

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA INDOAMÉRICA

**Tema: MANUAL DE BUENAS PRÁCTICAS CONSTRUCTIVAS EN ESTRUCTURAS DE ACERO
PARA MAESTROS DE OBRA EN QUITO, 2020**



Informe de investigación metodológica presentada como requisito previo a la
obtención del título de arquitecto.

AUTOR: Jessica Roció Bautista Espinel

TUTOR: Arq. Frank Bernal

QUITO -ECUADOR

2021

FACULTAD DE ARQUITECTURA, ARTES Y DISEÑO

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

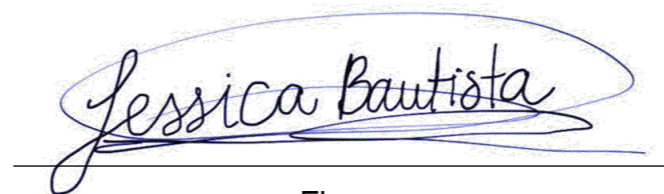
Yo, Jessica Rocio Bautista Espinel, declaro ser autor del Trabajo de Titulación con el nombre "MANUAL DE BUENAS PRÁCTICAS CONSTRUCTIVAS EN ESTRUCTURAS DE ACERO PARA MAESTROS DE OBRA EN QUITO, 2020", como requisito para optar al grado de Arquitecto y autorizo al Sistema de Bibliotecas de la Universidad Tecnológica Indoamérica, 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 deberán firmar convenios específicos adicionales, donde se acuerden los términos de adjudicación de dichos beneficios.

Para constancia de esta autorización, en la ciudad de Quito, a 1 del mes de enero de 2021, firmo conforme:

Autor: Jessica Rocio Bautista Espinel

A handwritten signature in blue ink that reads "Jessica Bautista". The signature is written in a cursive style and is underlined with a horizontal line.

Firma

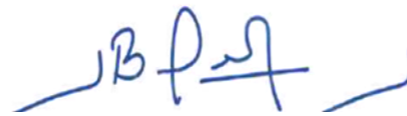
Número de Cédula: 1718368507

Dirección: Pichincha, Quito, El rosario. Correo Electrónico:

Teléfono: 0960293838

APROBACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de tutor y director del Proyecto: **“MANUAL DE BUENAS PRÁCTICAS CONSTRUCTIVAS EN ESTRUCTURAS DE ACERO PARA MAESTROS DE OBRA EN QUITO,2020”** presentada por la ciudadana Ecuatoriana Jessica Rocio Bautista Espinel con cedula 1718368507 estudiante de la **“Universidad Tecnológica Indoamérica”** facultad de arquitectura ,arte y diseño.Considero que dicho informe metodológico reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la revisión y evaluación respectiva por parte del Tribunal de Grado, que se designe, para su correspondiente estudio y calificación.

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'FB', with a horizontal line extending to the right.

EL TUTOR

Arq. Frank Bernal

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Yo Jessica Rocio Bautista Espinel con cedula 1718368507, declaro que los contenidos obtenidos en el presente trabajo de fin de carrera, como requisito previo para la obtención del Título de Arquitecto, son legítimos y auténticos realizados de forma virtual, se usó programas como usó, este contenido es de exclusiva responsabilidad académica del autor.



Jessica Rocio Bautista Espinel

CI. 1718368507

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

Proyecto de aprobación de acuerdo con el Reglamento de Títulos y Grados de la Facultad de Arquitectura, Artes y Diseño de la Universidad Tecnológica Indoamérica.

Quito, enero 2021

Para constancia firman:

TRIBUNAL DE GRADO



.....
ARQ. JULIO VEGA



.....
ARQ. AMADEU CASALS



.....
ING. JORGE PONCE

AGRADECIMIENTO

Mi eterno agradecimiento a mis padres ya que gracias a su apoyo incondicional y su entusiasmo en todo momento de mi Carrera han sido mi pilar fundamental.

De igual manera a mis tutores de Tesis Arq. Frank Bernal y Ing. Leonardo López por haber Compartido de la mejor manera sus conocimientos

DEDICATORIA

A mi madre y a mi padre que gracias a su esfuerzo y amor incondicional he logrado cumplir mis metas, gracias por estar en cada etapa de mi vida apoyándome y dándome los mejores consejos para ser una mejor persona, gracias por ser mi ejemplo de superación, fuerza y amor. De igual manera a mi esposo Christian por estar conmigo apoyándome.

El Autor

INDICE DE CONTENIDOS

APROBACIÓN DEL TUTOR.....	2
DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD	3
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO	4
AGRADECIMIENTO	5
DEDICATORIA	6
CAPÍTULO.....	13
EL PROBLEMA.....	13
1.TEMA.....	13
1.2 LÍNEA DE INVESTIGACIÓN	13
1.3 SEÑALAMIENTO DE VARIABLES.....	13
1.3.1 Variable independiente:	13
1.3.2 Variable dependiente:	13
1.3.2 CONTEXTO.....	13
1.4 PROBLEMÁTICA	15
1.5. ANÁLISIS CRÍTICO.....	15
1.6. JUSTIFICACIÓN.....	15
1.7 OBJETIVOS.....	16
1.7.1. Objetivo general	16
1.7.2. Objetivos específicos	16
CAPÍTULO II	17
MARCO TEÓRICO.....	17
2.Análisis de paradigma, variables e indicadores.	17
2.1 La auto construcción.....	17
2.2 Viviendas informales en la ciudad de Quito.	18
2.3 Técnicas constructivas	20
2.3.1 Arquitectura tradicional.....	20
2.4 Principios del Acero	22
2.4.1 El acero estructural.....	22
2.4.2 Estructuras Metálicas	23
2.4.3 Tipos de elementos estructurales.	23

2.5 Conexiones en Estructuras de acero.....	26
2.5.1 Conexiones soldadas.....	26
2.5.2 Tipos de juntas o uniones soldadas.....	26
2.6 Patologías en estructuras metálicas.....	27
CAPÍTULO III METODOLOGÍA.....	28
3.Problemática en el estudio y factibilidad del proyecto (comparativa).....	28
3.1 El uso de estructuras de Acero en la ciudad de Quito.....	29
3.2 Comparativa de un módulo para la vivienda unifamiliar de tres pisos entre una estructura metálica y una construcción tradicional (hormigón armado).....	31
3.2 Presupuesto vivienda estructura de hormigón armado.....	32
3.3 Encuesta “Elección de sistema constructivo para la Auto Construcción de viviendas.”.....	34
3.4 Resultado de la encuesta.....	35
3.5 Análisis de datos.....	37
CAPÍTULO IV.....	38
4.1 El manual.....	38
4.2 Programa para el prediseño estructural de viviendas unifamiliares (E.A).....	40
Capítulo V.....	42
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	42
Conclusiones.....	42
Recomendaciones.....	42
Bibliografía.....	43
ANEXOS.....	44

Tabla de imágenes

Imagen 1.....	13
Imagen 2.....	17
Imagen 3.....	18
Imagen 4.....	18
Imagen 5.....	20
Imagen 6.....	20
Imagen 8 Patologías hormigón.....	21
Imagen 7 Bloques de Cemento.....	21
Imagen 9.....	22
Imagen 10.....	22
Imagen 11 Tipos de perfiles.....	23
Imagen 12.....	24
Imagen 14.....	24
Imagen 13.....	24
Imagen 15.....	25
Imagen 16 Losa Deck.....	25
Imagen 17 Unión Tipo Cordón.....	26
Imagen 18 Tipos de uniones.....	26
Imagen 19 Corrosión.....	27
Imagen 20 Holgura en uniones.....	27
Imagen 21 Impactos y sobrecargas.....	27
Imagen 22 Metodología.....	28
Imagen 23 Estructura metálica.....	29
Imagen 24.....	29
Imagen 25.....	31
Imagen 26.....	31
Imagen 27.....	31
Imagen 28.....	32
Imagen 29 Recolección de datos.....	33
Imagen 30 Encuesta Google.....	34
Imagen 31 Resultado análisis poblacional.....	34

Imagen 32 Formula de Tamaño de Muestra	34
Imagen 33 Encuesta Google	35
Imagen 35	36
Imagen 35 Análisis expuesto en la pregunta 2	36
Imagen 36 Portada.....	38
Imagen 37 índice.....	38
Imagen 38 Introducción.....	38
Imagen 39 objetivos	38
Imagen 40	39
Imagen 41	39
Imagen 42 Losa deck.....	39
Imagen 43 Programa prediseño	40
Imagen 44 Capítulo IV.....	40
Imagen 45 Tipo de estructura.....	40
Imagen 46	41
Imagen 48 Datos de entrada viga.....	41
Imagen 47 Resultado Programa (E.A).....	41

Tabla de ilustraciones

Tabla 1.....	15
Tabla 2.....	17
Tabla 3 Asentamientos informales en el DMQ.....	19
Tabla 4 de asentamientos ilegales.	19
Tabla 5.....	30
Tabla 6.....	32
Tabla 7.....	32
Tabla 8.....	33
Tabla 9 Pregunta 2.....	35
Tabla 10 Pregunta 1.....	35
Tabla 11.....	35

Tabla 12 Gráfico porcentual Preg.2	36
Tabla 13 Pregunta 3.....	36
Tabla 14 Gráfico porcentual preg.3	36
Tabla 15.....	37

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA INDOAMÉRICA
FACULTAD DE ARQUITECTURA Y ARTES APLICADAS**

RESUMEN EJECUTIVO

TEMA: MANUAL DE BUENAS PRÁCTICAS CONSTRUCTIVAS EN ESTRUCTURAS DE ACERO PARA MAESTROS DE OBRA EN QUITO,2020

AUTOR: Jessica Rocio Bautista Espinel

TUTOR: Arq.Frank Bernal

RESUMEN

La presente investigación metodológica tiene el fin de crear un manual de buenas practicas constructivas en estructuras de acero para viviendas unifamiliares de hasta tres pisos y un programa de predimensionamiento estructural, dirigido a maestros de obra o personas interesadas en la autoconstrucción, el objetivo de esta tesis es mejorar la calidad de las construcciones realizadas por esfuerzo propio en el sector privado de la ciudad de Quito – Ecuador .Este manual hace un estudio de ordenanzas, normativas y procesos constructivos que ayudarán a garantizar una óptima calidad al momento de autoconstruir una vivienda unifamiliar en estructuras de acero de hasta 3 pisos de altura.Este manual no estaría completo sin el programa de prediseño estructural que brindara datos certificados por normativas internacionales ,en el que obtendremos datos de prediseño como columna,viga,losa y correa. Para llevar a cabo esta investigación, se tomó en cuenta al usuario, el uso de las técnicas y procesos de construcción. Esta tesis uso como metodología una comparativa realizada a partir de un módulo de vivienda de tres pisos entre el método constructivo tradicional de hormigón armado versus el sistema constructivo en estructuras de acero con el fin de comparar costos y tiempos en la construcción, además del levantamiento de patologías en estructuras de acero encontradas en la ciudad de Quito y mediante encuestas informativas. El resultado de estos datos fueron clave para corroborar la necesidad de un manual de buenas prácticas constructivas en estructuras de acero que guie al usuario antes y durante el proceso de autoconstrucción de su vivienda. El fin de este trabajo de fin de carrera es mejorar la calidad de ejecución en estructuras de acero, disminuir costos en la construcción de viviendas unifamiliares y disminución en su tiempo de ejecución.

Palabras clave: Manual; Autoconstrucción; Estructuras de Acero; Prediseño estructura.

ABSTRACT

The present methodologic investigation has the object to generate a manual of upstanding constructive practices in steels structure for single-family residences of up to three floors and a pre dimension steel building program. This system is a guide for builders or people interested in self-construction. The purpose of this document is to improve the quality of steel construction in Quito -Ecuador. This manual makes a study of ordinances, regulations of construction processes, this will help to guarantee an optimal quality at self-building a single-family house in steel structure up to three levels. This manual goes on the hand of a pre dimension steel building program that will help with the pre-design of structural elements such as column, beam, and slab. To carry out this work the users were studied and taken into account, the use of process and techniques of steel buildings. This methodologic investigation was substantiated on a comparison between the traditional construction method of concrete versus the steel structures system and the survey of pathologies in steel structures found in the city of Quito and through informative surveys also the pathologies found in the city of Quito in steel structures and through informative surveys. The result of these data was key to corroborate the need for a manual of good construction practices in steel structures that guides the user before and during the self-construction process of their home. The purpose of this final degree project is to improve the quality of execution in steel structures, reduce costs in the construction of single-family homes, and decrease their execution time.

Keywords: Manual, Self-construction; Steel building structure; pre dimension steel

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA

1.1.TEMA

Manual de buenas prácticas constructivas en estructuras de acero, dirigido hacia maestros de obra. Quito, 2020.

1.2 LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

La presente línea de investigación metodológica se extrae de una de las siete líneas preestablecidas dentro de las políticas de investigación presentadas en la universidad Indoamérica. A través de este trabajo investigativo es posible unir a la comunidad con la academia a través de proyectos y así satisfacer las necesidades de un entorno regional, nacional y local. (uti-2010)

“arquitectura y sostenibilidad”.

Esta línea de investigación apunta a buscar respuestas a problemáticas relacionadas con: el hábitat social, los materiales y sistemas constructivos, los materiales locales, la arquitectura bioclimática, las construcciones sismo resistentes, la infraestructura ,el patrimonio, el equipamiento social y las instalaciones urbanas.

(políticas y líneas de investigación, universidad tecnológica Indoamérica, 2010)

1.3 SEÑALAMIENTO DE VARIABLES

1.3.1 Variable independiente:

La falta de accesibilidad al conocimiento técnico de maestros de obra o personas interesadas en la autoconstrucción de viviendas estructuras en acero.

1.3.2 Variable dependiente:

Manual de uso, que facilite la autoconstrucción de viviendas en estructuras de acero.

1.3.2 CONTEXTO

La presente investigación se refiere al tema de la construcción informal autoconstrucción. La misma se puede definir como una forma de construcción alternativa. La cual permite a las personas poder edificar una vivienda por sus propios medios en función de satisfacer la necesidad vital de tener un domicilio propio.

La autoconstrucción de viviendas está presente en diversas partes del mundo y puede ser causada por diversos factores como económicos, sociales, políticos o culturales. Según el artículo de habitad “Causas de la vivienda inadecuada en América Latina y el Caribe ” en Latinoamérica la autoconstrucción informal se da principalmente por la falta de recursos monetarios,

Imagen 1

Mujeres enseñando a mujeres a construir sus casas en Brasil



Fuente 1 (Cecilia. García, 2019)

desempleo, políticas gubernamentales reguladoras ineficaces. (Duncan, J. 2003).

La autoconstrucción de viviendas no solo genera riesgos en la calidad de vida, sino diversos contratiempos como la falta de iluminación, la mala ventilación, los espacios pequeños, el uso de materiales incorrectos, además de fallas en los sistemas constructivos como la mala ubicación y predimensionamiento de elementos estructurales generando así gastos innecesarios y deficiencias en la vivienda.

Brasil ha intentado solucionar el problema de la falta y calidad de vivienda, desde el año 2014 han comenzado a capacitar a mujeres de bajos recursos y comunidades periféricas para que puedan construir sus propias casas. Este proyecto comenzó a partir de la tesis "Arquitectura en la Periferia". Realizada por la arquitecta Carina Guedes (Cecilia. García, 2019)

Este proyecto busca mejorar la calidad de vida de familias de bajos recursos, capacitándoles en tres etapas estudio, planificación y seguimiento. En la última etapa ya están capacitadas y pueden comenzar la autoconstrucción. Tras el crecimiento del proyecto el gobierno de Brasil ha creado el Instituto de Asesoramiento a las Mujeres e Innovación, el IAMI que ha logrado capacitar a más de 350 mujeres.

En Ecuador la autoconstrucción no ha generado cambios ni compromisos por parte del gobierno de turno ni por la empresa privada, al contrario, los asentamientos informales y las deficiencias constructivas han aumentado desde la década del 80 en el siglo XX, que se inició en las periferias de Quito. (Plaza.2017, p.5).

Según el último censo de población y vivienda hecho en el 2010, el 62% de ecuatorianos que viven en las capitales y para el año 2020 aumentara a un 67%. (INEN,2010) Esto ha generado un crecimiento acelerado en las periferias de las principales ciudades del Ecuador de un 30% en 2010 a un 40 % en el 2020 según cifras del INEC. La vivienda en el Ecuador es un derecho que garantiza la constitución del Ecuador, la cual debe ser

asequible, dotada de todos los servicios básicos y las condiciones mínimas de habitabilidad. (Constitución de la republica del Ecuador,2018)

Quito ha experimentado un gran crecimiento poblacional que ha traído diversos problemas económicos, sociales esto ha superado la capacidad de planificación urbana y ha creado una apropiación del suelo indiscriminada. El crecimiento de la población a sido acelerado y ha traído un déficit de la calidad de vivienda generando así autoconstrucción informal de viviendas hacia las periferias de la ciudad de las grandes ciudades.

En la ciudad de Quito al no existir un estudio que pueda mostrarnos con exactitud las cifras de construcciones informales, realizamos estimaciones que nos reflejan que aproximadamente el 60% de las construcciones del distrito metropolitano de Quito son de viviendas informales. Entonces se puede calcular que mas de 450.000 viviendas tendrían un nivel considerable de vulnerabilidad física. (PMDOT). Al realizar el mapeo de la informalidad en Quito nos refleja que la mayor cantidad de viviendas precarias se concentra en las periferias de la ciudad.

La construcción informal en la ciudad de Quito se da en su mayoría por la falta de accesibilidad a un criterio profesional , los altos costos de regulación y aprobación metropolitana.A pesar del apoyo que brinda el municipio con la ordenanza 3629 que intenta acelerar y facilitar los requisitos normales para que las familias que viven en la

informalidad puedan tener una vivienda formal con los beneficios que conlleva (luz ,agua, alcantarillado etc.).

Sin embargo,a pesar de la ayuda que brinda el municipio, la falta de información sobre las buenas practicas constructivas y la carencia a un criterio profesional a sido el principal impedimento a la hora de regular las viviendas.El alto costo de construcción también a dado paso a construcciones precarias , según la encuesta de estratificación del nivel socioeconómico, realizado en el 2011 por el instituto nacional de estadísticas y censos más del 70% porciento de viviendas en la ciudad de Quito son tradicionales hormigón armado. (INEC;2011).

En conclusión ya que en la ciudad de Quito más del 60 % son viviendas informales y más del 70% de las viviendas son realizadas en el método constructivo tradicional,se puede concluir que en la capital existe una carencia o ausencia de información sobre diferentes métodos constructivos exepтуando al tradicional de hormigon armado como son el acero,bambu,madera, prefabricados entre otros .Materiales como el acero puede solventar los altos costos de vivienda y el tiempo de construcción a comparación de métodos tradicionales.

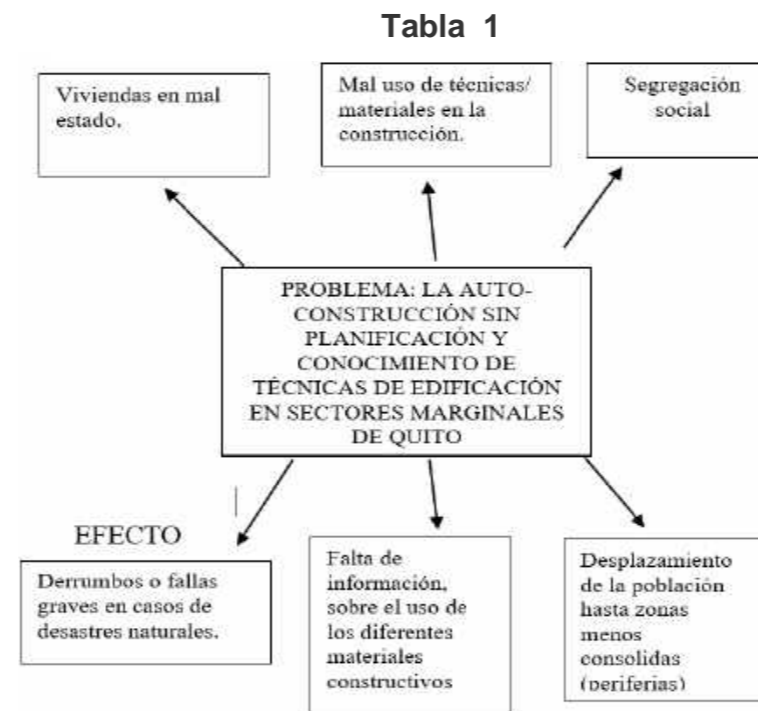
1.4 PROBLEMÁTICA

A partir de la falta de accesibilidad hacia un criterio profesional sobre las buenas prácticas de la construcción en estructuras metálicas de personas interesadas en la construcción o maestros mayores, se presenta el tema de tesis que tiene el fin de crear e implementar un manual de buenas prácticas en la construcción, para maestros de obra, enfocado en viviendas de hasta tres pisos hechas con estructuras de acero en la ciudad de Quito. (INEC,2010)

Tras revisar los problemas sociales y económicos que existe en la ciudad de Quito se puede concluir que existe una deficiencia en la calidad de viviendas. Según el instituto nacional de estadísticas y censos (Inec) más del 60% de las viviendas en la capital del Ecuador son ilegales o semi ilegales. Una de las causas más notables es la alta especulación del suelo, que ha obligado a personas de bajos recursos a buscar terrenos ilegales en las periferias ,debido a la falta de regulación por parte de la municipalidad.(INEC,2010)

En conclusión ya que en la ciudad de Quito más del 60 % son viviendas informales y más del 70% de estas viviendas son realizadas en el método constructivo tradicional, existe una carencia o ausencia de información sobre diferentes métodos constructivos como el acero. Este material puede darle un giro a la construcción de viviendas tradicionales, solventando los altos costos de construcción , tiempo en de construcción. Generando así la posibilidad de eliminar la construcción informal precaria.

1.5. ANÁLISIS CRÍTICO



Fuente: Elaboración propia

2020

1.6. JUSTIFICACIÓN

La presente investigación se enfocará en estudiar técnicas, procesos, así como el pre diseño estructural en estructuras de acero según la NEC 2015. Tras comparar el sistema constructivo tradicional de hormigón armado y el sistema constructivo en estructuras de acero. Se investigo y estudio estos dos sistemas constructivos con el objetivo de que el constructor pueda optar por la mejor

estrategia constructiva adaptándose a su presupuesto y cronograma.

Basado en una encuesta exploratoria que se realizó en barrios periféricos de la ciudad de Quito y en el levantamiento de patologías en la construcción con acero se evidencio la necesidad de un documento de buenas prácticas constructivas que permita autoconstruir viviendas mediante el sistema constructivo en estructuras de acero. Por lo cual se desarrolló la presente investigación para dotar de conocimientos técnicos esenciales para maestros de obra o personas interesadas en la construcción.

Tomando en cuenta lo expuesto en el contexto, esta propuesta metodológica pretende, orientar sobre buenas prácticas constructivas para viviendas en estructuras de acero. Los principales beneficiarios de este manual y programa de prediseño estructural serán maestros de obra y personas interesadas en la construcción de estructuras metálicas.

El objetivo de esta tesis ,es que los usuarios tengan una guía confiable y segura que les permita aprender sobre conceptos, procesos constructivos, normativas de una manera interactiva y fácil para poder así autoconstruir su vivienda. Además, se diseñó un programa de cálculo estructural en estructuras de acero que ayude con el prediseño para la autoconstrucción de viviendas.

1.7 OBJETIVOS

1.7.1. Objetivo general

Realizar un manual en estructuras de acero sobre buenas prácticas constructivas de viviendas unifamiliares, hasta de tres pisos de altura, que instruya al momento de autoconstruir una vivienda. Está dirigido hacia maestros de obra o personas interesadas en la construcción.

1.7.2. Objetivos específicos

- Investigar las técnicas de construcción en estructuras de Acero para viviendas.
- Realizar un levantamiento fotográfico de las patologías más comunes en estructuras de acero en la ciudad de Quito.
- Realizar una encuesta exploratoria que nos permita conocer la situación actual de los maestros de obra sobre el sistema constructivo en estructuras de acero.
- Realizar una comparativa entre el sistema constructivo tradicional de hormigón armado y el sistema constructivo de estructuras de acero.
- Realizar una propuesta de manual de buenas prácticas constructivas en estructuras metálicas para viviendas unifamiliares en la ciudad de Quito.
- Realizar un sistema de cálculo estructural que permita (predimensionar) estructuras de acero para viviendas unifamiliares de hasta 3 pisos en la ciudad de Quito según las normas ecuatorianas de la construcción.

MARCO TEÓRICO

2. Análisis de paradigma, variables e indicadores.

Tabla 2

Paradigma	Variable independiente	Variables dependientes	Indicadores	Técnica
AUTOCONSTRUCCIÓN	La falta de conocimiento técnico de maestros de obra o personas interesadas en la autoconstrucción de viviendas estructuras en acero	Teoría sobre los Sistemas Constructivos	La autoconstrucción; La informalidad urbana. Sistemas constructivos	Investigación teórica
		Teoría sobre las Técnicas Constructivas.	(Estructuras de acero), Vs (Estructuras tradicionales de hormigón armado.) Patologías;	Investigación teórica; Análisis Comparativo
		Teoría Construcciones	El uso del acero en Quito;	Investigación y Análisis Encuesta

Fuente: Elaboración propia

2020

A fin de comprender mejor el problema de la deficiencia en la autoconstrucción en estructuras de acero, se analizará diferentes conceptos hasta poder diferenciar las buenas y malas prácticas constructivas en estructuras de acero. Además, nos remitiremos a el origen de la autoconstrucción de viviendas en Quito la informalidad urbana.

Estudiar estos factores ayudarán a solventar el problema de la autoconstrucción que se da a partir de la falta de información segura y confiable sobre las buenas prácticas de la construcción tales como la Teoría de los Sistemas y técnicas constructivas en estructuras de acero.

2.1 La auto construcción

Se entiende como autoconstrucción a el conjunto de procedimientos constructivos orientados a la intervención directa de una vivienda, generalmente por mano de obra no calificada, esta se da por diversos factores sociales, económicos entre otros. Según el artículo de habitar "Causas de la vivienda inadecuada en América Latina y el Caribe " en Latinoamérica la autoconstrucción informal se da principalmente por la falta de recursos monetarios, desempleo, políticas gubernamentales reguladoras ineficaces. (Duncan, J. 2003).

Se puede definir tres tipos fundamentales de autoconstrucción, la autoconstrucción sin guía, la autoconstrucción guiada o dirigida y la autoconstrucción como recurso (sistema estructurado de intervención urbana a través de interacciones que relacionan a la autoconstrucción como un proceso complejo donde la vivienda es completa incluido con servicios básicos más la legalidad vigente. (Gómez, 2013, p.86).

Imagen 2 Autoconstrucción-Viviendas.



Fuente Revista ARQHYS. (2012).

