gob.ec/censo-de->

poblacion-y-vivienda/

Fonseca, P. (2006). La industrialización de la construcción y las nuevas tecnologías.

Montevideo: Facultad de Arquitectura, Universidad ORT Uruguay.

López, C. (2017). Estudio y análisis comparativo entre el sistema constructivo

tradicional en hormigón armado con el sistema de construcción liviana aplicado viviendas de interés social del sector rural de la zona 8 Provincia del Guayas. Universidad laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil.

R. Aguiar, N. Loor, and D. Zambrano, "COMPORTAMIENTO DEL BLOQUE ESTRUCTURAL TRES DEL EDIFICIO DE POST GRADO DE LA ULEAM DURANTE EL TERREMOTO DEL 16 A," Revista CIENCIA, vol. 18, pp. 407–422, 2016.

Chang, M. (2014). Propuesta y evaluación de la aplicación del sistema de construcción industrializada modular. Pontificia Universidad Católica del Perú.

AJS Construcciones. (2018). Construcciones en Seco. Recuperado el 10 de Julio, 2023, de http://www.construccionesajs.com.ar/casas_construccion_en_seco_steel_framing_bahia_blanca_casas_de_chapa_casas.htm

Rojas, M., & Arenas, J. (2008). Comparación técnico-financiera del acero estructural y el hormigón armado. Dyna, 75, 47–56.

R. Dannemann, Manual de Ingeniería de Steel Framing, Segunda. Chile, 2007.

E. Wehling, STEEL FRAMING MANUAL DE APOYO, CUARTA EDI. BUENOS AIRES - ARGENTINA: Barbieri, 2017. [Online]. Available: industrias@adbarbieri.com.ar

Morocho, N. (2020). ANÁLISIS COMPARATIVO ESTRUCTURAL Y CONSTRUCTIVO DE UNA EDIFICACIÓN DE CUATRO PISOS ENTRE EL SISTEMA STEEL FRAMING, EL HORMIGÓN ARMADO Y LA ESTRUCTURA METÁLICA. Pazmiño F.(2019).Manual de uso de las buenas practicas en la construcción para maestros de obra en Quito.



Universidad
Indoamérica

Arquitectura

Quito, 2023