Para ayudar a este fenómeno de la autoconstrucción y mitigar los efectos negativos que conlleva se procede a crear un manual de buenas prácticas constructivas en estructuras de acero que guiará a maestros de obra o interesados en la autoconstrucción. Este tipo de Investigación construcción se podría definir como autoconstrucción guiada asistida o dirigida.

2.2 Viviendas informales en la ciudad de Quito.

El distrito metropolitano de Quito actualmente es la capital del Ecuador, siendo la segunda ciudad más grande del país y ubicada en la región sierra de la provincia de pichincha, está dividido en 32 parroquias urbanas y 33 parroquias rurales y suburbanas.

Imagen 3

Ubicación Quito



Fuente: STHV, 2008

Su topografía está ubicada sobre la hoya de guayabamba, alrededor de las laderas occidentales del estratovolcán activo pichincha, se encuentra a 2810m sobre el nivel del mar, posee un clima templado que va desde los 3 °c hasta los 27 °c, marcando dos los dos climas en el sur se tiene temperaturas más bajas a comparación con el norte y centro de la capital. (de Quito, M. D. D. M. (2002) Quito tiene una población de 2'644'145

habitantes donde la población mayoritaria son las mujeres con el 51,3% versus el 48,7% de la población masculina y la edad promedio de la población es de 29 años. (INEC, 2010)

En Quito durante las décadas de los 50's a los 70's se implantan principios de la arquitectura moderna basadas en el funcionalismo y expresiones independientes e individualistas en la concepción de la vivienda, debido a un sentido de pertenencia e identidad, sin embargo el apoyo estatal estuvo dirigido para las clases media y alta, aun así, el concepto de vida en comunidad se abre campo debido a los altos costos del suelo, que genera un crecimiento en las periferias tanto al norte como al sur de la ciudad.

En las próximas décadas, 80 y 90, la banca privada otorga créditos igualmente para las clases media y alta por lo que empiezan a tomar fuerza proyectos colectivos tanto de edificios de departamentos como las urbanizaciones. Llegado el nuevo milenio y después de la crisis económica de 1999, surgen otros factores como la migración, que en su mayoría destinó los fondos económicos a la adquisición de una vivienda, simultáneamente también se implementan políticas de financiamiento por parte del estado.

Sin duda en los últimos años, uno de los temas más discutidos sobre los procesos urbanos es el tema sobre la informalidad urbana, y tal fenómeno no es reciente, ya que su surgimiento aparece de los procesos de la modernización acontecido en el mundo, para la cual, la crisis que afecta en la actualidad a las sociedades

especialmente a las personas de bajos recursos económicos. (Pérez, 1991, p. 21).

La proliferación de los asentamientos informales en el distrito metropolitano de Quito está fuertemente vinculada a un acelerado crecimiento urbano y a la poca atención que prestó el gobierno local a los fenómenos sociales como la informalidad urbana que se produjeron en los alrededores de la ciudad, estos fenómenos se multiplicaron dado a las migraciones internas y externas en búsqueda de mejores oportunidades de vida y trabajo.

Imagen 4

Viviendas al filo de la quebrada Quitumbe



Fuente El comercio (2019)

En ciertas zonas se propaga más la informalidad urbana por diversos factores como la pobreza, la apropiación ilegal de tierras, la viveza criolla, la estafa, el desempleo, la falta de regularidad del gobierno son algunas de las causas que fomentan la informalidad.

En el año 2010 tras el análisis de la organización regula tu barrio se pudo rescatar que existe alrededor de

48' asentamientos de origen ilegal, cuentan con fallas estructurales además de la ausencia de servicios básicos. Según el último censo presentado por el instituto nacional de estadística y censos en el año 2010 en la Ciudad de Quito existen dos tipos de origen de asentamientos informales, la primera corresponde a tierras agrícolas colindantes a la ciudad y la segunda corresponden a asentamientos informales ubicados dentro de la capital. (INEC, 2010)

El apareamiento de asentamientos informales es un fenómeno que no ha recibido la debida atención por ningún gobierno de paso, esto ha creado un crecimiento que si no se trata puede ser muy acelerado. En la tabla número tres podemos ver la tabla realizada por la secretaria de Territorio, Hábitat y Vivienda en el año 2008 en la cual revela el porcentaje de asentamientos informales de cada año en la ciudad de Quito.

Tabla 4 asentamientos ilegales.

Año	Número de asentamientos ilegales
1981	87
1985	153
1988	120
1990	180
1991	202
1998	400
2001	280
2008	378

Fuente: STHV,2008

El año en que menos asentamientos se registraron es 1981, este dato puede interpretarse de dos maneras:

primero, que en ese año existía una mayor cantidad de asentamientos, pero no fueron registrados o segundo, que el fenómeno todavía no se hacía evidente, puesto que aún no se daban los movimientos poblacionales intra urbanos, desde el Centro Histórico hacia las periferias de la ciudad.

Tabla 3 Asentamientos informales en el DMQ

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: STHV,2008

La secretaria de territorio habitad y vivienda declaro en el año 2008 que la mayor parte de zonas con asentamientos informales se ubican en sectores como Quitumbe y Calderón, Ya que aproximadamente el 47% de los asentamientos se encuentran en estas zonas. Al hablar en términos de superficie resaltan las zonas de Quitumbe, Los Chillos y Tumbaco con un 54% de hectáreas ocupadas informalmente. (sthv,2008)

La construcción informal en la ciudad de Quito se da en su mayoría por la falta de accesibilidad a un criterio profesional , los altos costos de regulación y aprobación metropolitana.A pesar del apoyo que brinda el municipio con la ordenanza 3629 que intenta acelerar y facilitar los requisitos normales para que las familias que viven en la

informalidad puedan tener una vivienda formal con los beneficios que conlleva (luz ,agua, alcantarillado etc.).

Sin embargo,a pesar de la ayuda que brinda el municipio, la falta de información sobre las buenas practicas constructivas y la carencia a un criterio profesional a sido el principal impedimento a la hora de regular las viviendas.El alto costo de construcción también a dado paso a construcciones precarias , según la encuesta de estratificación del nivel socioeconómico, realizado en el 2011 por el instituto nacional de estadísticas y censos más del 70% porciento de viviendas en la ciudad de Quito son tradicionales hormigón armado. (INEC;2011).

El municipio de Quito para intentar controlar este uso del suelo inapropiado (informal) han creado diversas leyes para la adquisición y legalización del suelo. Estos gastos públicos son para beneficio de la población ya que permite crear vías, servicios básicos, construcción de equipamientos, alcantarillado etc. Todos estos gastos han vuelto la adquisición de una vivienda inalcanzable promoviendo así la informalidad urbana. (sthv,2008)

En conclusión, la aparición y propagación de asentamientos informales es un tema que no ha recibido la ayuda correcta, esto ha generado un problema social imparable. La informalidad urbana ha crecido rápidamente en las periferias de la ciudad de Quito generando así malas prácticas constructivas (autoconstrucción de viviendas sin ninguna guía técnica).

2.3 Técnicas constructivas.

Se denomina a las practicas constructivas a los diferentes métodos de construcción que se han ido desarrollando durante la historia, la búsqueda de métodos o técnicas constructivas para la vivienda han estado presente desde hace más de 400.000 años antes de cristo en el periodo prehistórico, tras la necesidad de cobijo y protección el hombre homo erectos, construyó así las primeras chozas realizadas con materiales de la zona. (Roth, 1999: 151).

Después hacia el 3,100 a. de C. En la ciudad de Egipto se comenzó a realizar diferentes técnicas para la construcción de viviendas, basada en el uso del ladrillo de barro prensado y reforzado con paja. Este material revestido con un emplaste duro era razonablemente duradero con un clima que, como el egipcio, presenta muy poca precipitación anual. Demostrando el buen uso y obtención del material.

Imagen 5

Vivienda en Roma



Fuente (Veaux,2017)

Recuperado <http://www.limes.cat>

La arquitectura romana marcó dos importantes aportaciones la fecundidad de la invención, que hace de su obra una enciclopedia morfológica de la arquitectura, con una escala monumental y la innovación de técnicas constructivas con bóvedas y arcos para crear luces más grandes. Eliminando columnas y arquivoltas. (Alonso, 2005: pág. 73).

Las técnicas constructivas que usaban correspondían a sus necesidades, el uso de materiales y los paramentos estaban constituidos a partir de requerimientos específicos para esa época, estaban realizados en su mayoría por ladrillos y piedras labradas, usando el cemento como mortero proporcionándoles durabilidad y resistencia de esta forma lograron construir espacios interiores más altos y con estructuras cada vez más ligeras que las posteriores edificaciones.

En el periodo medieval en el siglo XVII Francia y XIX España surge el concepto de arquitectura militar en el cual los elementos arquitectónicos buscaban formar geometría, formas rectangulares y murallas seguras. la fácil manipulación y labrado de materiales que se realizaba en la cantera permitió definir geoméricamente elementos arquitectónicos como ventanas, arcos y bóvedas.

En el periodo neoclásico allá en el siglo XIX se descubrió nuevas posibilidades constructivas y estructurales, los materiales como la piedra y la madera fueron poco a poco sustituidos por el uso del hormigón armado. El uso de cemento permitió crear elementos mas

estables y monumentales dejando a un lado la ornamntación que se dio en la posteridad del barroco.

2.3.1 Arquitectura tradicional

Imagen 6

Sistema Tradicional



Fuente (Tillería ,2017)

Sistemas constructivos tradicionales o vernáculos, se inician sin la intervención de profesionales de la construcción como son los arquitectos o ingenieros, partiendo del análisis de la (rae), la arquitectura tradicional infiere tiene una estrecha relación con los temas de su localidad tanto en su materialidad, mano de obra, instalaciones etc. (Tillería, 2017, p.14)

Un sistema constructivo tradicional se define a todos los métodos constructivos principalmente manuales, como por ejemplo los muros de carga conocidos también como muros portantes, el uso de columnas y vigas de hormigón armado. Estas estructuras son combinadas con elementos diversos como el ladrillo, piedra, bloque. (Eadic, 2017, p.22)

Imagen 7 Bloques de Cemento.



Fuente (Sogestone, 2019)

La piedra es uno de los materiales que se usa en construcciones tradicionales la piedra trabaja bien a compresión soportando cargas verticales. Según la disposición de las piedras, el aparejo, los muros de piedra se clasifican en: mampostería, sillarejo y sillería. (Sogestone, 2019, p.18).

Las ventajas que presenta este sistema constructivo tradicional son la facilidad de mano de obra y obtención de materiales ya que por lo general son de la zona y la mano de obra no debe ser especializada. El cemento o concreto es un material que resiste la

compresión, Además, el hormigón como material de construcción es económico y popular muy fácil de conseguir en la ciudad de Quito. A pesar de sus ventajas, el hormigón también presenta algunas desventajas en los diferentes estados del hormigón.

Imagen 8 Patologías hormigón



Fuente Propia 2020

El hormigón en la actualidad ha superado el uso de otros materiales como el acero, la madera o la piedra. Sin embargo este material presenta patologías por agentes exteriores físicos (erosión, heladas), agentes químicos (ácidos, sulfatos, etc); daños por la composición del hormigón estructurales (compresión, tracción, flexión, cortante, rasante, torsión, punzonamiento) y no estructurales (asientos plásticos, retracciones, contracciones).

2.4 Principios del Acero

En el periodo moderno apareció el hierro por primera vez a finales del siglo 18. El riel fue la primera unidad de construcción además fue el precursor de elementos de acero. El hierro en esa época era evitado en las casas de viviendas y servía para arcadas, salas de exposición, estaciones de ferrocarril y otros edificios que cumplieran funciones transitorias” (Frampton, 1981a., 29).

El uso de acero cambio la forma de construir en el mundo ya que permitió crear estructuras en altura y distribuir las cargas hacia el suelo mediante estructuras esbelta, el uso del vidrio presento un gran avance en la práctica de técnicas constructivas y su combinación con las vigas de acero generaron grandes luces y espacios amplios.

La evolución de la construcción metálica se dio a finales del siglo XIX al principio del siglo XX y se caracterizó por la sustitución del hierro forjado y fundido por el acero. Este material se forma apartir de la aleación de carbono en su mayoría y otras aleaciones metálicas brindando así mayor seguridad y resistencia en las estructuras. (Solís, 2012: 107).

Las estructuras metálicas conservan en su mayoría características del hierro en estado puro, pero con un plus que lo da la adición de carbono que varía entre el 0.03% y el 1.075% y de otros elementos que mejora sus propiedades físicas y químicas todas estas aleaciones aumentan la resistencia del material.

La arquitectura contemporánea estuvo marcada por la tecnología, el uso mixto de sistemas constructivos y la creación de los materiales prefabricados. Existen grandes exponentes en la arquitectura contemporánea como Rem Koolhaas, Peter Eisenman, Zaha Hadid, Santiago Calatrava y Frank Gehry que han logrado usar la tecnología y las técnicas constructivas al máximo.

Imagen 10

Heydar Aliyev Center



Fuente (Hadid,2017)

Demostrando así que atreves del tiempo hay una experimentación más amplia en conjugaciones, uniones, uso de materiales y la explotación del acero estructural. La técnica contemporánea crea una exploración meticulosa de los recursos técnicos, la exploración de formas, materiales y las relaciones lógicas y formales entre elementos constructivos logrando así su máximo potencial.

2.4.1 Las estructuras metálicas

Las estructuras metálicas, están compuestas en su mayoría por una aleación entre el hierro y el carbon, estas dos aliaiones de materiales se encuentra de manera

exuberante en la corteza terrestre, por lo que su extracción y proceso de elaboración es virtualmente sencillo y en ciertos países como el Ecuador es

Imagen 9

NEC 2015



Fuente (NEC, 2015)

relativamente económico.. (Fernández, 2011).

Según la norma ecuatoriana de la construcción en estructuras metálicas (NEC, 2015), se recomienda usar perfiles de Acero ASTM A 36 o ASTM A 588. Estos perfiles los avala diversas normas internacionales y su demanda a nivel mundial va en aumento por sus ventajas económicas y su rapidez a la hora de su ensamblaje.

El Acero ASTM A36 es un acero de uso estructural, este acero lo avala la norma ecuatoriana de la construcción, es utilizado en la construcción de estructuras metálicas para edificios de altura, puentes, con uniones que van desde empernadas, soldadas o remachadas. Es de mediana resistencia y buena soldabilidad, adecuado para la fabricación de vigas soldadas para edificios, bases de columnas y columnas. El esfuerzo de fluencia para este acero es de 2531 kg/cm². (Mccormac,1999).

EL Acero ASTM A 588 Gr A Es un acero estructural de alta resistencia, baja aleación y resistente a la corrosión atmosférica para construcción soldada, remachada o atornillada proyectados principalmente para ser utilizados en edificaciones y puentes soldados donde los ahorros en peso o la durabilidad agregada son importantes. Este tipo de acero de carbono es el que mejor soporta la corrosión en ambientes húmedos. El esfuerzo de fluencia para este acero es de 3515 kg/cm². (McCormac,1999).

Existen zonas en las que no es recomendable construir en estructuras metálicas. No es recomendable construir en estructuras de acero en lugares con grandes acciones de dinámica, zonas con atmosfera agresiva como marinas centros industriales, Zonas en las que se puede provocar incendios masivos.

En conclusión, los tipos de perfiles de acero aprobados y recomendados para la construcción según la norma ecuatoriana de construcción son elementos que pueden ser manipulados y trabajados sin cambiar sus propiedades físicas (Nec,2015). Si se utiliza perfiles certificados por la norma ecuatoriana de la construcción se puede inferir que nuestra estructura cumple con normas internacionales de alto estándar. Las especificaciones se dan mediante un cálculo estructural.

2.4.2 Estructuras Metálicas

Para comenzar una estructura es un conjunto de elementos que al estar unidos de una forma ordenada y especifica cumple la función de soportar cargas hacia el suelo. Las estructuras metálicas tienen la cualidad de

fabricarse y montarse en obra en el menor tiempo posible a comparación de otros sistemas constructivos como el tradicional hormigón armado.

En la actualidad las estructuras metálicas según diversos estudios como “ Performance of steel structures” de la revista canadiense de ingeniería civil a demostrado ser el sistema constructivo más versátil en el mercado según el artículo publicado en el año 2018 (Gervásio, 2018).Que considera que las estructuras metálicas son el futuro del mundo de la construcción por sus propiedades físicas y mecánicas como:

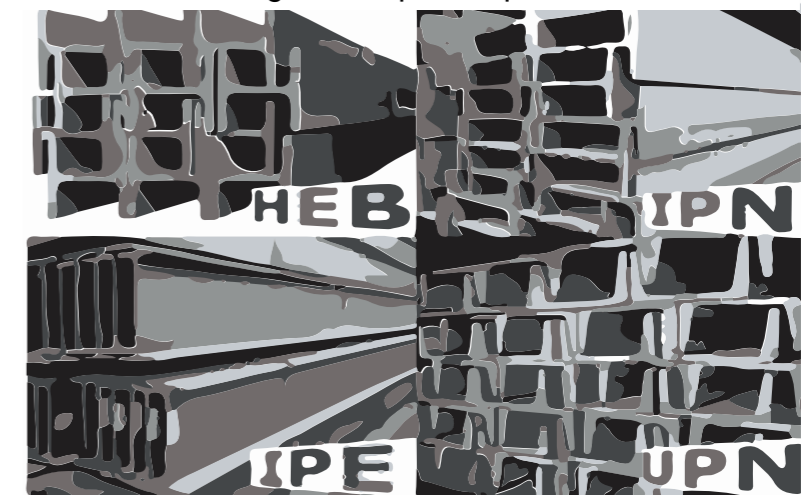
1. Alta resistencia: la alta resistencia del acero por unidad de peso implica que será relativamente bajo el peso de las estructuras; esto es de gran importancia en edificios altos y en estructuras donde su suelo es deficiente. (Fernández, 2011).
2. Uniformidad: las propiedades del acero no varían apreciablemente con el tiempo, a diferencia de las estructuras de hormigón armado (Fernández, 2011).
3. Elasticidad: El acero tiene la capacidad de conservar su forma después de ser sometido a un esfuerzo. (Fernández, 2011)
4. Durabilidad: Esta se da si el mantenimiento de las estructuras es adecuado y si es así durarán indefinidamente. Investigaciones realizadas en los aceros modernos, indican que bajo ciertas condiciones no requiere ni mantenimiento a base de pintura (Fernández, 2011).

5. Ductilidad: es la propiedad que tiene un material para soportar grandes deformaciones sin fallar bajo esfuerzos de tensión altos. (Fernández, 2011).

6. Tenacidad: Poseen resistencia y ductilidad esta es una característica muy importante ya que implica que estas estructuras de acero pueden someterse a grandes deformaciones, cortarlos y taladrarlos sin causar mayor daño en su estructura. (fernández, 2011)

2.4.3 Tipos de elementos estructurales.

Imagen 11 Tipos de perfiles



Fuente propia (2020)

Los elementos estructurales conforman diferentes partes que conectadas entre sí tienen la función de recibir cargas, soportar esfuerzos externos como internos y transmitirlos al suelo. En la actualidad el acero estructural puede laminarse para crear perfiles estructurales tipo IPE, IPN, HEB entre otros. Generalmente los perfiles que brindan mejores ventajas en la construcción, son aquellos que tienen grandes módulos de sección o momentos de

inercia en proporción con sus áreas de sus secciones transversales.

Los perfiles que cumplen estas características y los avala la norma ecuatoriana de la construcción NEC-2015, que basa su filosofía de diseño en diversas normas internacionales como la Specification for Structural Steel Buildings, AISC 360-10 (AISC, 2010a); Structural Welding Code – Steel, AWS D1.1 (AWS, 2015). Se puede decir que un buen diseño de elementos estructurales debe resistir cargas sísmicas laterales y gravitacionales (cargas verticales y horizontales) como se ve en la ilustración 11.

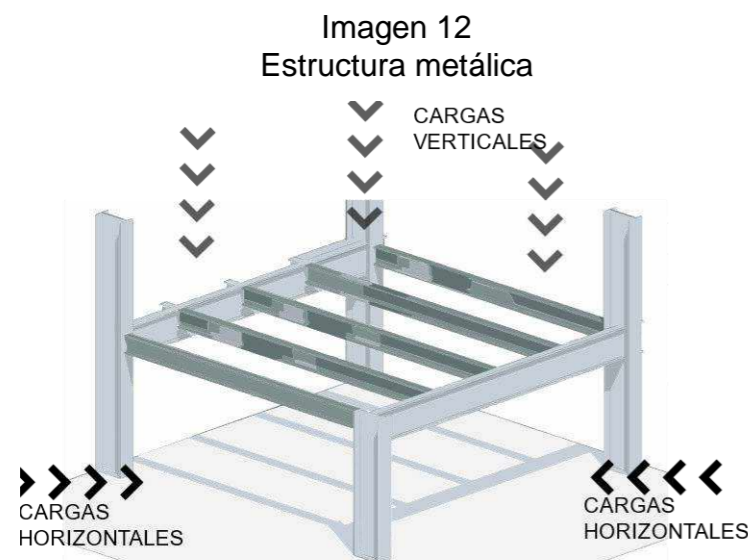


Imagen 12 Estructura metálica Fuente propia (2020)

En el mercado ecuatoriano se norma usar perfiles estructurales laminados en caliente según la norma ecuatoriana de la construcción (NEC, 2015). El acero laminado en caliente es un tipo de acero que ha pasado por métodos de conformación a más de 962 grados generando perfiles más íntegros y uniformes.

El acero laminado en caliente se obtiene de un proceso de cocción de masas a una temperatura que permita su deformación para posteriormente pasar a un proceso de estiramiento y desbaste por medio de una cadena de cilindros a presión llamadas tren de laminación.

Tipos de perfiles

Se puede realizar una clasificación de las estructuras metálicas de acuerdo al tipo de sección que las conforman, es decir en conformidad a la constitución del perfil de acero que se usa para su elaboración. Para dicha clasificación existen tres grupos claramente definidos.

Las vigas son los elementos estructurales que se emplean para la unión del pórtico entre columna y columna, obteniendo rigidez en la estructura del pórtico que funciona como el esqueleto de la edificación, evitando deformación en los esfuerzos horizontales en caso de un sismo. (DICCIONARIO DE ARQUITECTURA Y CONSTRUCCIÓN, 2017)

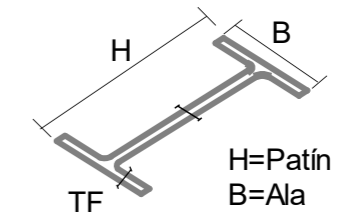
Perfil tipo I

La viga tipo I es la más utilizada en la industria de la construcción, este tipo de viga tiene longitudes de seis metros y doce metros. Los perfiles tipo I son los más ligeros por lo cual se usa para obtener luces más largas. Presenta valores de límite elástico comprendidos entre 2.530 kg/cm² y 4,691 kg/cm² a tensión. Las excelentes propiedades mecánicas de estos elementos estructurales pueden reducir el peso del edificio hasta un 50% además

de brindar una alta resistencia y una duración prolongada a comparación del sistema estructural tradicional.

Imagen 13

Viga Tipo I



H=Patín B=Ala Fuente propia

Para crear columnas en estructuras de acero se puede usar perfiles estructurales como perfiles cuadrados, perfiles tipo IPE, HEB, vigas tipo I, tipo H entre otras todas estos perfiles estructurales de acero deben contar con certificaciones y normas internacionales mínimas aprobadas como la ASTM A36-ASTM A572 Gr50. (ECURED, 2012)

Imagen 14

COLUMNA TIPO HEB Columna Estructural cuadrado

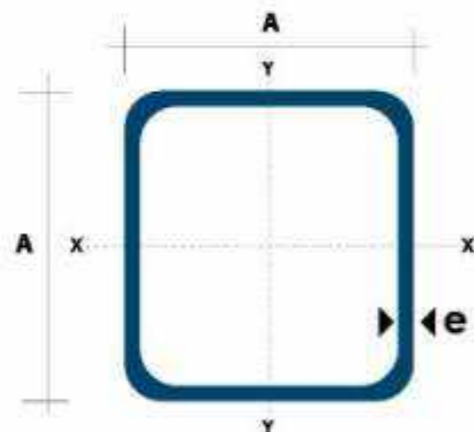


Fuente propia

De sección rectangular. Los usos más comunes de las columnas de acero, son como elemento estructural vertical, fabricación de puentes, barcos, plataformas entre otros usos industriales. Estas estructuras de sección rectangular están formadas por secciones compactas,

formado por perfiles laminados en caliente. (McCORMAC, J. 2012)

Imagen 15
Tubo de acero



Fuente (Adelca,2020)

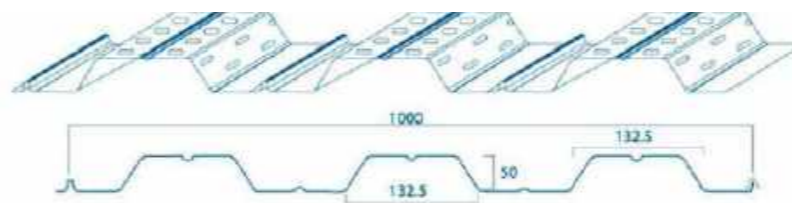
Para columnas estructurales es recomendable usar columnas de forma cuadrada de 3mm a 8mm, la versión galvanizada es aconsejable ya que nos asegura una mayor resistencia a la corrosión su norma de fabricación es (INEN 2415; Calidad SAE J 403 1008). Los usos más comunes de estas estructuras son para el montaje de estructuras, herrería, columnas, entre otros. (Dipac;2016)

El perfil estructural tipo HEB es un perfil laminado mediante calor ,ciertos distribuidores aprobados lo comercian con un acabado antifugo negro que proporciona un alto grado de protección previniendo así la corrosión, su norma de fabricación es (NTE INEN 1623; Calidad ASTM A 36) se recomienda usar espesores desde 3mm hasta 8mm y se despacha en largos estándar de 6 metros.

La correa laminada en caliente tipo U tiene una presentación galvanizada la cual es recomendable, lo puedes encontrar en espesores desde 2mm hasta 6mm y se encuentra en el mercado ecuatoriano en largos estándar de 6 metros. Este tipo de perfil estructural tiene varios usos: vigas, columnas y armado de estructuras para cubiertas.

La parrilla lisa es conocida internacionalmente como "grating", es un piso industrial de alto soporte de carga y gran resistencia, Calidad ASTM A 36, disponible en acabado de acero negro o galvanizado, se encuentra disponible en espesores de 3 y 5 mm y en largo estándar de 6 metros.

Imagen 16 Losa Deck



Fuente (Adelca,2020)

La Losa Deck o colaborante es una placa de acero galvanizado con una superficie rugosa, su uso en la actualidad es como losa metálica de entrepisos y terrazas. Esta losa se fabrica en acero galvanizado según la norma ASTM-653 en calidad estructural grado 37. Esta losa colaborante forma parte de un sistema cuyos componentes son: Lámina galvanizada trapezoidal con resaltes: $F_y= 2600\text{kg/cm}^2$, Hormigón $f_c=210\text{kg/cm}^2$, La

malla electrosoldada por refuerzo por temperatura (soldadura). (NOVACERO, 2014)

2.5 Conexiones en Estructuras de acero.

Las conexiones dependen de cuatro factores principales como el tipo de carga, el tipo y la dirección de los esfuerzos que convergen en dicha unión, y la economía ya que las conexiones estructurales tienen una relación directa con el costo total de la estructura. Según la AISC, las conexiones se clasifican en función de su relación momento-rotación y son, básicamente, de tres tipos: conexiones simples, conexiones rígidas (FR) y conexiones semi rígidas (PR). (AISC;2020)

2.5.1 Conexiones soldadas

Las conexiones soldadas son la forma más segura de unir estructuras metálicas si se usa de forma adecuada, la soldadura tipo cordón es la forma más segura de conexión del acero estructural y consiste en unir dos piezas de acero mediante la fusión superficial de las caras mediante el calor emitido por la soldadura. Se puede ver en la imagen 17. (ARQHYS, 2012)

Este proceso lo realiza un profesional capacitado y certificado en soldadura ya que es una aplicación de energía manifestada en calor y/o presión cautelosa permiten lograr la unión íntima y permanente de elementos dejándolos con la continuidad apta para que trabajen mecánicamente como un todo homogéneo, conservando sus cualidades físicas. Si la soldadura se realiza correctamente la zona de unión poseerá las mismas propiedades mecánicas que las piezas que se han unido,

conservando sus cualidades de trabajo a tracción, compresión, flexión, etc.

Imagen 17 Unión Tipo Cordón



Fuente (esab,2013)

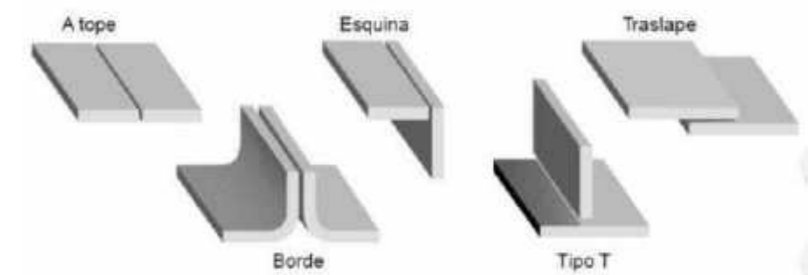
Las ventajas de usar la soldadura en cordón es que otorga mayor rigidez a las conexiones, demanda menor cantidad de acero para materializar la conexión y permite una reducción de costos de fabricación, sin embargo, se reconocen ciertas desventajas como el personal técnico capacitado en soldadura desventaja que lo vuelve costoso. El tipo de falla más común es el desgarre de la lámina alrededor del perímetro de la soldadura. Esta condición de falla se encontró que es influenciada por el espesor de la lámina, el diámetro promedio de la soldadura y la resistencia a tensión del acero.

La soldadura es por naturaleza peligrosa para las personas. Quienes ejecutan estas operaciones deben tomar serias medidas de seguridad, dado este peligro se necesita personal certificado que realice este tipo de procedimiento. Ya que estos procesos de soldadura, se usa corriente eléctrica que es una fuente de energía térmica, con un alto riesgo de descargas eléctricas.

2.5.2 Tipos de juntas o uniones soldadas.

Se pueden agrupar las uniones básicas en 5 tipos diferentes, algunas tienen sus variantes que dependen de su diseño y uso específico. La unión a tope es un tipo de unión en la cual dos elementos están alineados aproximadamente en el mismo plano. La unión tipo esquina es un tipo de unión entre dos miembros situados en ángulo recto a 90 grados el uno del otro. La unión tipo T es una conexión entre dos miembros situados aproximadamente en ángulo recto el uno del otro, formando una T. La unión tipo traslape es un tipo de unión de dos elementos superpuestos el uno sobre el otro.

Imagen 18 Tipos de uniones



Fuente (esab,2013)

2.6 Patologías en estructuras metálicas.

Una patología en el ámbito de construcción se denomina a una lesión o deterioro en cualquier elemento estructural pueden ser por elementos externos o fuerzas externas. Las estructuras metálicas son susceptibles a diversos condicionantes que pueden afectar su integridad menorando su resistencia ,durabilidad y seguridad. Se puede prevenir de diversas formas estas patologías, por ejemplo con un buen manual de uso que proponga pasos para mantener y conservar estas estructuras.

Imagen 19 Corrosión



Fuente (Construmatica;2017)

La corrosión

Es el fenómeno por el cual las estructuras metálicas se degradan por oxidación. La corrosión se presenta en estructuras de acero dado su alto contenido de hierro. Este fenómeno aparece en su mayoría en estructuras que están expuestas a ambientes húmedos y sin una protección adecuada.

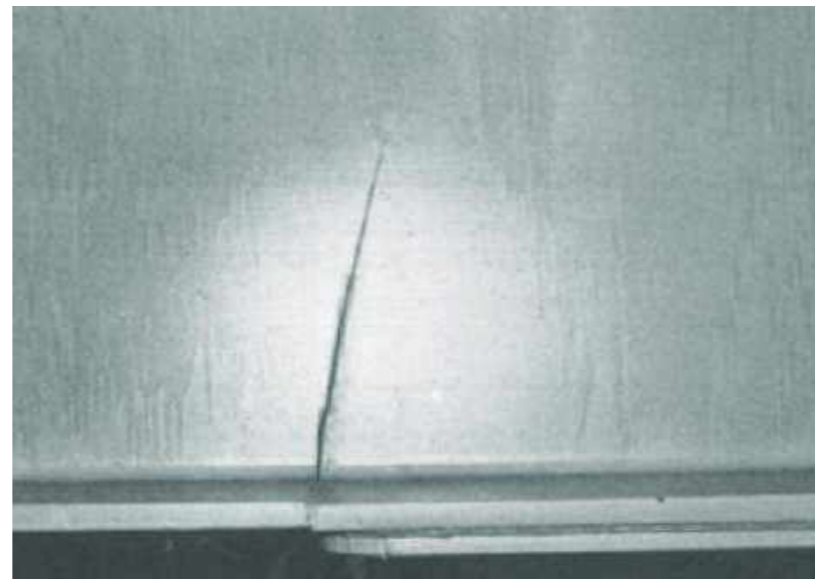
La fatiga

Es el fenómeno en el cual la estructura es sometida a tensiones mayores a las calculadas en el diseño de la estructura. La fatiga se representa tras la aparición de estrías perpendiculares a la dirección de las tensiones, estas fallas son muy difíciles de visualizar y se necesita una inspección minuciosa.

La holgura en uniones

La holgura en uniones es la causante de deformaciones en la estructura además de la aparición de fuertes tensiones que se pueden producir cortes en elementos estructurales.

Imagen 20 Holgura en uniones



Fuente (Construmatica;2017)

Abrasión

La abrasión se presenta en estructuras metálicas cuando están sometidas a fluidos o una acción de corte entre dos cuerpos. Estas superficies desgastadas por

abrasión presentan patologías de corte, elementos acanalados o ranurados.

Impactos y sobrecargas.

En la construcción suele haber accidentes de sobre peso que generan impactos y sobrecargas en la estructura generando así deformaciones en los elementos que pueden ser irreparables.

La degradación de estos elementos puede causarlo diversas causas como agresiones físicas, mecánicas, biológicas, químicas entre otras variaciones de temperatura como el fuego.

Imagen 21 Impactos y sobrecargas



Fuente (Construmatica;2017)

3.Problemática en el estudio y factibilidad del proyecto (comparativa)

La presente metodología parte desde una investigación tipo correlacional, la “Falta de conocimiento sobre técnicas constructivas en estructuras de acero “y “Comparativa de un módulo para la vivienda unifamiliar de tres pisos entre una estructura metálica y una construcción tradicional. (hormigón armado).

Para poder realizar esta correspondencia de estas 2 variables, se realizó una encuesta para justificar la viabilidad de la presente investigación y para luego proponer un programa que ayude a que estas variables se correlacionen por medio de un manual de técnicas constructivas y un programa de cálculo estructural.

El enfoque de esta investigación es de tipo cuantitativo ya que se está utilizando cifras y gráficas que ayudan como metodología y poder generar los respectivos resultados. La fuente de investigación o información parte desde lo primario ya que la encuesta es una fuente propia al igual que las patologías encontradas en construcciones de viviendas en su mayoría ubicadas hacía las periferias de la ciudad de Quito y secundario ya que al elaborar el manual de buenas practicas constructivas y el programa de prediseño estructural se utilizó fuentes de consulta, normas de diseño estructural convalidados internacionalmente,

Mientras que, por parte de la técnica utilizada, fue un análisis de información, ya que necesito describir las distintas fases utilizadas y llegar al producto final.A continuación, se presenta un cronograma de actividades resumidas en 4 fases metodológicas o procedimientos utilizados, para llegar al producto final, en este caso un manual. (Véase Cuadros 4-7):

Imagen 22 Metodología

Pasos	¿Qué?	¿Porqué?	¿Cómo?
Tipo de Investigación	Correlacional	Se va utilizar un programa	1ra Fase.- diseño de ese instrumento, selección de la población y la muestra.
Enfoque de Investigación	Cuantitativo	Por el uso de cifras/gráficas	2da Fase. - Aplicación de ese instrumento a la muestra seleccionada.
Fuentes de Investigación o Información	Primario /Secundario	Primario análisis primarios= Método comparativo Método tradicional Vs Estructura Metálica.	3ra Fase.- Análisis de la información recolectada con ese instrumento.
Técnica	Análisis de información	Se necesita describir la información	4ta Fase.- Presentación de Conclusiones.

Fuente Propia;2020

3.1 El uso de estructuras de Acero en la ciudad de Quito.

Imagen 23 Estructura metálica
Construcción en Estructuras metálicas
QUITO



Fuente Propia
enero2020

La industria de acero ha comenzado a crecer de una manera rápida desde el año 2013. Generando nuevas fuentes de trabajo. La producción de acero en Quito mayormente se obtiene de la recolección y reciclaje de acero chatarra (arabio), el cual es fundido en grandes hornos (alrededor de 1.400 °c) para poder separar los componentes que no favorezcan al acero estructural y poder inyectar los químicos que mejoran las propiedades estructurales del mismo.

Existen empresas en la ciudad de Quito que fabrican vigas, columnas entre otros elementos por ejemplo la empresa Cistec, Novacero, Metalandina, Dismetel entre otras. (Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda, MIDUVI, 2008)

Imagen 24
Mal uso del Acero



Fuente Propia;2020

Atendiendo esta demanda el Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda, MIDUVI, en el año 2008, con la colaboración de la Cámara de la Industria de la Construcción, CAMICON, inició las actividades en la actualización de la normativa para el diseño y construcción de obras en estructuras de acero. (Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda, MIDUVI, 2008)

La norma ecuatoriana de la construcción establece requisitos mínimos para la seguridad y calidad en la construcción (NEC-SE-AC: Estructuras de Acero). Sin embargo, no brinda un proceso para la autoconstrucción de viviendas.

A pesar de esto maestros de obra y constructores de la ciudad de Quito tienen poca información acerca de las ventajas y/o desventajas del sistema constructivo en acero por lo que su uso actualmente es porcentualmente inferior al uso de estructuras convencionales en hormigón armado, a pesar de la falta de información en ciertos sectores de Quito la construcción en acero es aceptada.

Aunque en su mayoría se usa el acero para la construcción de edificios, se ha podido rescatar algunas construcciones para viviendas de uno o dos pisos, existen estructuras en las que han usado sistemas mixtos de

construcción usando el acero con el hormigón. Mientras que en otros casos se han creado estructuras totalmente de acero. Por ejemplo, en la imagen 10 vemos una construcción en proceso hecha en estructura de acero ubicada al norte de Quito por la calle los caneleros y el cóndor.

En la imagen 11 podemos ver el mal uso de la estructura de acero al estar en contacto con una capa natural como resultado se tiene una viga oxidada con una menor resistencia, el segundo problema que se ve en la figura 11 es la unión escalera viga ya que no es una conexión segura. En otros sectores más humildes de la

ciudad de Quito también se evidencia el uso del acero en sus estructuras.

En el sector de Quitumbe en la av. Cóndor ñam se ubica una vivienda donde se evidencia las fallas de uso, manipulación y falta de mantenimiento.

Ya que el acero es un material susceptible a la corrosión, por lo que se debe pintarse periódicamente, además de una protección contra el fuego ya que la resistencia de la materia se reduce durante un incendio.

En la tabla número 5 podemos ver la tabulación realizada de las patologías más comunes encontradas en la ciudad de Quito, Esta información es de vital importancia ya que demuestra el interés por el sistema constructivo y la falta de información que existe de la misma.

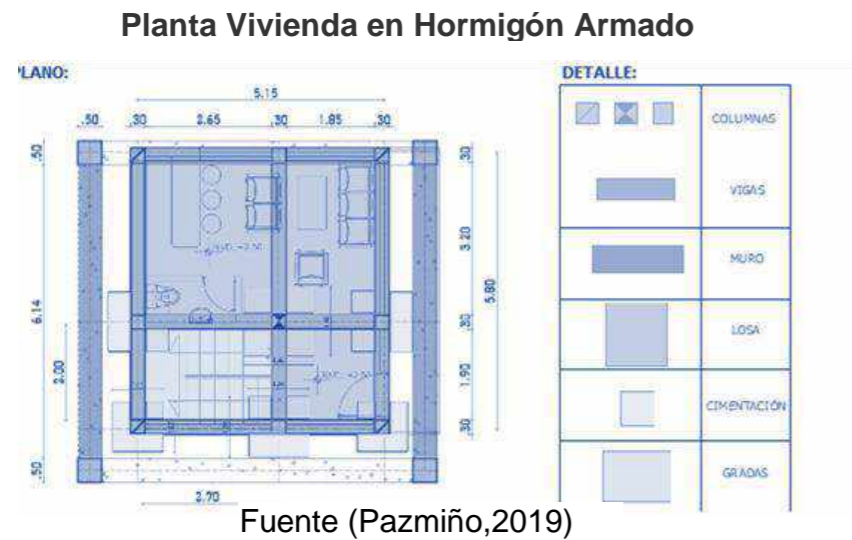
Tabla 5

PATOLOGÍAS EN ESTRUCTURAS METÁLICAS ENCONTRADAS EN LA CIUDAD DE QUITO			
TABULACIÓN DE PATOLOGÍAS			
EVIDENCIA	PATOLOGÍA	DIRECCIÓN	OBSERVACIONES
	Abrasión y mala práctica constructiva	sector de Quitumbe en la av. Cóndor ñam	Mala práctica constructiva falta de información de unión cimentación columna
	Deficiencia en elementos estructurales.	Sector la bota noroeste de Quito	Mala práctica constructiva falta de información de unión cimentación columna
	Corrosión	Centro de la ciudad de Quito	Falta de mantenimiento de vigas en estructura metálica (falta de información)
	Mala práctica constructiva falta de información de estructuras metálicas y escaleras.	sector de Quitumbe en la av. Cóndor ñam	Falla de unión entre elemento estructural (columna) con peldaño de escalera.

Fuente Propia;2020

Se puede concluir que el acero por su excelencia, rapidez y fácil producción es el material idóneo para la construcción de viviendas en la ciudad de Quito, Ya que el acero tiene un tiempo de construcción 40 % menor comparado con el sistema tradicional de hormigón armado. Además este material es un material ecoamigable ya que actualmente los perfiles estructurales provienen en su mayoría del reciclaje de chatarra y de igual manera si estos perfiles están en buen estado se pueden usar en nuevas estructuras (McCORMAC, J. 2012)

Imagen 25



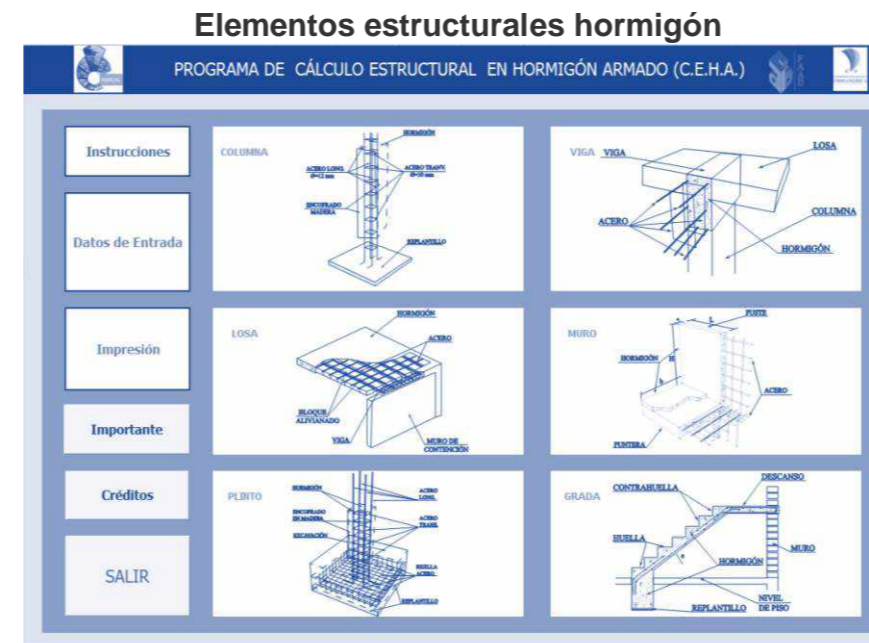
3.2 Comparativa de un módulo para la vivienda unifamiliar de tres pisos entre una estructura metálica y una construcción tradicional (hormigón armado).

Para realizar esta comparativa se tomó en cuenta un módulo de vivienda unifamiliar diseñada y ubicada en la sierra ecuatoriana ciudad de Quito Barrio atucucho. Dentro de la comparativa se analiza aspectos como son: la estructura, los costos, el tiempo de construcción.

Por lo cual el objetivo del presente capítulo es comparar los resultados entregados en los análisis previamente nombrados. Apartir de estos análisis comparativos entre los dos sistemas constructivos se podrá escoger el sistema constructivo que brinde mayores ventajas tanto constructivas como financieras para futuros usuarios que deseen construir su vivienda.

Estructura

Imagen 27



El módulo de vivienda unifamiliar de hormigón se resuelve dentro de una estructura de 5.15 m *5.50 m de tres pisos con cimentaciones aisladas de 160cm x160cm y 40cm de espesor del plinto, nueve columnas de 30 cm x30cm por piso, cadenas y vigas de amarre de 25x25cm en la imagen 23 podemos ver los detalles estructurales previamente descritos.

En la imagen número 24 encontramos el módulo de vivienda unifamiliar de estructuras de acero que se resuelve, dentro de una estructura de 5 m *5m de tres pisos con cimentaciones aisladas de 100m*100 m a 160 cm de profundidad, columnas cuadradas de acero galvanizado de 30 cm x 30 cm, vigas IPE 200mmx200mm, correas G150x75, en la imagen 25 podemos ver los detalles constructivos previamente mencionados.

Imagen 26

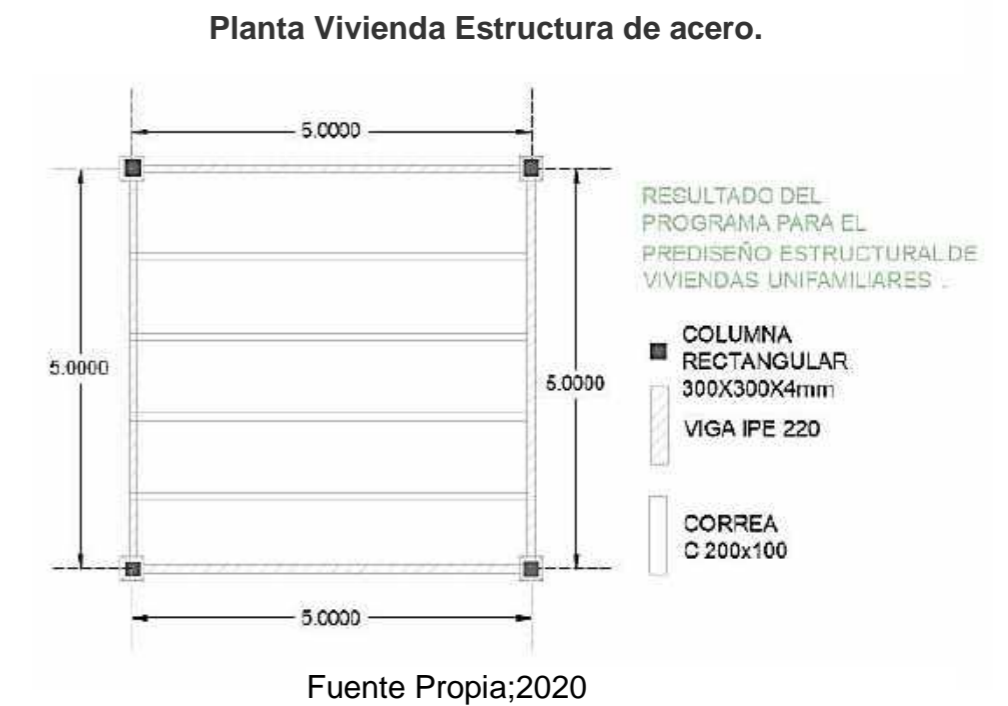
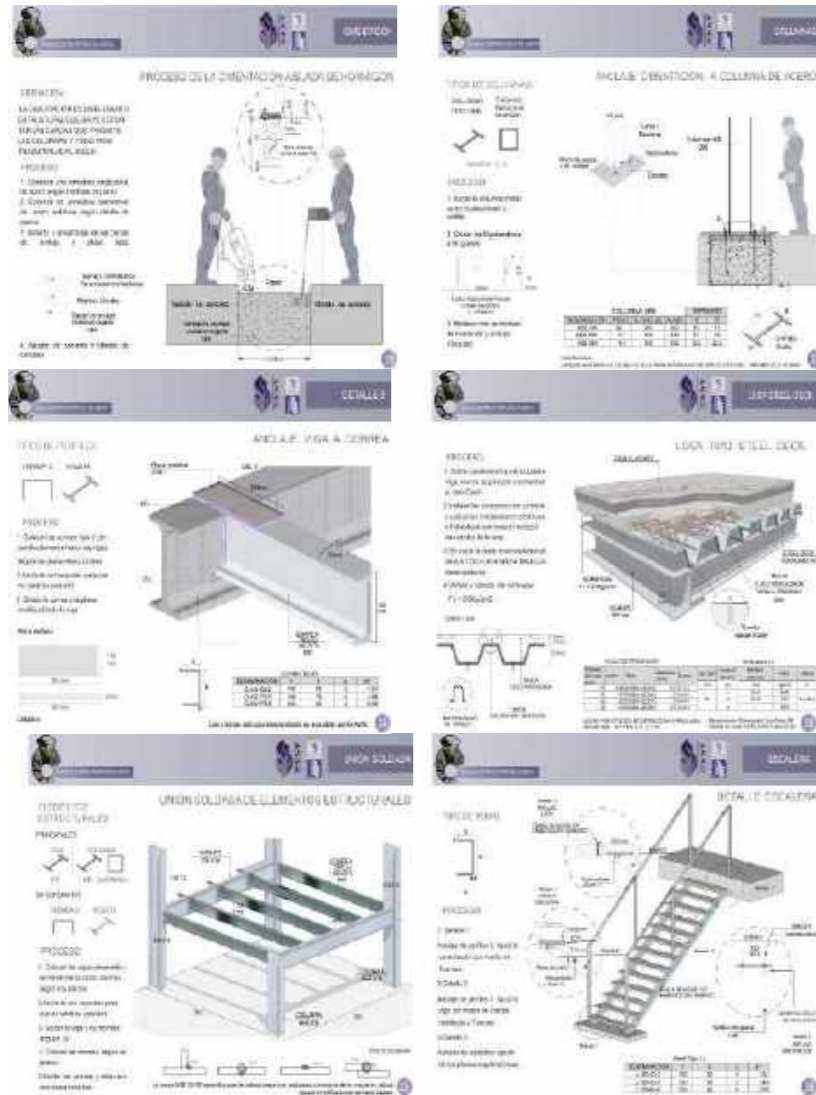


Imagen 28

Detalles estructurales vivienda E. Acero.



Fuente Propia;2020

3.2 Presupuesto vivienda estructura de hormigón armado.

La vivienda moderna en la actualidad se enfoca en economizar recursos, tiempo de ejecución por lo que la elección de un adecuado sistema constructivo es de gran importancia a corto y largo plazo. Para realizar esta comparativa se tomó en cuenta la investigación realizada por el estudiante Fernando Pazmiño en su tesis de pregrado (Manual de buenas prácticas para maestro de obra en hormigón armado. En la cual realizo el presupuesto de una vivienda unifamiliar de tres pisos de

Tabla 7

Costos materiales vivienda hormigón

Estructura en Hormigón Armado				
ITEMS	Especificaciones	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
Cimientos excavaciones y relleno	EXCAVACIONES DE CIMENTOS (h= 160cmx 160 cm)	\$ 306.00	\$ 11.50	\$ 3,519
	Pingo Eucalipto	\$ 405.00	\$ 1.49	\$ 603
Estructuras en general	varilla o10	\$ 1,811.00	\$ 1.18	\$ 2,137
	varilla o12	\$ 3,401.00	\$ 1.18	\$ 4,013
	varilla o14	\$ 569.00	\$ 1.18	\$ 671
	Mixer 240	\$ 27.00	\$ 90.00	\$ 2,430
	cemento	\$ 64.00	\$ 8.50	\$ 544
	Arena	\$ 9.00	\$ 8.84	\$ 80
	Ripio	\$ 12.00	\$ 13.81	\$ 166
	Piedra #20	\$ 16.00	\$ 11.00	\$ 176
	tabla encofrado	\$ 727.00	\$ 2.77	\$ 2,014
	Alfagía Euca.	\$ 15.00	\$ 3.63	\$ 54
	Bloque Aliv.	\$ 155.00	\$ 0.40	\$ 62
Clavos 75*3.5	\$ 164.00	\$ 2.17	\$ 356	
Alambre Galv	\$ 5,781.00	\$ 0.15	\$ 867	
			TOTAL	\$ 17,693
			IVA	\$ 2,123
			TOTAL \$	\$ 19,816

Fuente (Pazmiño,2020)

Tabla 6

Costos materiales vivienda en estructuras de Acero.

ESTRUCTURAS DE ACERO				
ITEMS	Especificaciones	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
Cimientos excavaciones y relleno	EXCAVACIONES DE CIMENTOS (h= 160mts *1)	256m	\$ 11.50	\$ 2,944
	COLUMNA HEB 280	6	\$ 252.00	\$ 1,512
Estructuras en general	VIGA IPE 300 (6m)	12	\$ 252.00	\$ 3,024
	CORREA G150*75 (6m)	12	\$ 100.00	\$ 1,200
	STEEL DECK NOVALOSA 76 6CM	5M3	\$ 60.00	\$ 300
	MALLA ELECTRO SOLDADA	10	\$ 40.00	\$ 400
	PERNOS DE ANCLAJE 1.60CM	32	\$ 20.00	\$ 640
	PLACAS DE 4MM (Acero por gr)	4	\$ 3.00	\$ 12
	EXTRAS(Soldadura, pernos auto perforantes, discos de corte, broca)	50	\$ 5.00	\$ 250
	Hormigonera	4.5	\$ 110.00	\$ 495
	Anticorrosivo Gris	10	\$ 4.00	\$ 40
	BLOQUE ALIV.15	155	\$ 0.40	\$ 62
				TOTAL
			IVA	\$ 1,305
			TOTAL \$	\$ 12,184

Fuente Propia;2020

75m2 en estructuras tradicionales de hormigón y varillas de acero.

En la tabla número 6 se analizan rubros correspondientes a la construcción de una estructura de hormigón armado para una vivienda unifamiliar de 3 pisos, rubros que abarcan desde las excavaciones preliminares, cimentaciones aisladas de 160cm x160cm y 40cm de espesor del plinto, nueve columnas de 30 cm x30cm por piso, cadenas y vigas de amarre de 25x25cm.

3.2.1 Presupuesto vivienda en Estructura de Acero.

En la tabla número 7 se analizan rubros correspondientes a la construcción de una estructura de acero, se resuelve dentro de una estructura de 5 m *5m de tres pisos con cimentaciones aisladas de 100m*100 m a 160 cm de profundidad, columnas cuadradas de acero galvanizado de 30 cm x 30 cm, vigas IPE 200mmx200mm, correas G150x75. Para realizar el presupuesto se ve la revista de la cámara de la construcción (2020). A continuación, se detalla el presupuesto de un módulo de vivienda en estructuras de acero.

Tabla 8

Tiempo de ejecución vivienda en acero versus estructura convencional



Fuente Propia;2020

La tabla 6 muestra un resumen del presupuesto en obra gris de una vivienda unifamiliar para ser comparada con el presupuesto tabla 7 de esa misma vivienda al usar el sistema constructivo de estructuras metálicas. Estas

variables nos ayudaran a despejar dudas al momento de elegir un sistema constructivo para viviendas.

Tras realizar el análisis respectivo de estas dos variables podemos constatar que las estructuras de acero presentan una reducción del 37% en costos de obra gris sobre las estructuras tradicionales. Dato importante que contribuyo a seguir con esta metodología tablas 6 y 7.

En conclusión, Por su facilidad del montaje siendo el acero un material más liviano al trabajar nos proporciona un 40% en ahorro en mano de obra, debido a un menor tiempo al concluir su construcción. El tiempo aproximado de construcción de viviendas estructura en acero = 16 semanas días laborables mientras que una vivienda en estructura convencional = 24 semanas días laborables. Viera, N. A. C. (2018).

Imagen 29 Recolección de datos



Fuente: Elaboración propia; 2020

3.3 Encuesta “Elección de sistema constructivo para la Auto Construcción de viviendas.”

Las encuestas fueron realizadas mediante la plataforma de Google, mediante una segmentación de población se recogió información de personas ubicadas en una de las posibles zonas de intervención que presenta informalidad urbana “atucucho” barrio corazón de Jesús. Para poder justificar la cantidad de encuestas, se trabajó con un programa estadístico, el cual calcula el tamaño de la muestra por medio de la siguiente fórmula:
 “N=Población total e= porcentaje de error z=Nivel de confianza.” (SurveyMonkey ;2019).

Imagen 32 Formula de Tamaño de Muestra

$$\text{Tamaño de la muestra} = \frac{\frac{z^2 \times p(1-p)}{e^2}}{1 + \left(\frac{z^2 \times p(1-p)}{e^2 N}\right)}$$

Fuente (SurveyMonkey ;2019).

Un estudio demográfico según el censo de Población y Vivienda que se efectuó en el año 2010 por parte del Instituto Nacional de Estadísticas y Censos(INEC), expuesto por la Secretaria de Territorio, Hábitat y Vivienda, muestra que la población total del año 2010 del Barrio Atucucho barrio corazón de Jesús es de 2370

habitantes conformada por 1155 hombres y 1185 mujeres los cuales se distribuyen en 62,74 hectáreas lo que manifiesta que la densidad poblacional del sector es de 18,9 habitantes por hectárea. (INEC;2010)

Antes de realizar la encuesta se procede a encontrar (Tamaño de Población), se procede aplicar la fórmula para poder calcular “El Tamaño de muestreo”, en la que tenemos, N=Tamaño de Población (2370Hab.), Nivel de confianza (90%) y e= Margen de error (9%) Como se muestra en la siguiente tabla. Después de obtener el tamaño de la muestra, se procede hacer la encuesta la cual se detalló en el cuadro resumen de metodología. (Hoja de encuestas se encuentra en anexos).

Imagen 31 Resultado análisis poblacional

Calcula el tamaño de la muestra

Tamaño de la población ⓘ
 2370

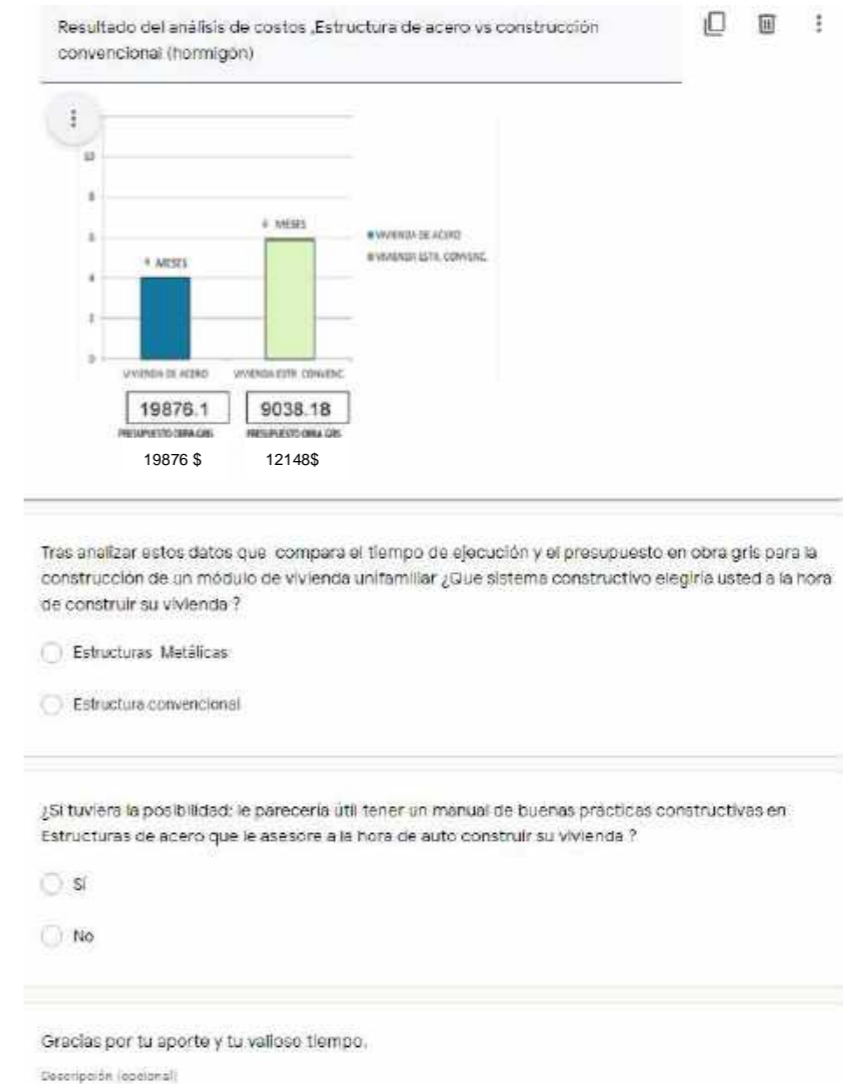
Nivel de confianza (%) ⓘ
 90

Margen de error (%) ⓘ
 9

Tamaño de la muestra

82

Imagen 30 Encuesta Google.



Fuente: Google; 2020

Fuente (SurveyMonkey ;2019).

Antes de realizar la encuesta exploratoria se definió diferentes variables que permitió definir las preguntas, con el objetivo de recaudar diferentes datos específicos. El título de la encuesta será “elección de sistema constructivo para la autoconstrucción de viviendas “. En la introducción de la encuesta se define su uso estudiantil investigativo, además se informa que esta encuesta está diseñada para facilitar la toma de una mejor decisión, al

momento de elegir un sistema constructivo para la auto construcción de viviendas.

En la pregunta 2 se buscó diferenciar el conocimiento o desconocimiento del método constructivo en estructuras de Acero. Este dato es de gran relevancia para poder definir el grado de desconocimiento de la población encuestada. El objetivo de la pregunta dos fue dar a conocer una comparación real entre el sistema constructivo de hormigón armado y el sistema constructivo de estructuras de metálicas, para que el usuario elija que sistema constructivo le conviene más.

Imagen 33 Encuesta Google



Fuente: Google; 2020

La pregunta 3 muestra el deseo de las personas que desconocen sobre las buenas prácticas constructivas en estructuras de acero, además la necesidad de tener un manual de guía sobre las buenas practicas constructivas en estructuras de acero.

3.4 Resultado de la encuesta

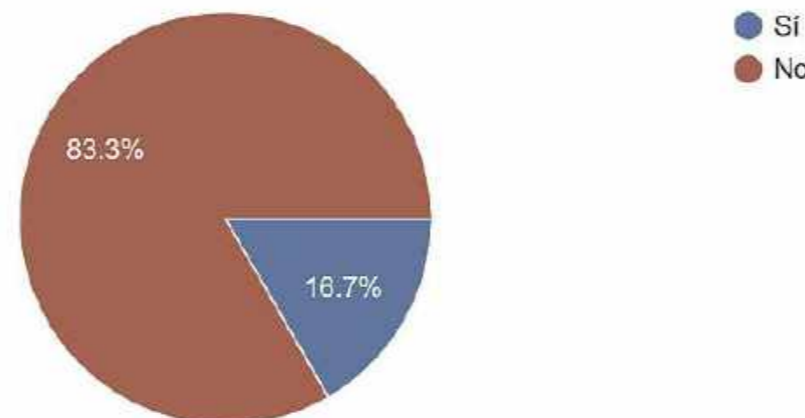
Luego de realizadas las encuestas, se procede a tabular los datos obtenidos con los siguientes resultados que a continuación se detalla: Tras realizar la tabulación de la primera pregunta se obtiene que el 83,3 por ciento de la población desconoce el método constructivo en estructuras de acero.

Tabla 10 Pregunta 1

Tabulación 1		
	Pregunta 1	¿Conoce usted el método constructivo en estructuras de acero para la realización de viviendas unifamiliares?
OPCIONES	SI	NO
RESULTADOS	9	73
TOTAL	82	

Fuente: Elaboración propia; 2020

**Tabla 11
Gráfico porcentual Preg.1**



Fuente: Elaboración propia; 2020

Tabla 9 Pregunta 2

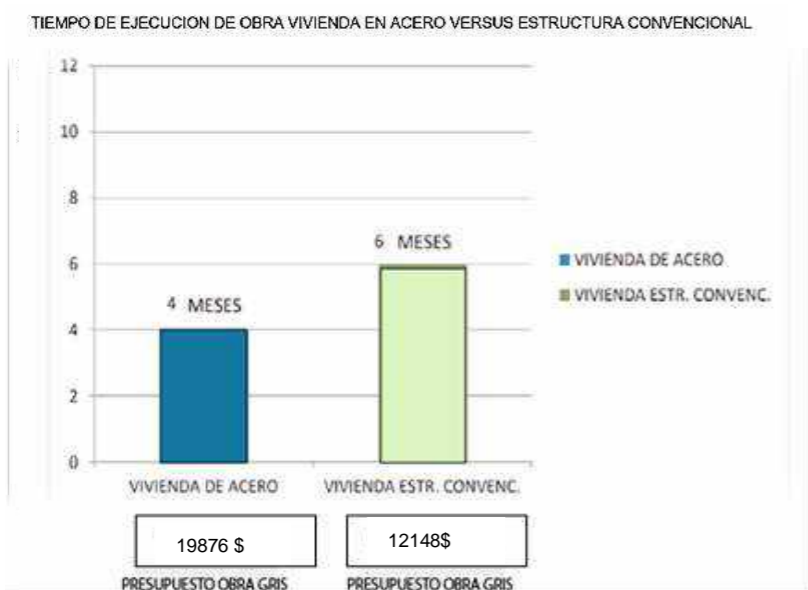
Tabulación 2		
	Pregunta 2	Tras analizar estos datos que compara el tiempo de ejecución y el presupuesto en obra gris para la construcción de un módulo de vivienda unifamiliar ¿Que sistema constructivo elegiría usted a la hora de construir su vivienda ?
OPCIONES	Estructuras Metálicas	Estructura convencional
RESULTADOS	79	3
TOTAL	82	

Fuente: Elaboración propia; 2020

En la pregunta dos, a partir de los datos expuestos en el análisis comparativo de rubros entre el sistema constructivo en estructuras de acero y el sistema constructivo estructuras tradicionales (hormigón armado) se procedió a realizar la pregunta “ Tras analizar estos datos que compara el tiempo de ejecución y el presupuesto en obra gris para la construcción de un módulo de vivienda unifamiliar ¿Qué sistema constructivo elegiría usted a la hora de construir su vivienda? ”.

Imagen 35 Análisis expuesto en la pregunta 2

Imagen 35

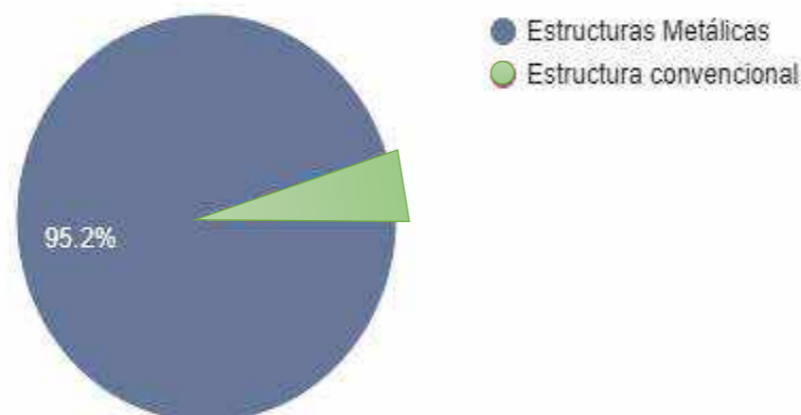


ESTRUCTURA METÁLICA	ESTRUCTURA CONVENCIONAL
-Disminución del tiempo de construcción en 40% comparado con otros sistemas convencionales. Punto que influye directamente gastos de mano de obra.	-Las estructuras convencionales son rígidas, pesadas y su tiempo de construcción es 40% mayor.
-Las estructuras de acero pesan entre 6 y 10 veces menos que una estructura tradicional.	-Al ser autoconstruida esta estructura que es 6 veces mas pesada que una estructura metálica. Es propensa a causar fallas en la capacidad admisible del suelo y causar socavones.
-Desde el punto de vista estructural el acero es menos sensible a asentamientos diferenciales.	-Desde el punto de vista estructural en caso de presentarse patologías en el sistema constructivo es casi imposible repararlas.

Fuente: Elaboración propia; 2020

Tras realizar el análisis de los datos tabulados se obtuvo que el 95,2 % de la población encuestada elegiría usar un sistema constructivo metálico para la autoconstrucción de viviendas.

Tabla 12 Gráfico porcentual Preg.2



Fuente: Elaboración propia; 2020

Tras realizar el análisis de los datos tabulados se obtuvo que el 98.70 % de la población encuestada le gustaría tener información sobre las buenas prácticas constructivas en estructuras de acero. En conclusión tras realizar estas encuestas y revisar los resultados se puede proceder con el análisis investigativo. Por lo tanto, se tiene como resultado general que los moradores del Sector de Atucucho necesitan un manual que les ayude a mejorar sus técnicas de autoconstrucción ya que desconocen de este sistema constructivo.

Tabla 13 Pregunta 3

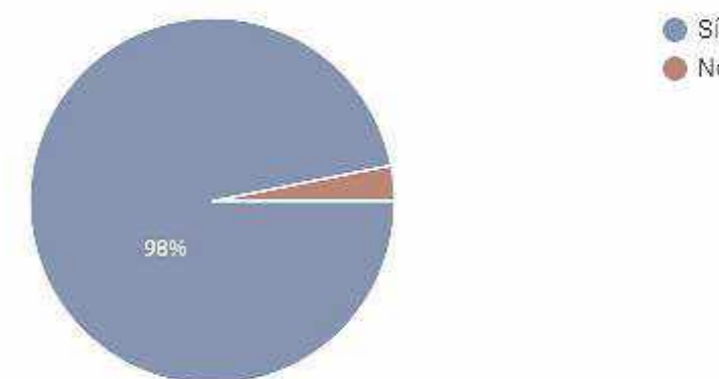
Tabulación 3

OPCIONES	SI	NO
RESULTADOS	81	1
TOTAL	82	

Pregunta 3 ¿Si tuviera la posibilidad; le parecería útil tener un manual de buenas prácticas constructivas en Estructuras de acero que le asesore a la hora de auto construir su vivienda?

Fuente: Elaboración propia; 2020

Tabla 14 Gráfico porcentual preg.3



Fuente: Elaboración propia; 2020

3.5 Análisis de datos

Tabla 15

RESULTADO DE ENCUESTAS			
ÍTEM	PREGUNTAS	ESTADÍSTICAS	RESULTADOS
1	¿Conoce usted el método constructivo en estructuras de acero?	Tras realizar la tabulación de la primera pregunta se obtiene que el 83,3 por ciento de la población desconoce el método constructivo en estructuras de acero.	La población desconoce de los beneficios del Acero.
2	Tras analizar estos datos que compara el tiempo de ejecución y el presupuesto en obra gris para la construcción de un módulo de vivienda unifamiliar ¿Qué sistema constructivo elegiría usted a	Tras realizar el análisis se obtuvo que el 95,2 % de la población encuestada elegiría usar un sistema constructivo metálico para la autoconstrucción de viviendas	La población elegiría su vivienda en estructuras de acero.

	la hora de construir su vivienda?		
3	¿Si tuviera la posibilidad; le parecería útil tener un manual de buenas prácticas constructivas en Estructuras de acero que le asesore a la hora de auto construir su vivienda?	Tras realizar el análisis se obtuvo que el 98.70 % de la población le gustaría tener información sobre las buenas prácticas constructivas en estructuras de acero.	Se abre la necesidad de un manual y un programa de prediseño estructural.

Fuente: Elaboración propia; 2020

En conclusión, en la ciudad de Quito existe un gran porcentaje de informalidad urbana según las cifras del municipio de Quito existen 2396 obras arquitectónicas de las cuales 758 son ilegales o semi ilegales, además según señala el Plan Nacional del Buen Vivir de estas 758 el 65% se ubica en el área urbana y el 11,51% de estas viviendas se encuentran en una situación crítica. (INEC, 2010) Desarrollándose así autoconstrucciones sin normas y especificaciones pertinentes lo cual no permite dar mayor seguridad a la vivienda.

Se realizó una comparativa de un módulo unifamiliar de tres pisos en estructuras de hormigón armado Tras realizar el análisis respectivo de estas dos variables se constató que las estructuras de acero presentan una reducción del 37% en costos sobre las estructuras tradicionales. Dato importante que ayudo a seguir con la investigación de la presente tesis.

En conclusión, Por su facilidad del montaje siendo el acero un material más liviano al trabajar nos proporciona un 40% en ahorro en mano de obra, debido a un menor tiempo al concluir su construcción. El tiempo aproximado de construcción de viviendas estructura en acero = 16 semanas días laborables mientras que una vivienda en estructura convencional = 24 semanas días laborables. Viera, N. A. C. (2018).

Tras realizar el análisis de los resultados de la encuesta exploratoria realizada en la ciudad de Quito se obtuvo las siguientes conclusiones. Los maestros de obra o personas interesadas en la construcción desconocen las buenas prácticas constructivas en estructuras de Acero para la construcción de viviendas unifamiliares de hasta tres pisos. Pesar de su interés no existe la información adecuada que les permita solventar su derecho a la vivienda que según el artículo 26 de la ONU. "1) todas las personas tienen el derecho a una vivienda digna. 2) El Estado debe adoptar medidas legislativas y de otra índole razonables, dentro de los recursos de que dispone, para lograr la realización progresiva de este derecho. (O.N.U.1948)

CAPÍTULO IV

4.1 El manual

El manual que a continuación se desarrolla aparece a partir de la falta de información segura y confiable sobre las buenas prácticas de la construcción en estructuras de acero se presenta el tema de esta tesis que tiene el fin de crear e implementar un manual de buenas prácticas de la construcción, para maestros de obra, enfocado en viviendas de hasta tres pisos hechas con estructuras de acero en la ciudad de Quito. (INEC,2010)

Tras revisar los problemas sociales y económicos que existe en la ciudad de Quito se puede concluir que existe una deficiencia en la calidad de viviendas. Ya que según datos del Inec el 32% de viviendas en la ciudad de Quito son ilegales o semi ilegales.

El objetivo principal de este manual de buenas practicas constructivas en estructuras de acero es que los usuarios tengan una guía interactiva y fácil que les permita aprender gradualmente técnicas ,procesos constructivos entre otros para poder así construir su vivienda.

Por otro lado, este manual no solo contendrá procesos de construcción, sino lineamientos básicos, normativas y recomendaciones antes de realizar autoconstrucción, los cuales se detalla a continuación:

- Glosario con terminología en construcción.
- Simbología de herramientas y elementos de seguridad.

- Recomendaciones antes de ejecutar una autoconstrucción.
- Procesos constructivos en estructuras de acero.
- Mantenimiento después de terminada una obra.

Imagen 36 Portada



Fuente: Elaboración propia; 2020

Imagen 45 índice

INTRODUCCIÓN	1	
CAPÍTULO I	2	
OBJETIVOS	2	
GLOSARIO	3	
SIMBOLOGÍA	5	
CAPÍTULO II		
PROPIEDADES	10	
NORMATIVA	13	
PRELIMINARES	14	
CAPÍTULO III		
OBRAS PRELIMINARES	16	
CIMENTACIÓN	20	
COLUMNAS	21	
VIGAS	23	
CORREA	24	
LOSA	25	
GRADAS	26	
CAPÍTULO IV		
Recomendaciones	27	

Fuente: Elaboración propia; 2020



Fuente: Elaboración propia; 2020

Imagen 62 objetivos



Fuente propia 2020

Imagen 71
Glosario; Simbología

GLOSARIO

- Soldadura:** Proceso en el que se unen dos elementos estructurales, mediante condiciones de soldadura.
- Cimentación:** Se refiere a la base donde se apoyará la futura vivienda.
- Columnas:** La función principal de las columnas es soportar cargas verticales, como por ejemplo el de las losas, manteniendo así, la estabilidad de la vivienda.
- Concreto:** Es la composición de cemento, ripio, arena azul y una proporción de agua.
- Concreto armado:** Es la composición de cemento, ripio, arena azul, agua y varillas de acero de refuerzo.
- Compactar:** Es el proceso de apisonar la tierra de una determinada área.
- Concreto pobre:** Es la mezcla de cemento, ripio, arena azul y agua, donde el cemento viene en menor cantidad.
- Curado:** Esto consiste en mojar cualquier elemento de hormigón recién fraguado para evitar la presencia de fisuras.
- Desenconfraco:** Es retiro del molde del elemento, requiere de un lapso de 28 días después de haber vaciado el concreto.
- Drenaje:** Es el control de la salida de agua o la excesiva humedad del suelo a través de cañerías, tubos o zanjas.
- Encofrar:** Es la colocación de un molde de tablas de madera o planchas de metal, sobre un elemento estructural para luego vaciar el concreto.
- Escaleras:** Son parte de la estructura que nos permiten unir los diferentes niveles o pisos de la casa.

SIMBOLOGÍA

- Pala:** Sirve como guías de alineo, es sumamente necesario en el transcurso de una obra, el más común es en algodón ya que es resistente es fácil de ver.
- Cinta métrica:** Sirve para medir largas distancias, hay de varias longitudes y materiales.
- Piomada de Punta:** Sirve para bajar puntos exactos en un replanteo.
- Escuadra de 90 grados:** Sirve para que las estructuras estén en ángulo recto o a escuadra, normalmente en madera, aluminio o hierro.
- Pala de Punta:** Sirve para comenzar a excavar, ya que la punta favorece la penetración en el terreno.
- Pala ancha:** Sirve para preparar mezcla de material como mortero, hormigón, etc.
- Pico:** Sirve para excavar en terrenos duros o semiduros.
- Pladón:** Sirve para aislar o compactar el suelo o un contrapiso.
- Serrucho:** Es una herramienta de acero con dientes y mango de madera que sirve para cortar madera.
- Piomada:** Sirve para verticalizar elementos (aplomar), consta de una pesa de hierro un lado de madera de igual ancho que la pesa y un hilo de unos 2 metros.

Fuente propia
2020

Las definiciones incluidas en el capítulo II glosario y simbología deberán ser utilizadas literalmente durante todo el proceso de cálculo, diseño y construcción.

Las propiedades descritas en el capítulo II muestran las ventajas y desventajas del material. Las desventajas deberán ser tomadas en cuenta para el diseño y cuidado de la estructura para evitar fallos.

Imagen 79

VENTAJAS DEL ACERO COMO MATERIAL

- DURABILIDAD:** Si se realiza un mantenimiento de las estructuras de acero adecuado durante indefinidamente.
- RESISTENCIA A LA FATIGA:** La Fatiga es el proceso en las estructuras de acero del cambio de material a la naturaleza y.
- AMPLIACIONES DE ESTRUCTURAS EXISTENTES:** Las estructuras de acero se adaptan muy bien a posibles acciones, se pueden incluir incluso alas nuevas.
- RAPIDEZ DE MONTAJE:** La velocidad de construcción en acero es muy superior al resto de materiales.
- PRE-FABRICACIÓN:** El acero es un material que nos permite prefabricar cada pieza para así poder armarlo en obra sin mayor complejidad.
- RECYCLAJE:** El acero es un material que se puede Reciclar, siempre de manera controlada como materia prima.

DESVENTAJAS DEL ACERO COMO MATERIAL ESTRUCTURAL

- Susceptibilidad Al Pandeo:** Mientras más largos y esbeltos sean los miembros en compresión, se mayor la susceptibilidad al pandeo.
- Fatiga:** Si el sistema puede reducirse, se debe tener en cuenta el número de ciclos de vida del sistema (resistencia).
- Corrosión:** El acero expuesto a la intemperie sufre oxidación por lo que debe ser tratado siempre con elementos químicos. Excepcionalmente el acero inoxidable.
- Fractura Frágil:** Bajo ciertas condiciones el acero puede perder ductilidad y falla frágil que se produce en la unión de elementos.
- Costo de Mantenimiento:** El acero es un material susceptible a la corrosión al estar expuesto al aire, agua y al fuego. Así que es necesario un plan para su protección.
- Alto Costo de protección:** La resistencia del acero se reduce considerablemente durante los incendios, voladuras así un conductor de calor en estos casos. Así que es necesario incluir protecciones en la estructura o atenuarse con un sistema de cortadores.

Fuente propia
2020

En el capítulo III preliminares se describe el proceso de construcción de una estructura de acero detallando cada fase del mismo desde los procesos de montaje recepción y obra gris. En estos procesos se realiza primero procesos de limpieza, excavación y replanteo del terreno. Después de tratar el terreno se procede a realizar la planificación de obra para proceder con la recepción de elementos estructurales. La cimentación es un elemento estructural que sirve soportar las cargas que trasmite las columnas y vigas para transmitir las al suelo.

Imagen 88 Losa deck

LOSA TIPO STEEL DECK

PROCESO

1. Sobre los elementos estructurales Viga -columna se procede a empalar el caso Deck.
2. Instalar las conducturas de corriente y ubicar las instalaciones eléctricas e hidráulicas que estarán amovibles dentro de la losa.
3. Se ancla la malla electrosoldada al deck a 1,5cm de la lámina Deck con distanciameros.
4. Vertido y vibrado del Hormigón $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$.

Tabla de especificaciones de la losa:

Espesor (mm)	Alto (mm)	Tipos	Clasificación	Resistencia (kg/cm²)	Alto (mm)	Base (mm)	Profundidad (mm)	Radio (mm)	Distancia (mm)	Distancia (mm)	Distancia (mm)
11	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110
12	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120
13	130	130	130	130	130	130	130	130	130	130	130

NOTA: PARA DETALLES DE RECIPO Y TRAZADO VERIFICAR EN: 1077 T.M.C. - C.1.12

Fuente propia
2020

En el capítulo IV recomendaciones se especifica el mantenimiento que tendrá esta estructura después de su montaje y soldadura. El uso de pintura en las estructuras metálicas es esencial para el buen estado de la misma. Ya que la pintura impide el proceso de corrosión y oxidación de las estructuras metálicas. Además, se especifica ciertas recomendaciones generales a tomar en cuenta antes durante y después de auto construir una vivienda.

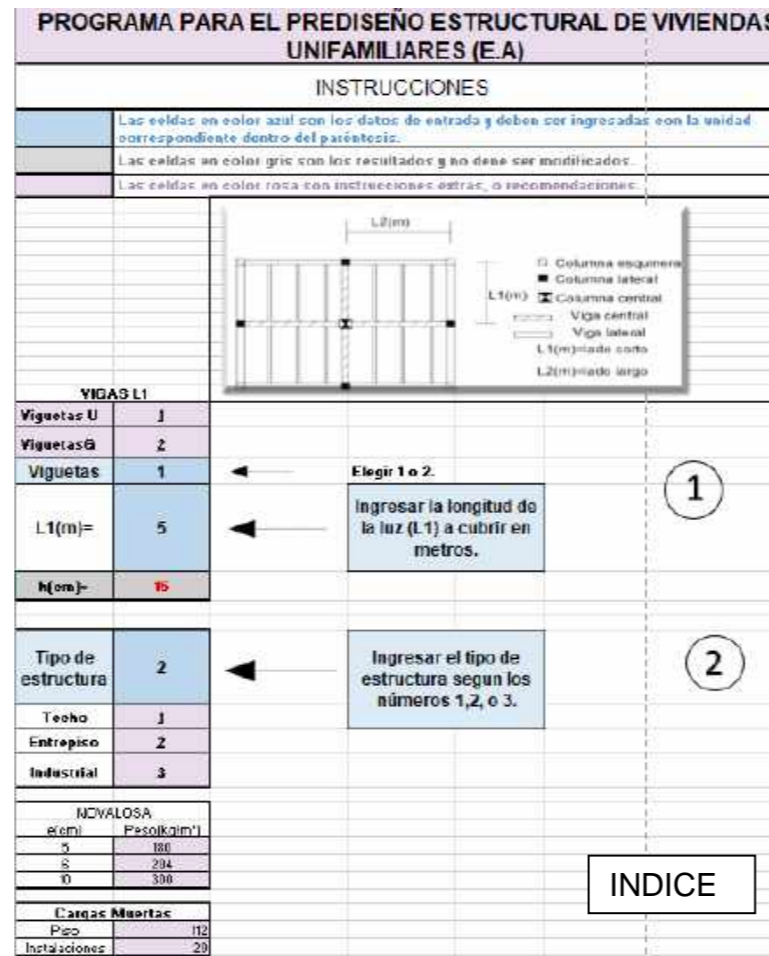
En conclusión, la metodología descrita en este manual está basada estrictamente en el código ecuatoriano de la construcción en Acero (NEC;2015) En ella, se hace referencia a la especificación AISC 360-10, que permiten dimensionar la estructura desde el punto de vista sismorresistente.

Imagen 104 Capítulo IV



Fuente propia 2020

Imagen 100 Programa prediseño



Fuente propia 2020

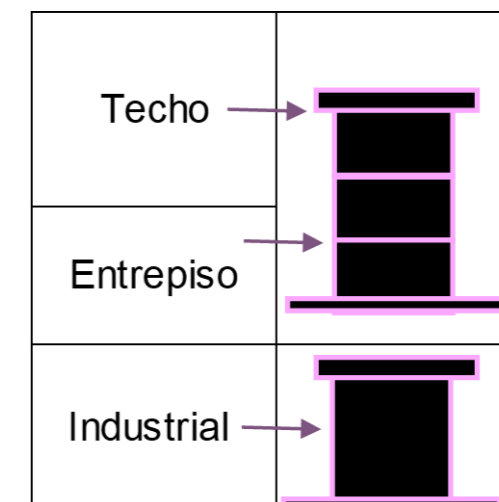
4.2 Programa para el prediseño estructural de viviendas unifamiliares (E.A).

El programa que a continuación se describe nació a partir de la necesidad que se evidencio en la encuesta realizada en las periferias de la ciudad de quito "barrios informales", El programa fue creado en conjunto con el " manual de buenas prácticas constructivas en estructuras de acero para maestros de obra en quito,2020" expuesto en el tema 4.1 , ya que no solo la presencia del manual es suficiente al momento de la auto construcción y prediseño estructural de viviendas unifamiliares.

Esta interfaz fue desarrollada en el programa (excel) mediante formulas encontradas en la (Nec,2015) , en la imagen 100 se puede observar el índice el cual presenta una tabla con los resultados que nos brinda el programa de predimensionamiento estructural.En el programa excel se encuentra la pestaña "datos" allí se encuentra las indicaciones para proceder a usar el programa de prediseño estructural.

En el numeral 1 ingresamos datos de la luz que vamos a cubrir en este caso sería (L 1), además se escoge el tipo de vigueta a usar (G; U). En el numeral 2 se encuentra tres opciones de estructuras para la vivienda. Techo con una carga uniforme de 1.8 (kN/m2), entrepiso con una carga uniforme de 2.1 (kN/m2) e industrial con una carga uniforme de 2.5 (kN/m2). Estos valores fueron recolectados de NEC-SE-CG-Cargas-Sísmicas

Imagen 112 Tipo de estructura



Fuente propia 2020

El presente programa de prediseño estructural en estructuras de acero presenta las siguientes etapas ubicadas en el índice estas. Datos: interfaz de entrada con opciones de cálculo e información del proyecto. Proceso de cálculos: se muestran los procesos del cálculo, no deben ser manipulados por el usuario (celdas bloqueadas). Resultados: Datos de salida del prediseño estructural.

Imagen 120
Programa excel

	A	B	C	D	E	F
1						
2						
3						
4			15	A	E	C
5				60	30	10
6				60	30	10
7				80	40	15
8				80	40	15
9				80	40	15
10				100	50	15
11				100	50	15
12				100	50	20
13				100	50	25
14				125	50	15
15				125	50	15
16				125	50	20
17	1.6	5	3.125	125	50	25
18	2	8	2.5	125	50	30
19	1.2	10	4.16666667	150	50	15
20				150	50	15
21	4	entrepiso		150	50	20
22	3	techo		150	75	25
23	5	industrial		150	75	30
24				175	50	15
25				175	50	15
26				175	75	25

Fuente propia
2020

En los datos de entrada se presenta una interfaz amigable y de fácil acceso al usuario, ya que este programa está enfocado a personas de bajo nivel educacional como son maestros de obra, o personas que quieren realizar autoconstrucción de sus viviendas. En esta interfaz para un mejor entendimiento y uso, se encuentra dividido en celdas con diferentes tonalidades, las celdas en color azul son las únicas que deberán ser modificadas por el usuario.

El proceso de cálculos es el que se encarga de juntar las diversas especificaciones para cada elemento estructural (Correas o viguetas; Vigas; Columnas; losas).

Imagen 127 Datos de entrada viga

	h	s	Area(cm²)	Peso(kg/m)
1	80	46	7.54	6
2	100	55	10.3	8.1
3	120	64	13.2	10.4
4	140	73	16.4	12.9
5	160	82	20.1	15.8
6	180	91	23.9	18.8
7	200	109	28.5	22.4
8	220	110	33.4	26.2
9	240	120	39.1	30.7
10	270	135	45.9	36.1
11	300	150	53.8	42.2
12	330	160	62.6	49.1
13	360	179	72.7	57.1
14	400	180	84.6	63.3
15	450	190	98.8	77.7
16	500	200	116	90.7
17	550	210	134	106

Fuente propia
2020

En la imagen 136 se muestra el resultado del programa en esta hoja se imprime el prediseño estructural de vigas; columnas; losa; correas. Estos resultados corresponden al modulo de vivienda en estructuras de Acero presentadas en el presupuesto (tabla 7). Estos resultados fueron obtenidos a través de fórmulas presentadas en el folleto de la NEC,2015 estructuras de acero. En ella, se hace referencia a la especificación AISC

360-10, que permiten predimensionar la estructura desde el punto de vista sismorresistente.

Imagen 136 Resultado Programa (E.A)

Prediseño de estructuras metálicas para viviendas unifamiliares. Programa anexo a la tesis "Manual de buenas prácticas constructivas en estructuras de acero para maestros de obra en Quito, 2020"

CORREAS TECHO			
Se colocan	3	correas	G150x75 ó C200x100
CORREAS ENTREPISO			
Se colocan	4	correas	G150x75 ó C200x100
CORREAS LOSA INDUSTRIAL			
Se colocan	5	correas	G150x75 ó C200x100
VIGAS			
Se colocan vigas	IPE 300	ó	IPN 300
COLUMNAS			
COLUMNAS HEB			
Se colocan columnas	HEB 280	con vigas IPE	ó HEB 260 con vigas IPN
COLUMNAS RECTANGULARES			
Se colocan columnas	#N/D	con vigas IPE	ó #N/D con vigas IPE
COLUMNAS CUADRADAS			
Se colocan columnas	#N/D	con vigas IPE	ó #N/D con vigas IPE
LOSA TECHO			
NOVALOSA 76 con espesor	5 cm de espesor		
LOSA ENTREPISO			
NOVALOSA 76 con espesor	6 cm de espesor		
LOSA INDUSTRIAL			
NOVALOSA 76 con espesor	10 cm de espesor		

Fuente propia
2020

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

En conclusión el producto de esta tesis solo pretende ser un manual de ayuda para garantizar las buenas prácticas constructivas en estructuras metálicas ,no garantiza el correcto diseño arquitectónico ,ni la correcta práctica al momento de auto construir una vivienda ya que para ello se debería tener en cuenta mas variables de estudio y análisis como la resistencia del suelo ,niveles freáticos ,accesos ,temas funcionales de diseño ,composición etc.

Tras analizar las muestras fotográficas y las encuestas realizadas en la ciudad de Quito se demostró el interés de la sociedad quiteña por el uso de nuevas técnicas constructivas, además las patologías encontradas en la ciudad de Quito revelo falencias en la construcción de estructuras metálicas.

Tras el análisis comparativo de un módulo de vivienda unifamiliar de tres pisos de altura ubicado en la ciudad de Quito, entre el sistema tradicional de hormigón y el sistema constructivo en estructuras de acero se pudo concluir que el sistema constructivo en estructuras de acero presenta ventajas económicas con una reducción del 37% en sus costos finales de obra gris además de una reducción en los tiempos de ejecución de obra.

Recomendaciones

-Al momento de la construcción de una vivienda unifamiliar legal en la ciudad de Quito se debe disponer de un terreno propio además de ciertos requisitos iniciales para el registro de la propiedad , el permiso de construcción , informe de regulación metropolitana (irm),planos estructurales ,arquitectónicos bajo la supervisión de un técnico profesional (arquitecto o ingeniero).

- Se recomienda la continuidad del manual, esta vez enfocado a otras técnicas de construcción como son en madera y bambú.

- Mantener en las próximas ediciones del manual, un mejoramiento visual para llegar con mayor entendimiento al usuario.

- Dar continuidad al programa con cálculo estructural en madera, bambú y un mejoramiento al programa de cálculo estructural en hormigón armado y acero en lo que tiene que ver en la interfaz de ingreso de datos y cálculos.

Bibliografía

Municipio del distrito metropolitano de Quito. (diciembre de 2011). Plan de desarrollo 2012. Quito, pichincha, Ecuador.

García, Cecilia. "Arquitectura en la Periferia: mujeres enseñando a mujeres a construir sus casas en Brasil" 08 mar 2019. Cecilia. México

Duncan, J. (2003). Causas de la vivienda inadecuada en América Latina y el Caribe. Hábitat. http://www.habitants.org/news/library/causas_de_la_vivienda_inadecuada_en_america_latina_y_el_Caribe.

MCCORMAC, Jack, Diseño de Estructuras Metálicas: Método ASD, 4ª Edición, Alfaomega, México-DF 1999, pág. 20

El País. (2018, 10 diciembre). Una alternativa desde las ciudades ante la desigualdad en América Latina. Recuperado 3 febrero, 2020, de https://elpais.com/elpais/2018/12/05/planeta_futuro/1544008971_860168.html

Jauri, N. (2011). Las villas de la ciudad de Buenos Aires: una historia de promesas incumplidas. *Question*, 1(29).

Carrión, f., & Erazo espinosa, j. (2012). La forma urbana de Quito: una historia de centros y periferias. *Bulletin de l'institut français d'études andines*, (41 (3)), 503-522.

Brotóns, p. U. (2010). Construcción de estructuras metálicas. Editorial club universitario.

Viera, N. A. C. (2018). Análisis comparativo entre los diseños de un edificio de 4 Niveles, utilizando tres

diferentes sistemas estructurales. *INNOVACION EN INGENIERÍA*, 4(1).

García, Cecilia. "Arquitectura en la Periferia: mujeres enseñando a mujeres a construir sus casas en Brasil" 01 May 2019. Plataforma Arquitectura.

De la norma ecuatoriana, c. E. (2011). De la construcción. Norma ecuatoriana de la construcción.

Secretaría nacional de planificación y desarrollo. (2013-2017). Plan nacional del buen vivir. Ecuador.

Pradilla, e. (1983). El problema de la vivienda en américa latina. Centro de investigaciones ci.

DEL ESTADO, E. C. (2018). Constitución de la República del Ecuador.

Gervásio, H. (2010). La sustentabilidad del Acero y las Estructuras Metálicas. *Revista Acero Latinoamericano*, 18-25.

ANEXOS

-MANUAL DE BUENAS PRÁCTICAS
CONSTRUCTIVAS EN ESTRUCTURAS DE ACERO
PARA VIVIENDAS UNIFAMILIARES DE HASTA 3
PISOS.

-PROGRAMA DE PREDIMENSIONAMIENTO
ESTRUCTURAL PARA VIVIENDAS
UNIFAMILIARES.



**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA INDOAMÉRICA
FACULTAD DE ARQUITECTURA, ARTES Y DISEÑO**



**MANUAL DE BUENAS PRÁCTICAS CONSTRUCTIVAS
EN ESTRUCTURAS DE ACERO**

PARA VIVIENDAS UNIFAMILIARES DE HASTA TRES PISOS

Autor : Jessica Roció Bautista Espinel

**QUITO - ECUADOR
2020**



INTRODUCCIÓN 1

CAPÍTULO I 2

OBJETIVOS 2

GLOSARIO 3

SIMBOLOGÍA 6

CAPÍTULO II

PROPIEDADES

NORMATIVA

PRELIMINARES

10

13

14

CAPÍTULO III

OBRAS PRELIMINARES 16

CIMENTACIÓN 20

COLUMNAS 21

VIGAS 23

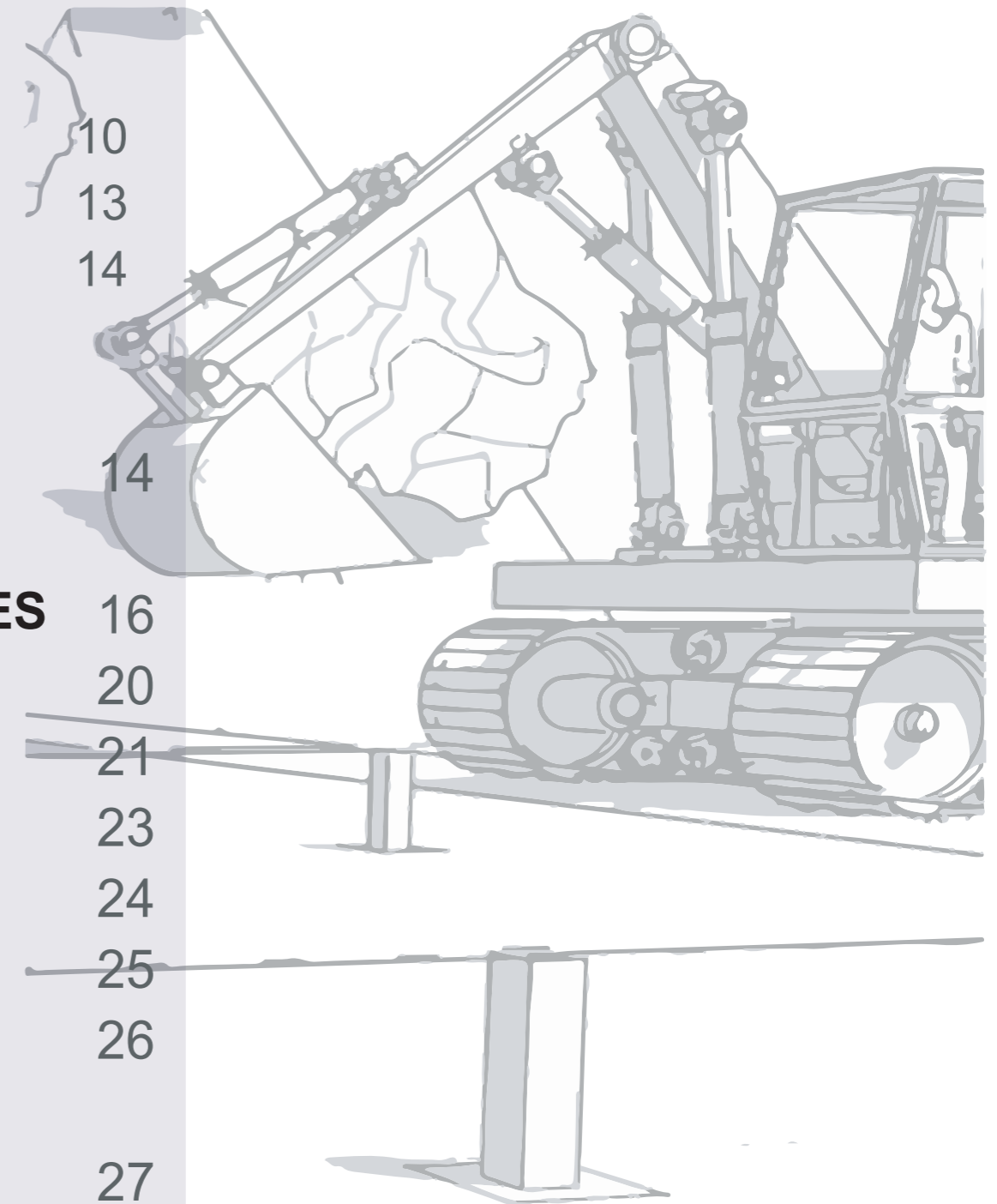
CORREA 24

LOSA 25

GRADAS 26

CAPÍTULO IV 27

Recomendaciones





Basado en el levantamiento fotográfico obtenido en la ciudad de Quito (sectores marginados) .Y la encuesta realizada a maestros de obra o personas interesadas en la construcción.

Se evidencio la falta de información de las buenas practicas constructivas en estructuras de acero.

Este manual se enfocara en estudiar técnicas, procesos, así como el cálculo y prediseño de estructuras de acero.

Tomando en cuenta lo expuesto en la tesis Manual de buenas prácticas constructivas en estructuras de acero,este folleto pretende, orientar sobre técnicas básicas de construcción y sistemas constructivos para viviendas en estructuras de acero.

Se evidenció la necesidad de un documento que oriente a los maestros de obra o personas en general que quieran saber más sobre buenas prácticas constructivas en acero.

Los principales beneficiarios de este producto serán: los maestros de obra y personas interesadas en la construcción con estructuras metálicas.

QUITO
DISTRITO
METROPOLITANO



● Patologías en Estructuras de acero.

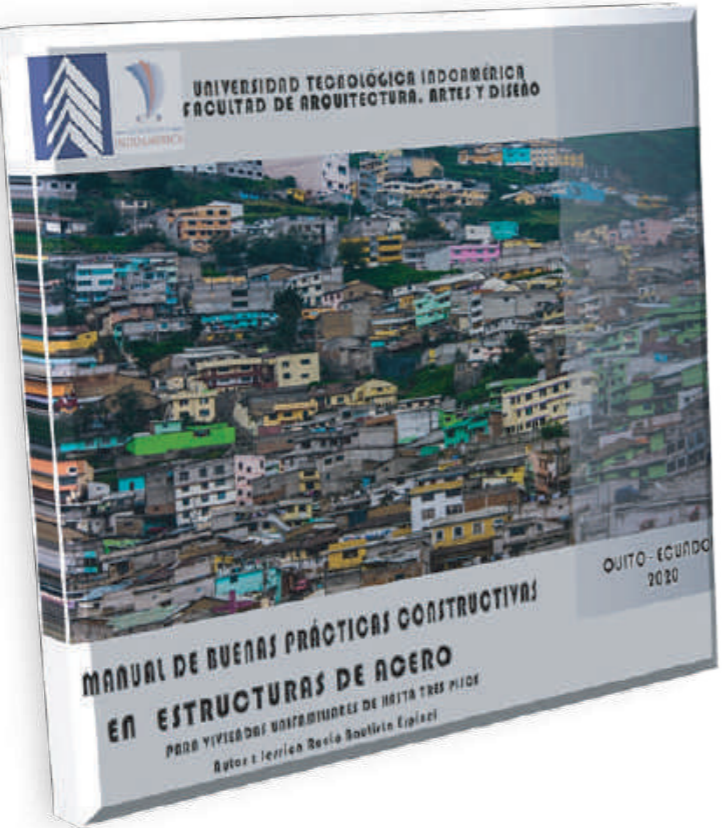


Fuente Propia2020



Autoconstrucción





01

OBJETIVOS
GLOSARIO
SIMBOLOGÍA



Objetivo general

Elaborar un manual de buenas prácticas constructivas en estructuras de acero que facilite la construcción de viviendas de tres pisos de altura en la ciudad de Quito, dirigidos hacia maestros de obra o interesados en la autoconstrucción.

Objetivos específicos

- Investigar las técnicas de construcción en estructuras de Acero para viviendas.
- Realizar una propuesta de manual de buenas practicas constructivas en estructuras metálicas para viviendas unifamiliares en la ciudad de Quito.
- Realizar un sistema de cálculo estructural que permita (predimensionar) estructuras de acero para viviendas unifamiliares de hasta 3 pisos de altura.

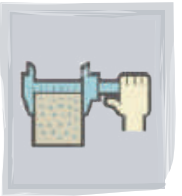




- Soldadura.- Proceso en el que se unen dos elementos estructurales, mediante cordones de soldadura.



- Concreto pobre.- Es la mezcla de cemento, ripio, arena azul y agua, donde el cemento viene en menor cantidad.



- Cimentación.- Se refiere a la base donde se apoyará la futura vivienda.



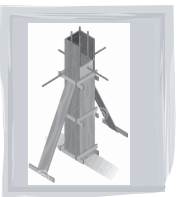
- Curado.- Esto consiste en mojar cualquier elemento de hormigón recién fraguado para evitar la presencia de fisuras .



- Columnas.- La función principal de las columnas es soportar cargas verticas, como por ejemplo el de las losas, manteniendo así, la estabilidad de la vivienda.



- Desenconfrado.- Es retiro del molde del elemento, requiere de un lapso de 28 días después de haber vaciado el concreto.



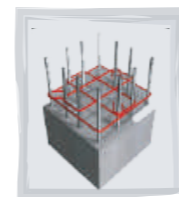
- Concreto.- Es la composición de cemento, ripio, arena azul y una proporción de agua.



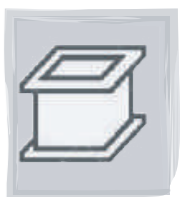
- Drenaje.- Es el control de la salida de agua o la excesiva humedad del suelo a través de cañerías, tubos o zanjas.



- Concreto armado.- Es la composición de cemento, ripio, arena azul, agua y varillas de acero de refuerzo.



- Encofrar- Es la colocación de un molde de tablas de madera o planchas de metal, sobre un elemento estructural para luego vaciar el concreto.





- Espesor.- Se refiere a la anchura o grosor de algún material sólido, también podría interpretarse como la altura de una losa.



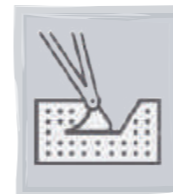
- Estacas.- Es un objeto largo y afilado que se clava en el suelo, tiene muchas aplicaciones, como demarcador de una sección de terreno, puede ser de madera o hierro y estar pintadas de color que se pueda reconocer fácilmente como el amarillo o el rojo.



- Estribos.- Es un anillo rectangular de hierro utilizado como refuerzo transversal que cruza al hierro longitudinal de la viga o de la columna de concreto.



- Excavación.- Es un proceso en el cual se hacen los huecos donde se asentará o construirá la futura cimentación de nuestra casa.



- Grieta.- Proceso en el cual un elemento por falta de hidratación se exceso de carga se parte.



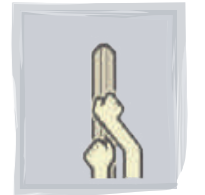
- Ladera.- Es declive de una montaña o de un cerro o de una altura en general.



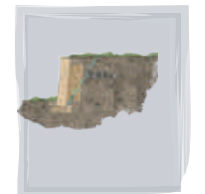
- Losa alivianada.- Es un techo de concreto armado (compuesto de ripio, arena gruesa, agua, y reforzado con varillas de acero), que para aligerar o alivianar su peso se le colocan bloques caracterizados por ser huecos.



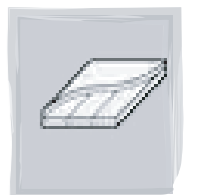
- Nivelar.- Hacer que una superficie este en posición completamente horizontal.



- Muro de contención.- Es una pared de concreto que servir para construir en diferentes niveles, o cuando el terreno esté al lado de un cerro o montaña.

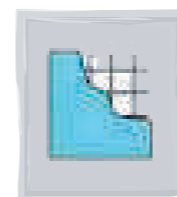


- Paños.- Son las secciones o partes en que se divide una área tanto vertical como horizontal, la suma de todos los paños forman un muro o losa.





- Parrilla.- Es el conjunto de varillas de hierro, colocadas en la cimentación o base de la vivienda en construcción.



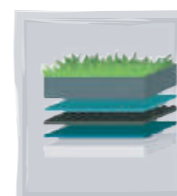
- Pisos terminados.- Es la superficie sobre la cual se desarrollan las actividades propias del ambiente construido.



- Plano.- Es una hoja de papel donde existe un dibujo con trazos y medidas de una edificación o vivienda.



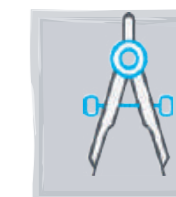
- Replanteo.- Es la capa de concreto pobre de 5 cm. Estas se colocan estrictamente en el fondo de las excavaciones para zapatas o cimentaciones superficiales.



- Rellenos.- Se realiza al hacer un corte y puede estar compuesto por tierra siempre que este libre de elementos orgánicos y/o basura.



- Trazo.- Son las líneas y/o rayas con las que se puede componer el diseño de la construcción.



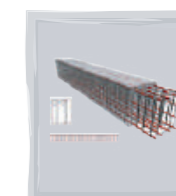
- Valla.- Son 2 estacas de madera de 60 cm y una tabla de 60 cm, que se clavan o se sitúan perpendicular una sobre otra y está colocada sobre el terreno.



- Vibrado.- Consiste en la introducción de una varilla vibrante motorizada en el encofrado, para que el concreto que está dentro de éste se distribuya homogéneamente.



- Vigas.- Son elementos construidos de concreto armado, usualmente en forma horizontal, ocasionalmente podrían estar en pendiente sobre todo cuando hay techos inclinados.



- Viguetas.- Son elementos de concreto armado, ubicados a lo largo del techo o de la losa.





-Piola.- Sirve como guías de aplome, es sumamente necesario en el transcurso de una obra, el más común es en algodón ya que es resistente es fácil de ver.



-Pala ancha.- Sirve para preparar mezcla de material como mortero, hormigón, etc.



-Cinta métrica.- Sirve para medir largas distancias, hay de varias longitudes y materiales.



-Pico. - Sirve para excavar en terrenos duros o semiduros.



-Plomada de Punta. - Sirve para bajar puntos exactos en un replanteo.



-Pisón. - Sirve para apisonar o compactar el suelo o un contrapiso.



-Escuadra de 90 grados. - Sirve para que las estructuras estén en angulo recto o a escuadra, normalmente en madera, aluminio o hierro.



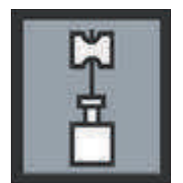
-Serrucho. - Es una herramienta de acero con dientes y mango de madera que sirve para cortar madera.



-Pala de Punta. - Sirve para comenzar a excavar, ya que la punta favorece la penetración en el terreno.



-Plomada. - Sirve para verticalizar elementos (aplomar), consta de una pesa de hierro un taco de madera de igual ancho que la pesa y un hilo de unos 2 metros.





-Llana metálica.- Sirve para lograr superficies muy lisas, por ejemplo, en la colocación de enlucido sobre una pared.



-Flexómetro.- Sirve para medir cortas distancias, es de plástico y de bolsillo.



-Carretilla.- Sirve para llevar material y escombros de un lugar a otro en volúmenes de 90 lts.



-Nivel de burbuja.- Sirve para nivelar superficies, Los hay con burbuja para nivelar elementos verticales y otros con burbuja inclinada para superficies a 45°. Se los encuentra de distintas medidas.



-Soldadora.- Herramienta diseñada para realizar soldaduras tipo cordón en uniones estructurales.



-Manguera transparente.- Sirve para medir niveles, a la que se le coloca agua. Los niveles superiores de agua se mantienen a igual altura.



-Delantal de cuero.- Sirve para protegerse de salpicaduras y exposición a rayos ultravioletas de la soldadura.



-Balde.- Sirve para llevar material con una capacidad de 10 litros (1/4 bolsa de cemento), los hay metálicos o de plástico.



-Mascara de Soldar.- Protege los ojos, la cara, el cuello y debe estar provista de filtros inactínicos de acuerdo al proceso e intensidades de corriente empleadas.



-Tacho.- Sirve para llevar material petreo, normalmente metálico tiene una capacidad de unos 20 litros de material (1/2 bolsa de cemento).





Protección Covid-19



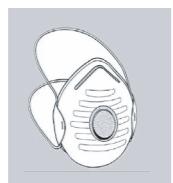
Guantes.- Equipo de seguridad, que sirve para proteger las manos de elementos calientes o cortantes.



Gafas.- Equipo de seguridad, que sirve para proteger los ojos de elementos que saltan por efecto del picar o soldar.



Botas.- Equipo de seguridad, que sirve para proteger los pies de elementos cortapunzanes que se encuentren en el suelo.



Mascarilla / KN-95 .- Equipo de seguridad, que sirve para proteger la nariz y boca .



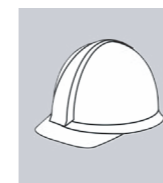
Chompa antifluidos .- Equipo de seguridad, que sirve para proteger el cuerpo del trabajador .



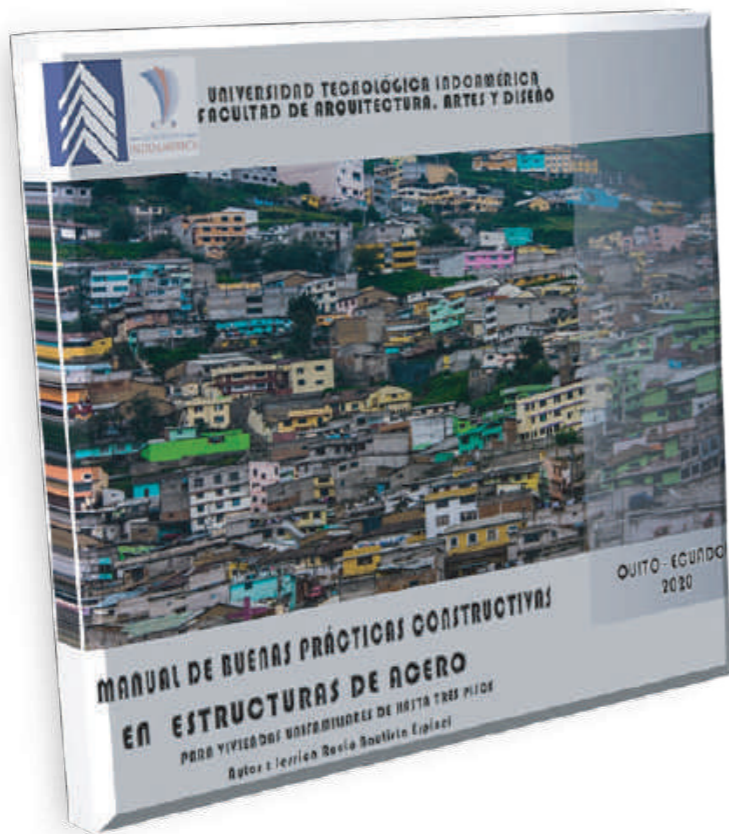
Arnes.- Equipo de seguridad, que sirve para proteger al trabajador de caídas de obras en altura.



Enterizo- Traje de bioseguridad, que sirve para proteger el cuerpo del trabajador de elementos que hagan contacto con el mismo.



Casco.- Equipo de seguridad, que sirve para proteger la cabeza del trabajador de elementos que caigan o se encuentre sobre la misma.



02

PROPIEDADES
NORMATIVA
PRELIMINARES



VENTAJAS DEL ACERO COMO MATERIAL ESTRUCTURAL

ALTA RESISTENCIA

La alta resistencia del acero por unidad de peso, permite crear estructuras livianas.



DUCTILIDAD

Es la capacidad del acero de resistir grandes deformaciones sin fallar, alcanzando grandes esfuerzos de tensión.

UNIFORMIDAD

Las propiedades del acero no cambian con el tiempo. Como es el caso de las estructuras de concreto reforzado.

TENACIDAD

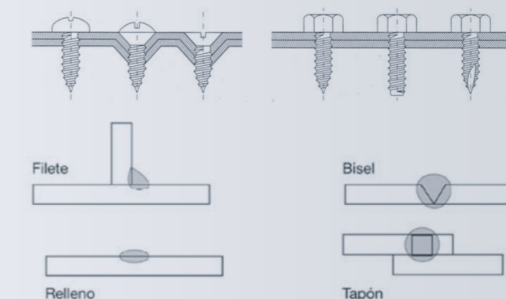
El acero tiene capacidad de absorber grandes cantidades de energía en deformación elástica e inelástica.

HOMOGENEIDAD

Las propiedades del acero no se alteran con el tiempo, ni varían con la conexión a otros elementos estructurales.

FACILIDAD DE UNIÓN

El acero en perfiles se puede conectar fácilmente a través de remaches, tornillo o soldadura.



ELASTILIDAD

El acero es el material que se acerca a un comportamiento linealmente elástico hasta alcanzar esfuerzos considerables. (Ley de Hooke)



VENTAJAS DEL ACERO COMO MATERIAL



DURABILIDAD

Si se realiza un mantenimiento de las estructuras de acero adecuado durarán indefinidamente

RESISTENCIA A LA FATIGA

La Fatiga es presente en las estructuras de acero sin embargo su resistencia a la rotura es muy

AMPLIACIONES DE ESTRUCTURAS EXISTENTES

Las estructuras de acero se adaptan muy bien a posibles adiciones, se puede incluir incluso alas enteras.

RAPIDEZ DE MONTAJE

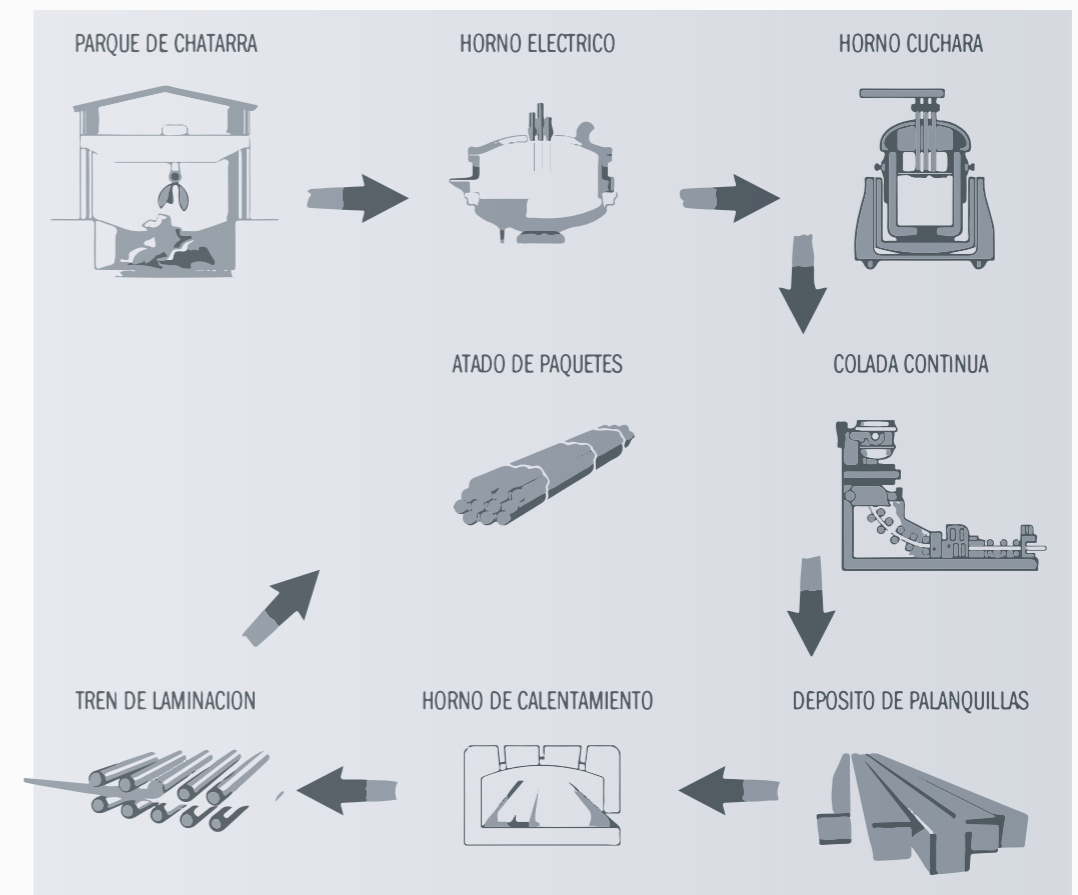
La velocidad de construcción en estructuras en Acero es muy superior al resto de materiales

PREFABRICACIÓN

El acero es un material que nos permite prefabricar cada pieza para así poder armarlo en obra sin mayor complejidad.

RECICLAJE

El acero es un material que se puede Reusar despues de su uso util ,vendiendolo como chatarra





DESVENTAJAS DEL ACERO COMO MATERIAL ESTRUCTURAL



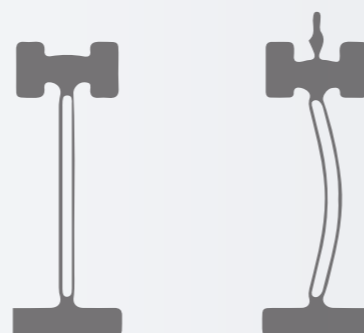
Fractura Frágil

Bajo ciertas condiciones, el acero puede perder su ductilidad y falla frágil que se produce en la unión de elementos.



Susceptibilidad Al Pandeo

Mientras mas largos y esbeltos sean los miembros a compresión, es mayor la susceptibilidad al pandeo.



Costo de Mantenimiento

El acero es un material susceptible a la corrosión al estar expuesto al aire, agua y al fuego. Así que es necesario un plan para su protección.



Fatiga

Su resistencia puede reducirse si se somete a un gran número de inversiones del sentido del esfuerzo (tensión).

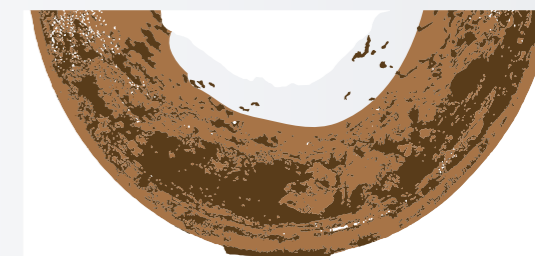


Alto Costo de protección

La resistencia del acero se reduce considerablemente durante los incendios, volviéndose así un conductor de calor en estos casos. Así que es necesario incluir aislantes en la estructura o acondicionarse con un sistema de rociadores.

Corrosión

El acero expuesto a la intemperie sufre corrosión por lo que debe recubrirse siempre con esmaltes alquídicos. Exceptuando a el acero inoxidable.





El presente manual trata las distintas partes que compone el CAPÍTULO NEC-SE-AC ,con énfasis en el pre dimensionamien-

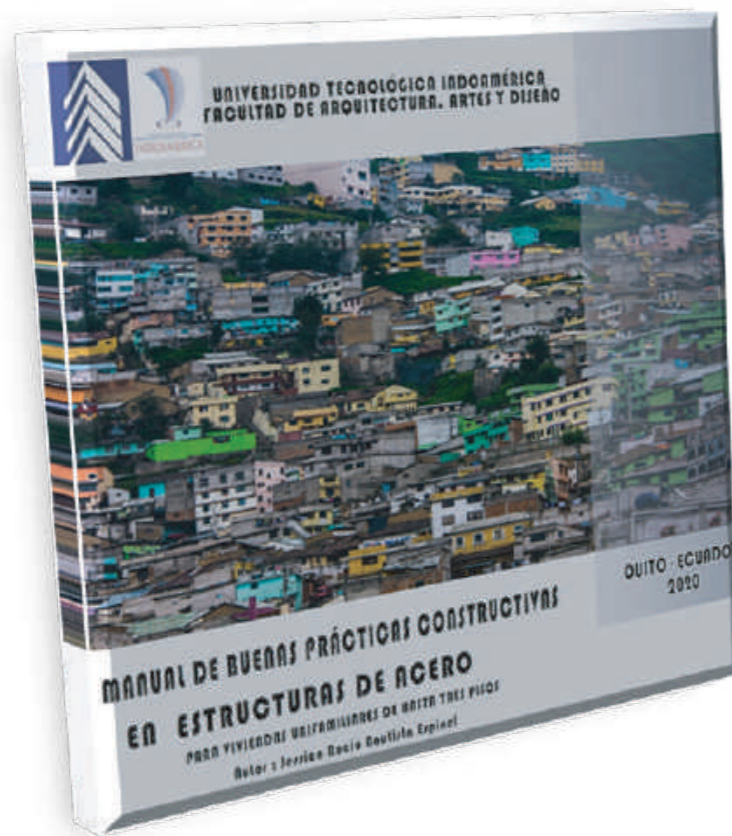
NORMATIVAS BÁSICAS

Se usa normativas de planificación de viviendas “Plan de Uso y Ocupación del suelo “ Establecida por el municipio de Quito. Además del “Informe de Regulación Metropolitana” (IRM)

- Para realizar el diseño de una estructura de acero , se calculan las cargas no-sísmicas de acuerdo al capítulo NEC-SE-CG y las cargas sísmicas, siguiendo el capítulo NEC-SE-DS.



Las especificaciones dan los lineamientos para diseñar tres sistemas estructurales que han probado ser eficientes para disipar la energía sísmica, estos son: pórticos especiales a momento, pórticos especiales arriostrados concéntricamente y pórticos arriostrados excéntricamente. solamente, se direcciona al diseñador a la especificación AISC 360-10



03

DETALLES
CONSTRUCTIVOS



PROCESO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR EN ESTRUCTURAS DE ACERO





SUMINISTROS DE ESTRUCTURAS DE ACERO

CONSISTE EN EL LÁMINADO DE PERFILES , LA FABRICACIÓN DE LOS ELEMENTOS ESPECIFICOS.

INCLUYE :

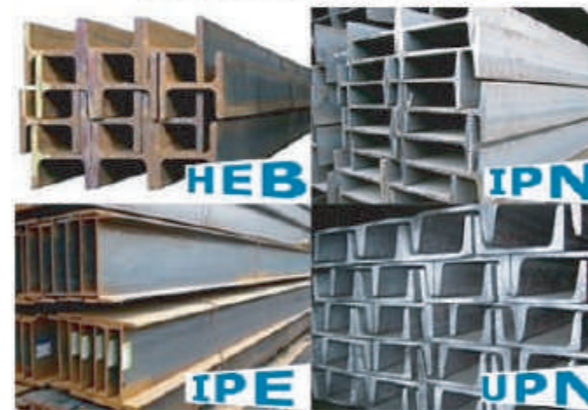
ENDEREZADO, CORTE, PRE-ARMADO (SOLDADURA PREVIA)

INSPECCIÓN, LIMPIEZA Y PINTURA

SEGÚN LAS ESPECIFICACIONES QUE REQUIERA SEGÚN LA NORMA NEC-2015

TIPO

VIGAS DE ACERO



VIGAS

VIGAS PARA TODO USO Y NECESIDAD
HEB, IPN, IPE, UPN

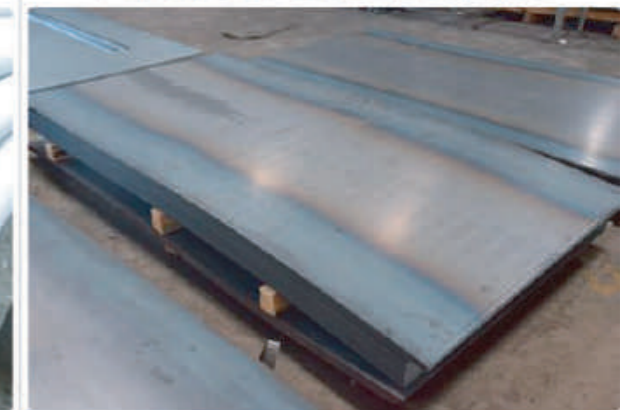
TUBOS DE ACERO



TUBERIA DE ACERO

SIN COSTURA: CED40 / CED80
INOXIDABLE: CED40 / CED10 / REDONDA / CUADRADA / RECTANGULAR

PLANCHAS DE ACERO



PLANCHAS

AL CALIENTE, INOXIDABLES, ALUMINIO, GALVANIZADAS, FRIAS, NAVAL, EXPANDIDAS

¿DONDE SE PUEDE COTIZAR ?

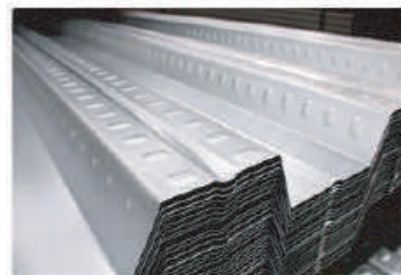
A D E L C A
D I S M E T A L
N O V A C E R O

Se usa Acero tipo ASTM A36.

El esfuerzo de fluencia para este aceros es de 2531 kg/cm .



PANELES DE ACERO



PANELES

GALVALUME - PARA TECHO
PLACA COLABORANTE (DECK) - PARA LOSA

PERFILES DE ACERO



PERFILES

G - CORREA
U - CANAL

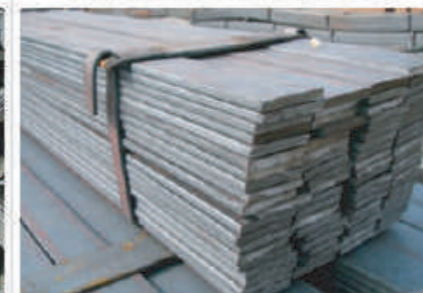
ÁNGULOS DE ACERO



ÁNGULOS

AL CALIENTE
ACERO INOXIDABLE

PLATINAS DE ACERO



PLATINAS

AL CALIENTE
ACERO INOXIDABLE



Antes de empezar la construcción de una vivienda, se debe tener varias consideraciones tales como:

1. Cuando se tiene un terreno propio, primeramente hay que pensar en que tipo de vivienda se necesita, para luego planificar pensando en los usos que se dará a la misma.
2. Con la planificación lista, procedemos a realizar el diseño de la vivienda que queremos con el uso de "Normativas de Arquitectura", las cuales deben estar de la mano de un profesional.(Arquitecto o Ing. Civil)

Se necesita un profesional que nos asesore para enviar a diferentes entidades ECP (Entidad Colaboradora de Proyectos), perteneciente al CAE-P (Colegio de Arquitectos), y por último al IMQ(Municipio), para su aprobación .

3. Dentro del diseño hay que tomar en cuenta el uso del IRM (Infome de Regulación Metropolitana), en las que se indica: Retiros, uso del COS, COS Total, número de pisos, etc.

4. Es importante dentro de la ubicación de la vivienda hacer consideraciones tales como:

La entrada del sol, dirección de el viento, tratar de hacer coincidir la salida de redes sanitarias y de la cocina, creando así una área húmeda y no hacer pasillos muy largos, ya que se desperdicia espacio y su utilidad.

DOSIFICACIONES BÁSICAS

CONCRETO

Cemento, arido grueso (ripió), arido fino (arena azul) y agua.

Datos de partida:

La determinación de una dosificación para hormigones debe hacerse partiendo de datos iniciales establecidos en base al proyecto y condiciones de ejecución (reales o previstas) de la obra, los cuales parten desde dosificación por un saco de cemento y luego por la relación de agua cemento(a/c).

Gráfico como realizar Dosificaciones para 1 saco de cemento=50 kg.:

DOSIFICACIONES PARA CONCRETO

Usos y aplicaciones	Agua (vol.)	Arena (vol.)	Ripio (vol.)
Para: Replanteo Resistencia: 100 kg/cm ²	3	7 1/2	8
Para: Pisos Resistencia: 150 kg/cm ²	2 1/2	5 1/2	6 1/2
Para: Losas, Zapatas, Muros. Resistencia: 250 kg/cm ²	2	4	6
Para: Columnas, Losas especiales. Resistencia: 250 kg/cm ²	1 3/4	3 1/2	5
Para: Concreto de alta resistencia. Resistencia: 300 kg/cm ²	1 1/4	2 1/2	4 1/2



UN SACO DE CEMENTO = (1 Volumen)



PARTES DEL REPLANTEO Y DESBANQUE DE PLATAFORMAS

1 DESBROCE

LIMPIEZA DE LA CAPA VEGETAL

2 REPLANTEO

REPLANTEO DE LA PLATAFORMA DE DESBANQUE (TOPÓGRAFO)

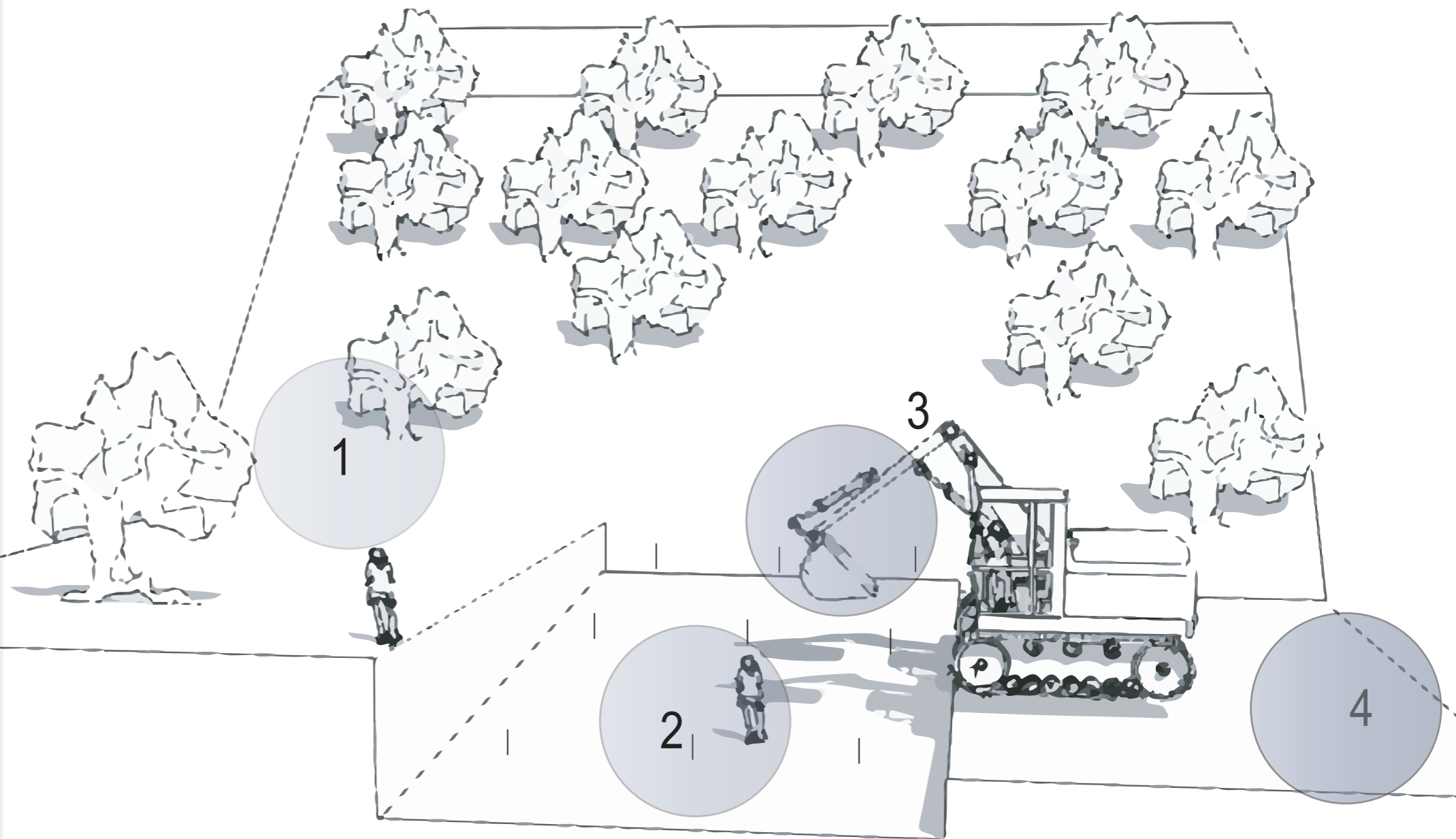
UBICACIÓN DE TODOS LOS PUNTOS (EJES)

3 DESBANQUE

SE DENOMINA AL MOVIMIENTO DE TIERRAS, PREVIO A LA EJECUCIÓN DE UNA OBRA.

4 DESALOJO

DEL MATERIAL DE DESBANQUE





DEFINICIÓN

EN BASE A LOS NODOS ESPECIFICADOS O GEO REFERENCIADOS SE DEFINE LOS EJES DEL PROYECTO.

PROCESO

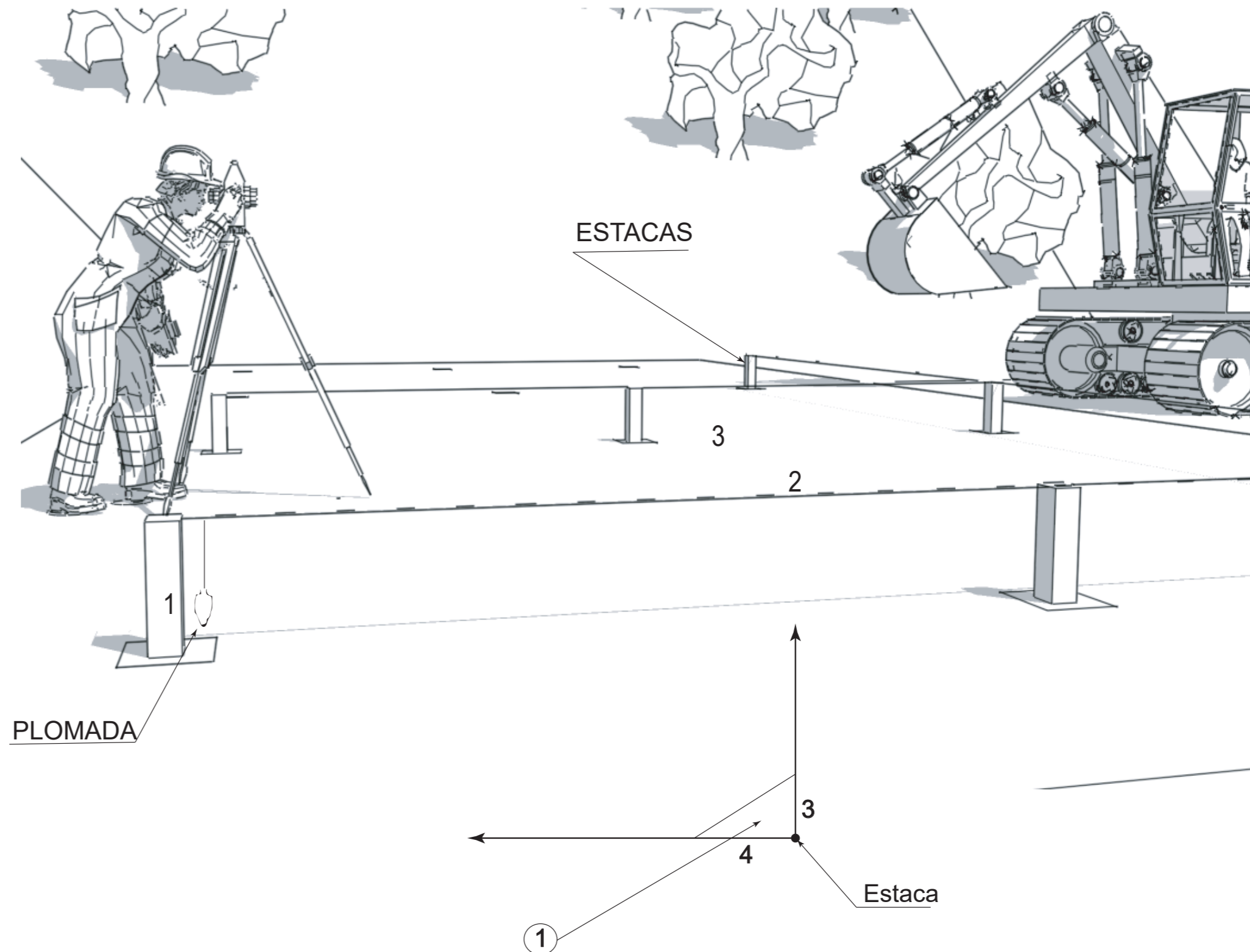
1. Apartir de los datos topográficos se procede a trazar los puntos de referencia en las esquinas del terreno.

Usando estacas ,unimos sus aristas a 90 grados .

2. una vez que estén a nivel las estacas por medio de una manguera con agua y una plomada se conectan por medio de una piola

3. Por ultimo se traza el lindero con cal .

PARTES DEL REPLANTEO





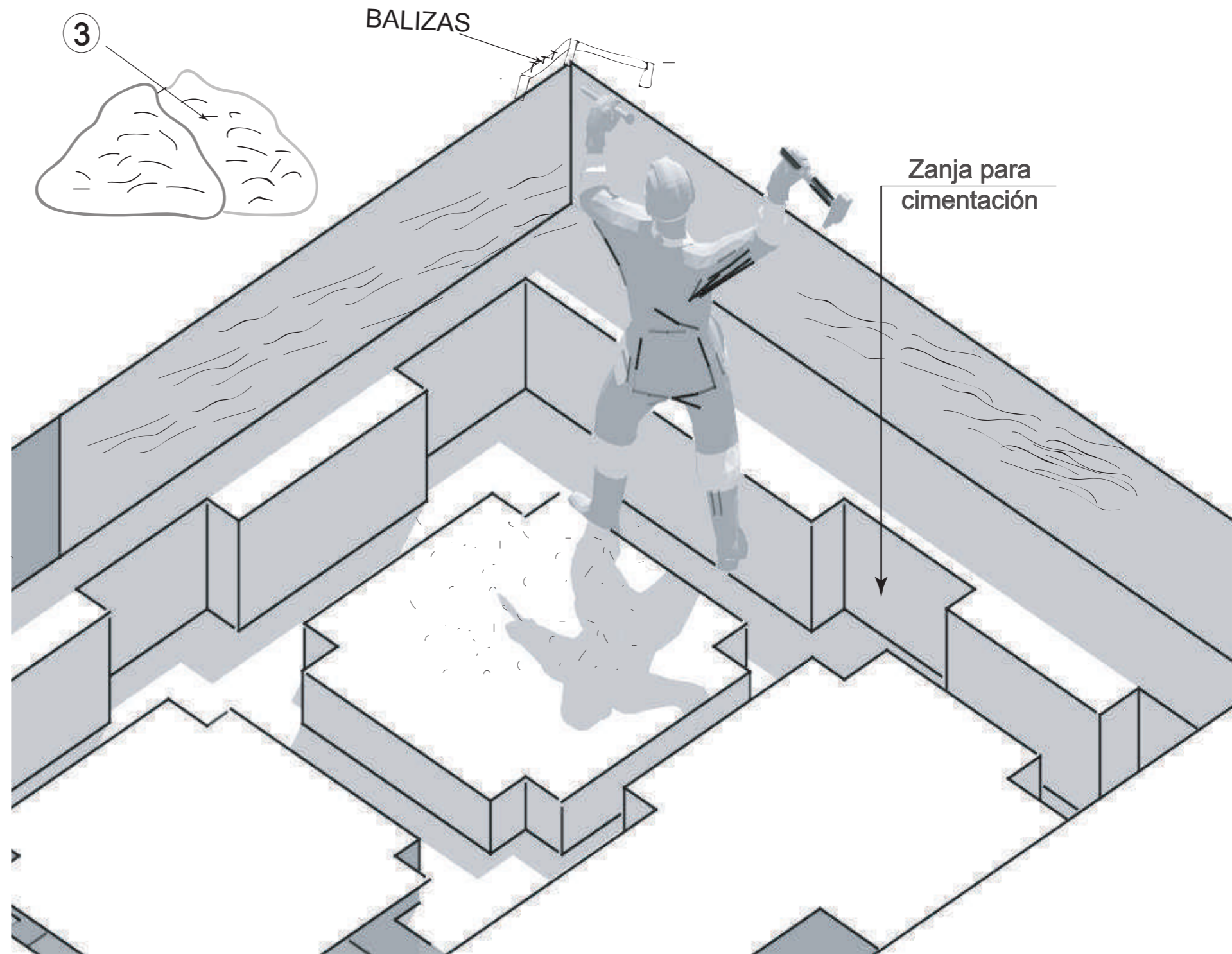
PARTES DE LA EXCAVACIÓN

DEFINICIÓN

SE DENOMINA AL PROCESO DE EXCAVAR Y RETIRAL VOLUMENES DE TIERRA PARA DAR LUGAR A LAS CIMENTACIONES, SEGÚN LOS PLANOS DE CADA PROYECTO.

PROCESO

1. Después de realizar correctamente el replanteo se realiza la excavación con el uso de un pico y luego se usa una barreta para definir las paredes laterales de la zanja.
2. Extracción del material median-tepalas.
3. El material extraído será llevado en carretillas para ser utilizado posteriormente en rellenos.





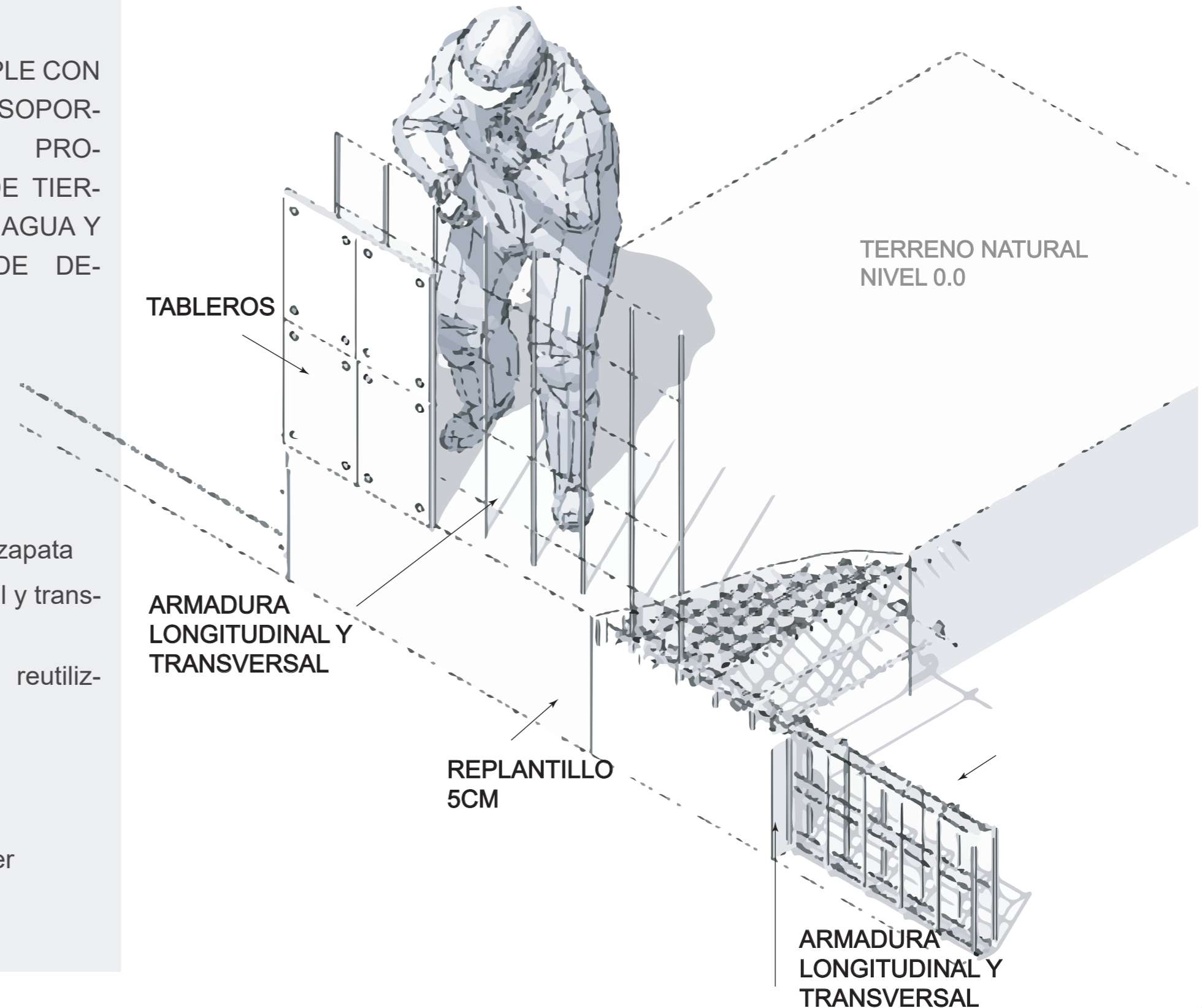
DEFINICIÓN

EL MURO DE CONTENCIÓN CUMPLE CON LA FUNCIÓN DE CERRAMIENTO, SOPORTA ESFUERZOS HORIZONTALES PRODUCIDOS POR LOS EMPUJES DE TIERRA. SE UTILIZA PARA CONTENER AGUA Y OTROS ELEMENTOS EN CASO DE DEPÓSITOS.

PROCESO

1. Excavación para la zapata
 2. Fundir el replantillo $e = 5\text{cm}$
 3. Colocar la parilla en el hueco de la zapata
 4. Armado de la armadura longitudinal y transversal.
 5. Encofrarla con tablas de madera reutilizables.
 6. Vaciado y vibrado de Concreto.
- Luego de la fundición del muro, se desencofra a los 7 días.
- El Curado del muro se debe hacer durante los 28 días siguientes.

PARTES DE UN MURO DE CONTENCIÓN



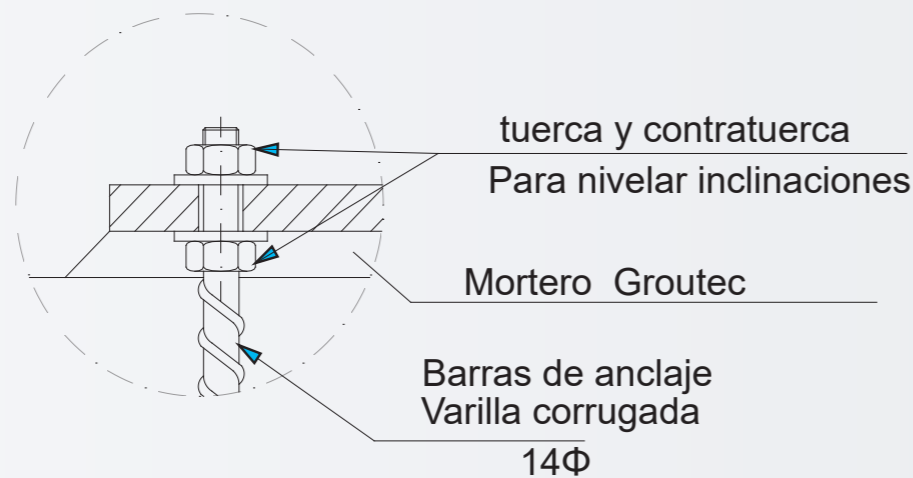


DEFINICIÓN

LA CIMENTACIÓN ES UN ELEMENTO ESTRUCTURAL QUE SIRVE SOPORTAR LAS CARGAS QUE TRANSMITE LAS COLUMNAS Y VIGAS PARA TRANSMITIRLAS AL SUELO.

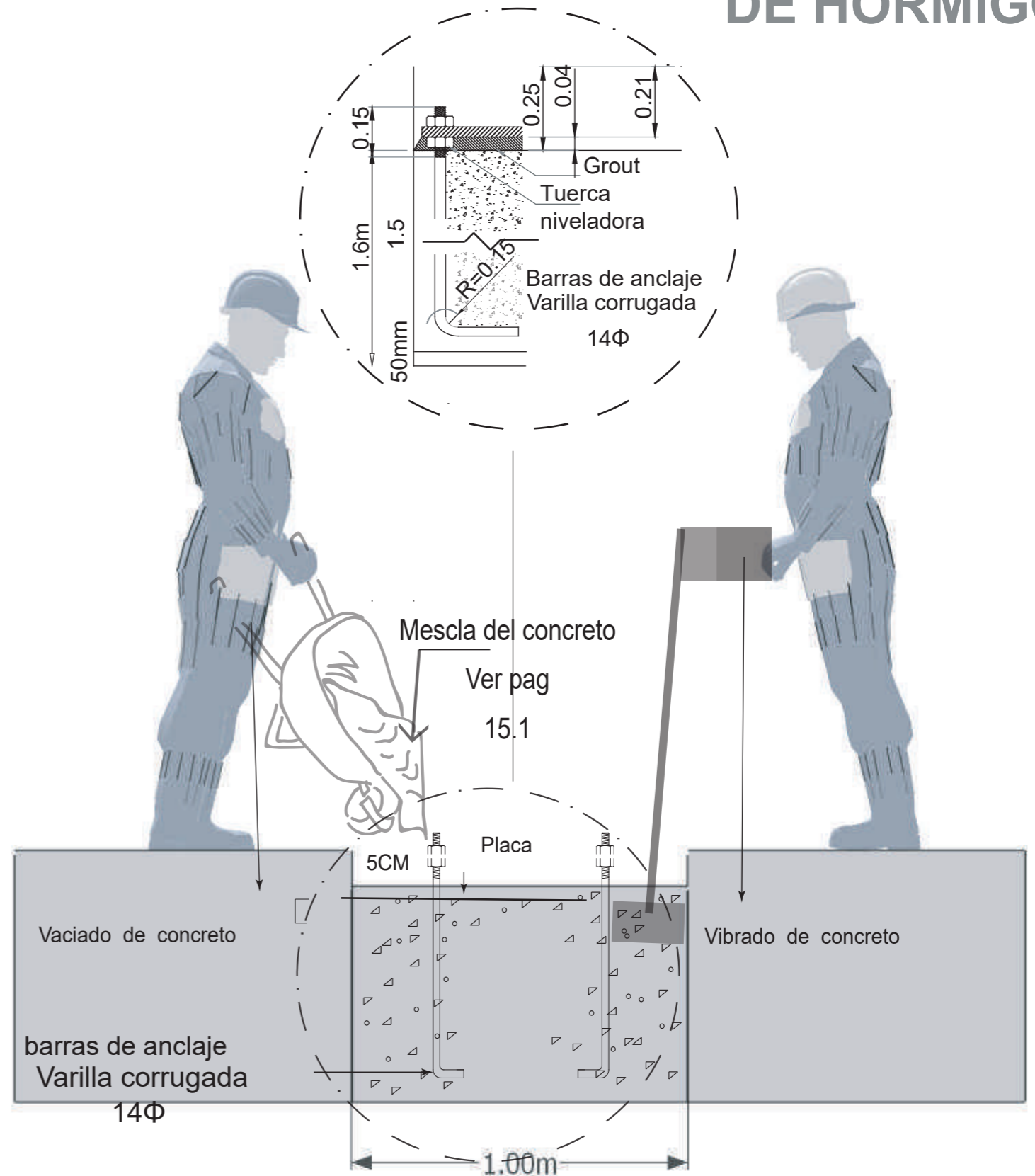
PROCESO

1. Construir una armadura longitudinal de acero, según medidas de plano.
2. Construir de armadura transversal de acero (estribos) según detalle de planos .
3. Armado y ensamblaje de las barras de anclaje y placa base



4. Vaciado de concreto Y Vibrado de concreto . .

PROCESO DE LA CIMENTACIÓN AISLADA DE HORMIGÓN DE HORMIGÓN





TIPOS DE COLUMNAS

COLUMNA TIPO HEB



Tamaño 6 / 12 m

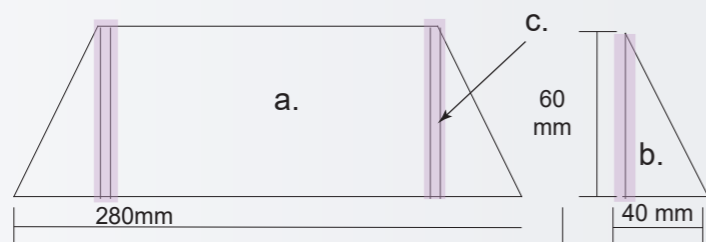
Columna Estructural cuadrado



PROCESO

1. Anclar la columna metálica en la placa base y soldar.

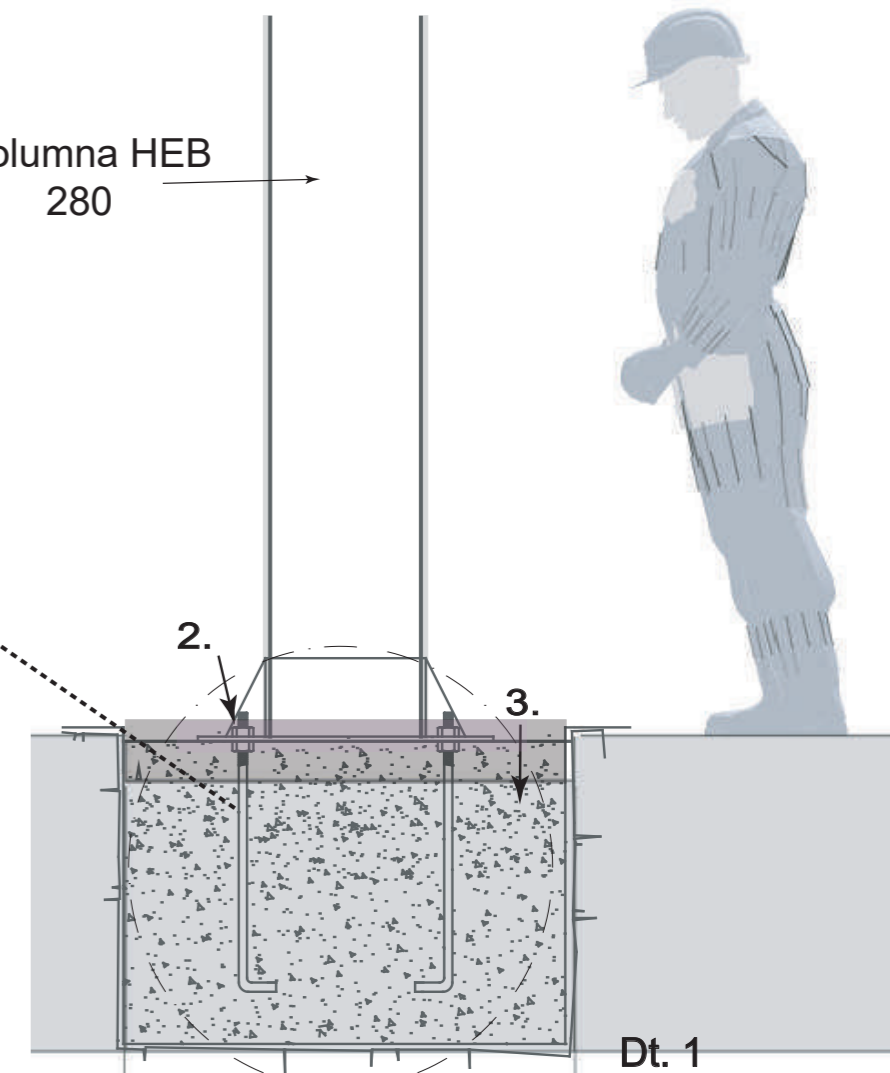
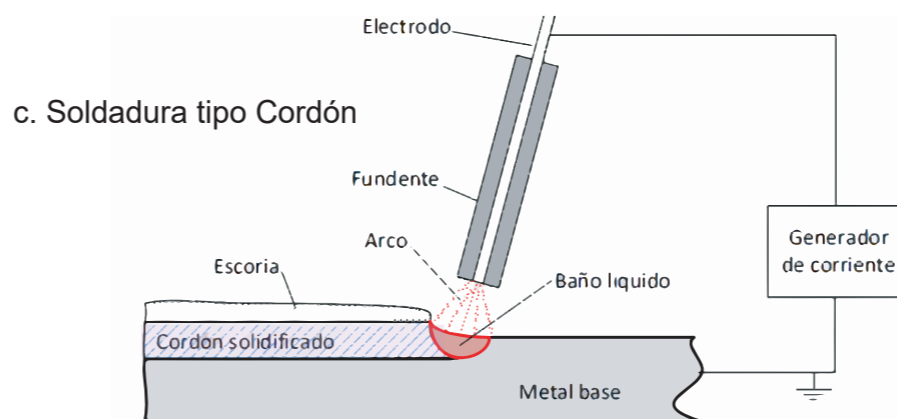
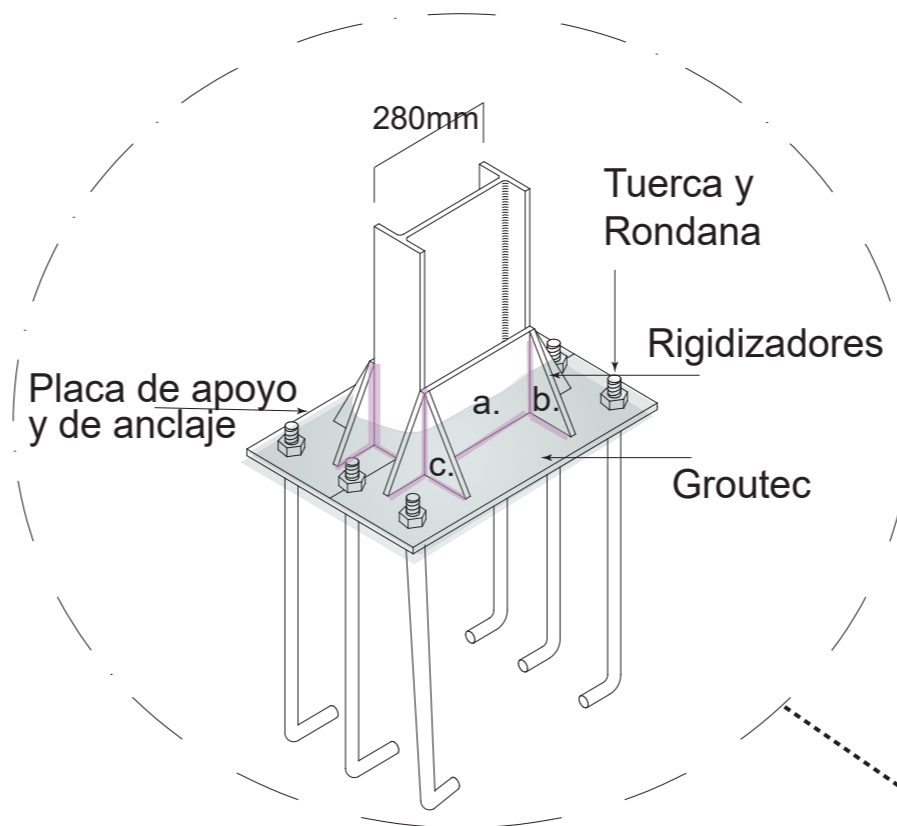
2. Soldar los Rigidizadores a 90 grados.



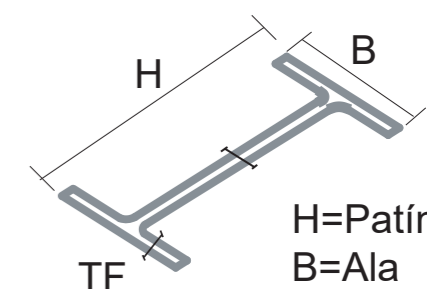
a. Placa Rigidizadora Principal
b. Base secundaria
c. Soldadura tipo Cordón

3. Rellenar con un mortero de nivelación y anclaje (Groutec).

ANCLAJE CIMENTACIÓN A COLUMNA DE ACERO



DENOMINACIÓN	COLUMNA HEB			ESPEORES	
	PESO	ALTURA (H)	ALA(B)	TW	TF
HEB 200	80	200	200	10	17
HEB 300	117	300	300	11	19
HEB 280	105	280	280	10.5	18.5



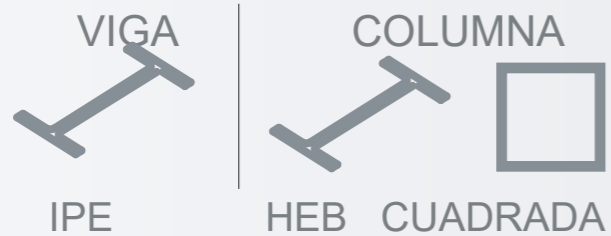
Especificaciones:

Calidad de acero: ASTM A-36 / ASTM A 572 Gr. 50 Norma de Fabricación: HEB: INEN 2215 / EN 10034 - HEA: INEN 2232 / EN 10034



ELEMENTOS ESTRUCTURALES

PRINCIPALES



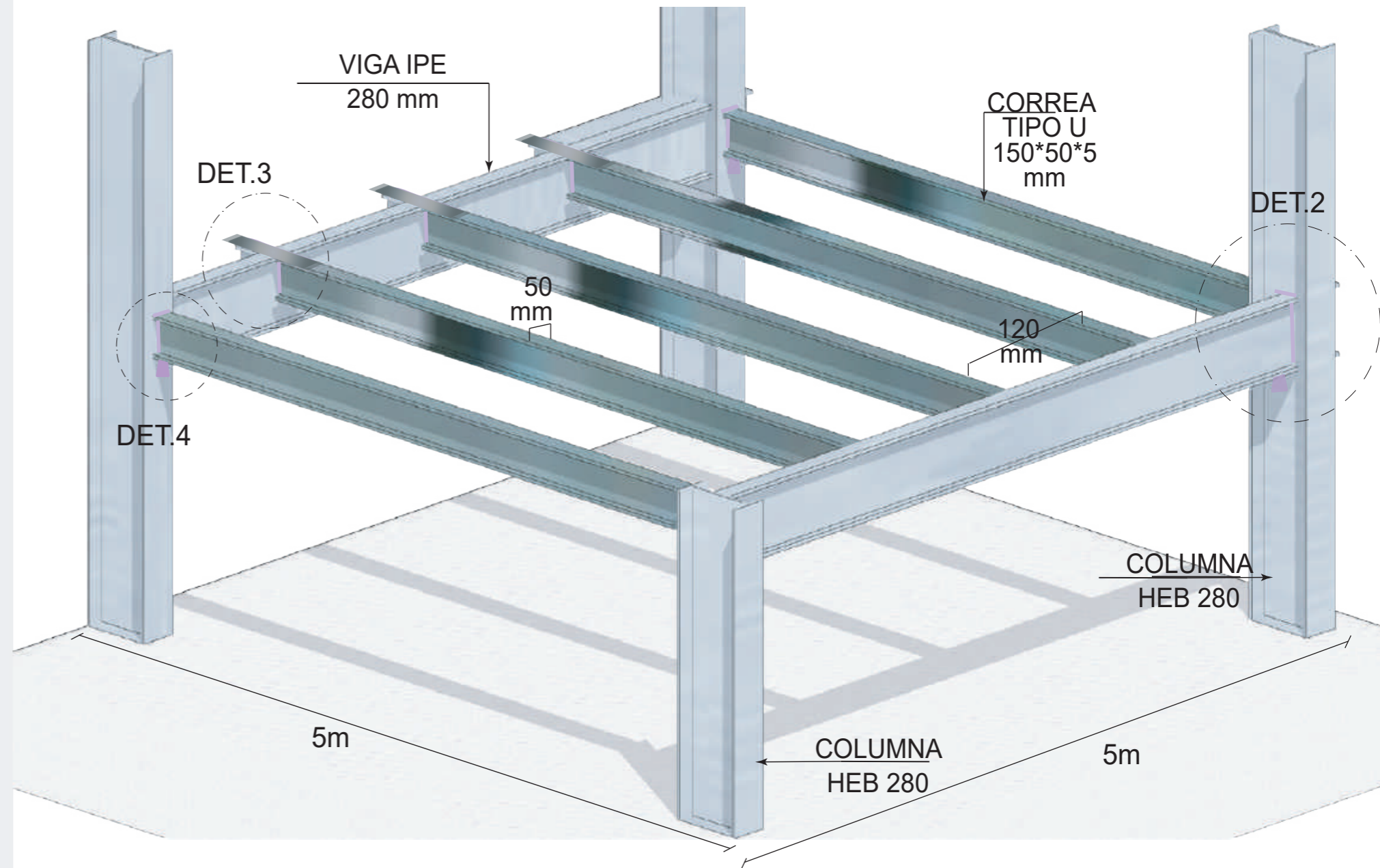
SECUNDARIOS



PROCESO

1. Colocar las vigas perpendicularmente hacia cada columna , según los planos.
2. Anclarla con soportes para que no varié su posición.
3. Soldar la viga y su montaje angular (S)
4. Colocar las correas según los planos .
5. Soldar las correas y sellar con una placa metálica.

UNIÓN SOLDADA DE ELEMENTOS ESTRUCTURA-



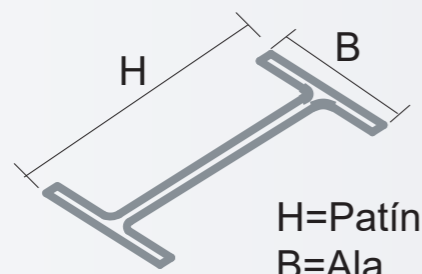
TIPOS DE SOLDADURA

La norma NBE EA-95 especifica que las soldaduras a tope realizadas correctamente no requieren cálculo alguno en edificaciones de hasta 3 pisos.



TIPOS DE VIGAS

Perfiles laminados IPE

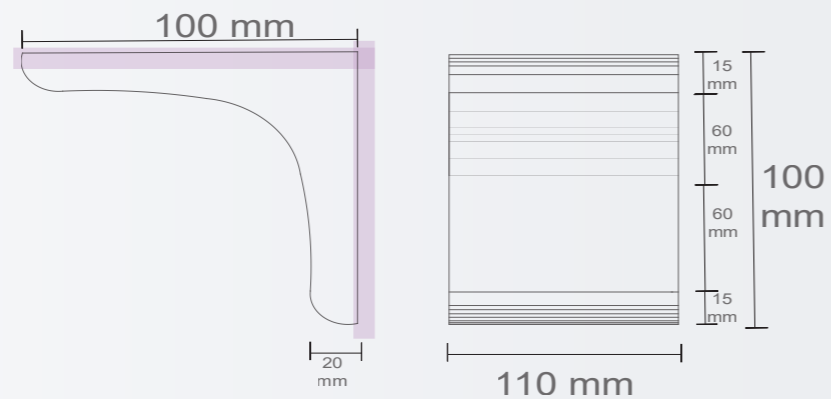


H=Patín
B=Ala

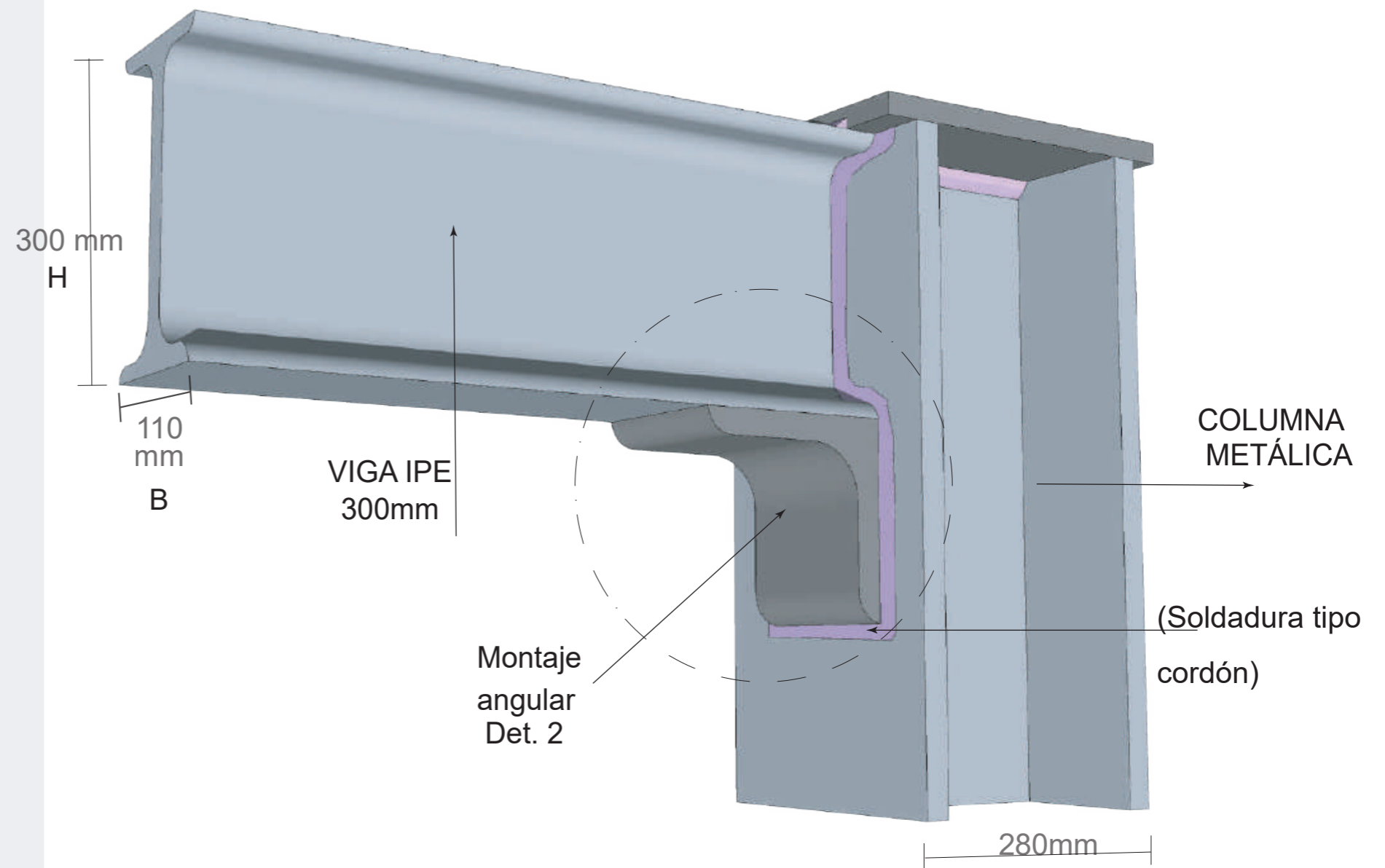
Tamaño 6 / 12 m

PROCESO

1. Colocar la viga en su posición final, según los planos.
2. Anclarla con soportes para que no varíe su posición.
3. Soldar el montaje angular (S)



ANCLAJE COLUMNA A VIGA

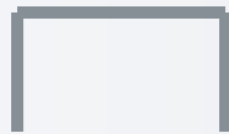


VIGA IPE				
DENOMINACIÓN	H	B	T	E
IPE220	220	110	5.9	9.2
IPE240	240	120	6.2	9.8
IPE300	300	150	7.1	10.7

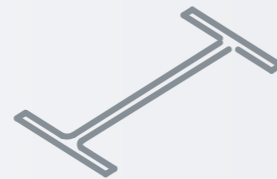


TIPOS DE PERFILES

CORREA U



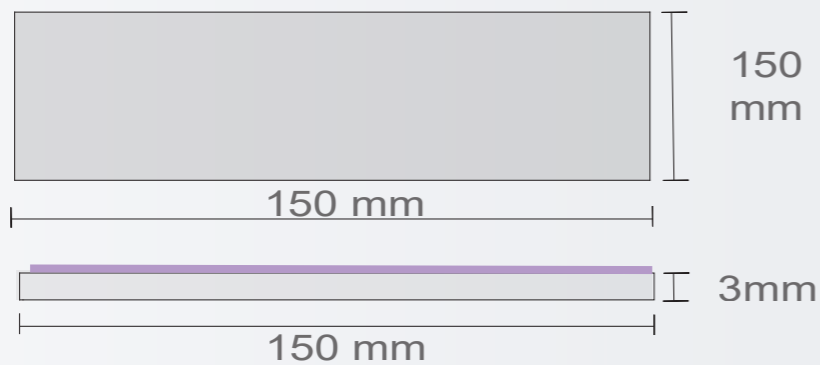
VIGUETA



PROCESO

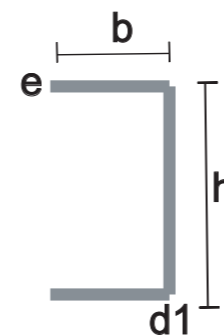
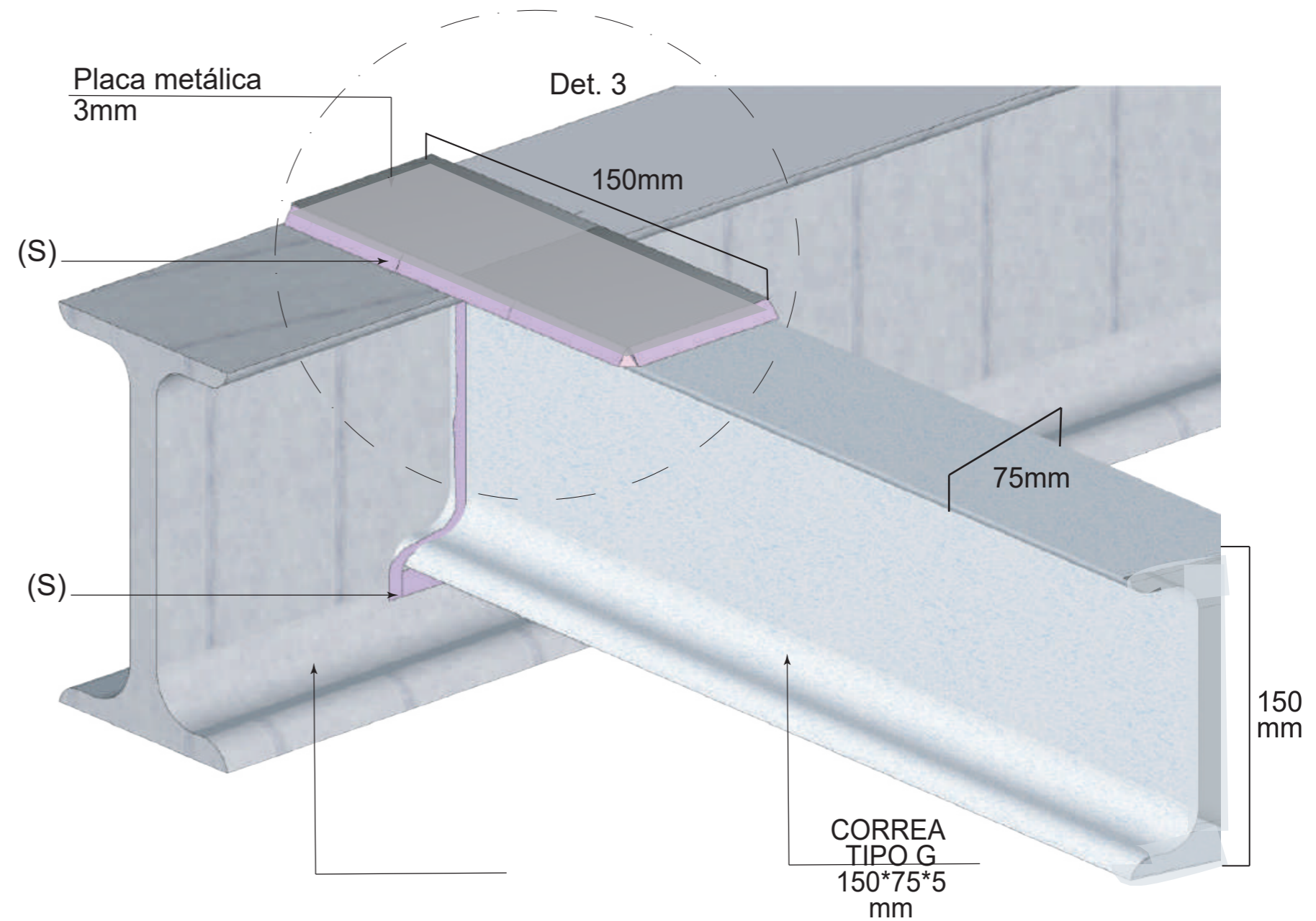
1. Colocar las correas tipo U perpendicularmente hacía las vigas Según los planos estructurales.
2. Anclarla con soportes para que no varié su posición.
3. Soldar la correa y la placa metálica hacía la viga .

Placa metálica



Detalle 3

ANCLAJE VIGA A CORREA



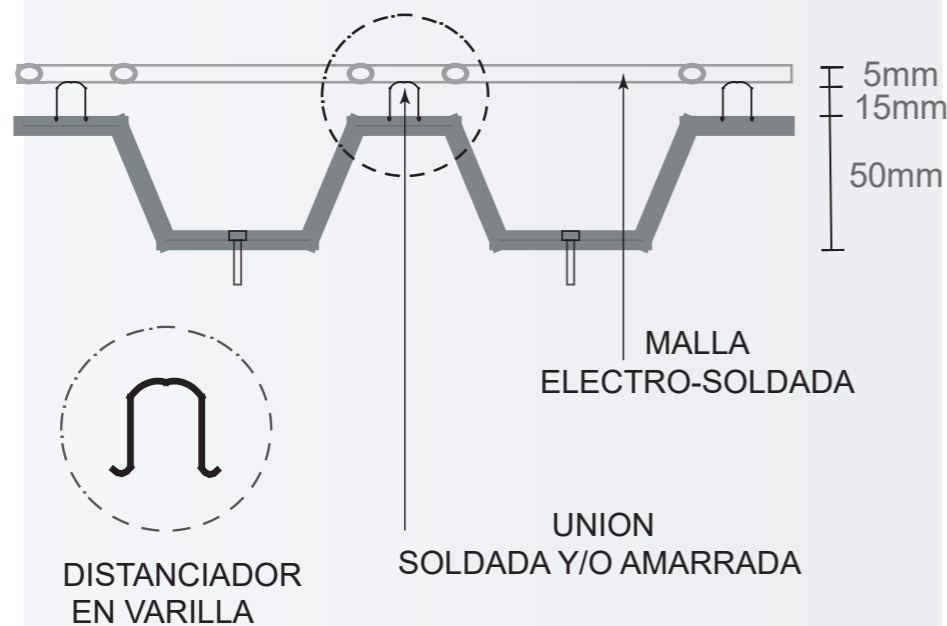
Correa Tipo G				
DENOMINACIÓN	h	b	e	d1
G 100*50*2	100	50	2	1.34
G 150*75*5	150	75	5	1.48
G 200*75*8	200	80	8	2.06



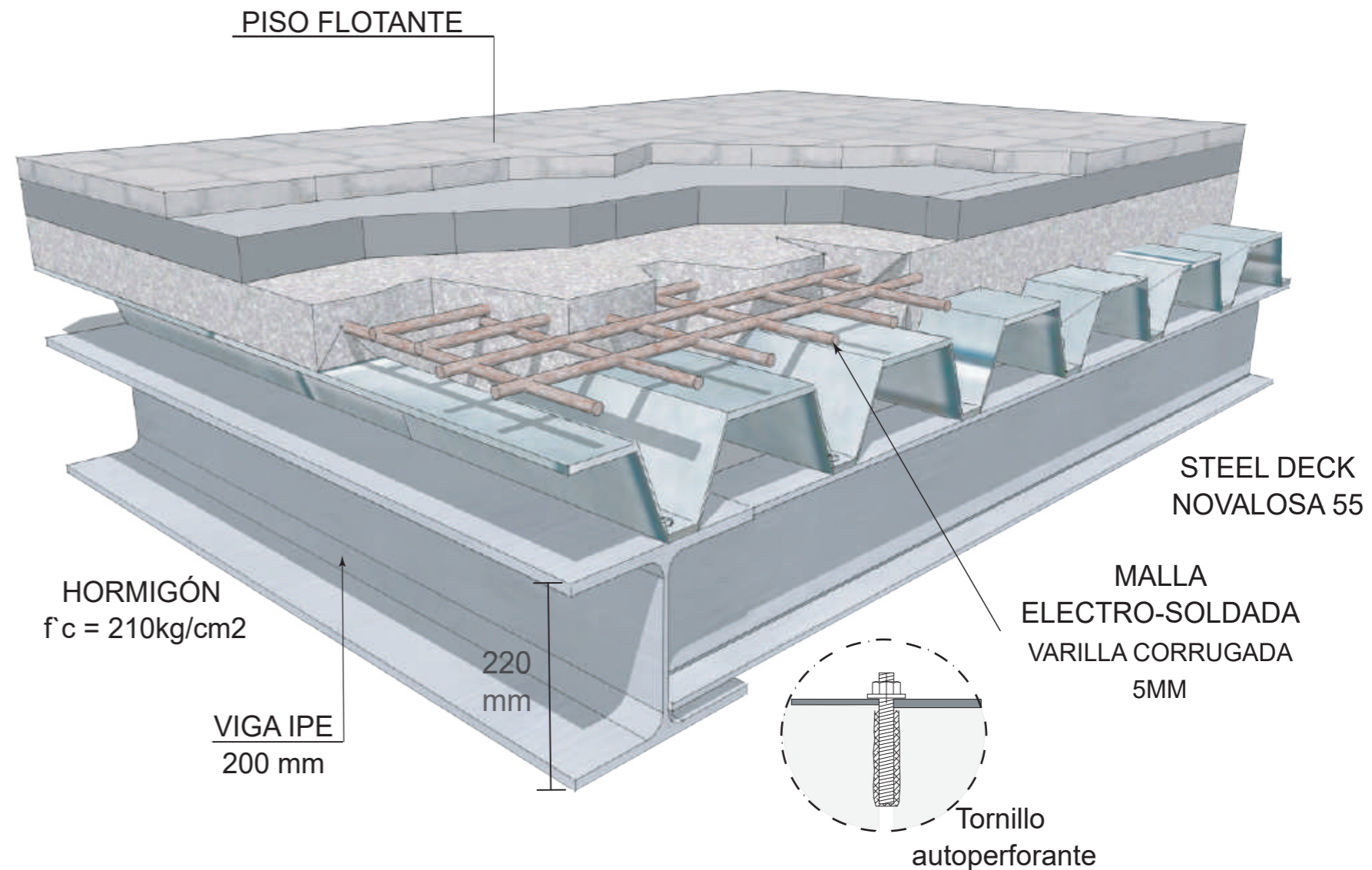
PROCESO

1. Sobre los elementos estructurales Viga -correa se procede a empernar el steel Deck.
2. Instalar los conectores de cortante y ubique las instalaciones eléctricas e hidráulicas que estarán embebidas dentro de la losa.
3. Se ancla la malla electrosoldada al deck a 1,5cm de la lámina Deck con distanciadores.
4. Vertido y vibrado del Hormigón
 $f'c = 210\text{kg/cm}^2$

Detalle Losa



LOSA TIPO STEEL DECK



MALLA ELECTRO-SOLDADA

Espesor de Losa (cm)	cm ² /m	Tipo	Diámetro (mm)	Luces
10	0.89	6,00m x 2,35m	4.5	1 a 3 m
11	1.07	6,00m x 2,35m	5	3 a 6 m
12	1.25	6,00m x 2,35m	5	4 a 6 m
13	1.43	6,00m x 2,35m	5.5	4 a 6 m

STEEL DECK 55

ALTURA	Espesor de losa	ESPEJOR novalosa	PESO	LARGO
mm	cm	mm	kg/m ²	m
55	5	0.65	6.38	2 a 12 m
	6	0.76	7.47	
	10	1	9.82	

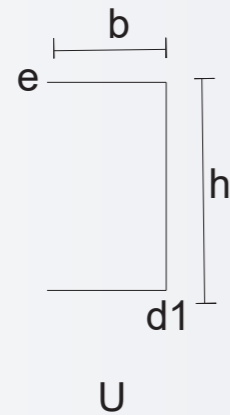
ACERO POR EFECTOS DE RETRACCIÓN Y FRAGUADO SEGÚN NSR - 10 / TÍTULO C - C 7.12

Recubrimiento: Galvanizado Zinc Grado 90
 Calidad de Acero: ASTM A 653 Grado SS 40



DETALLE ESCALERA

TIPO DE PERFIL



PROCESO

1. Detalle 1

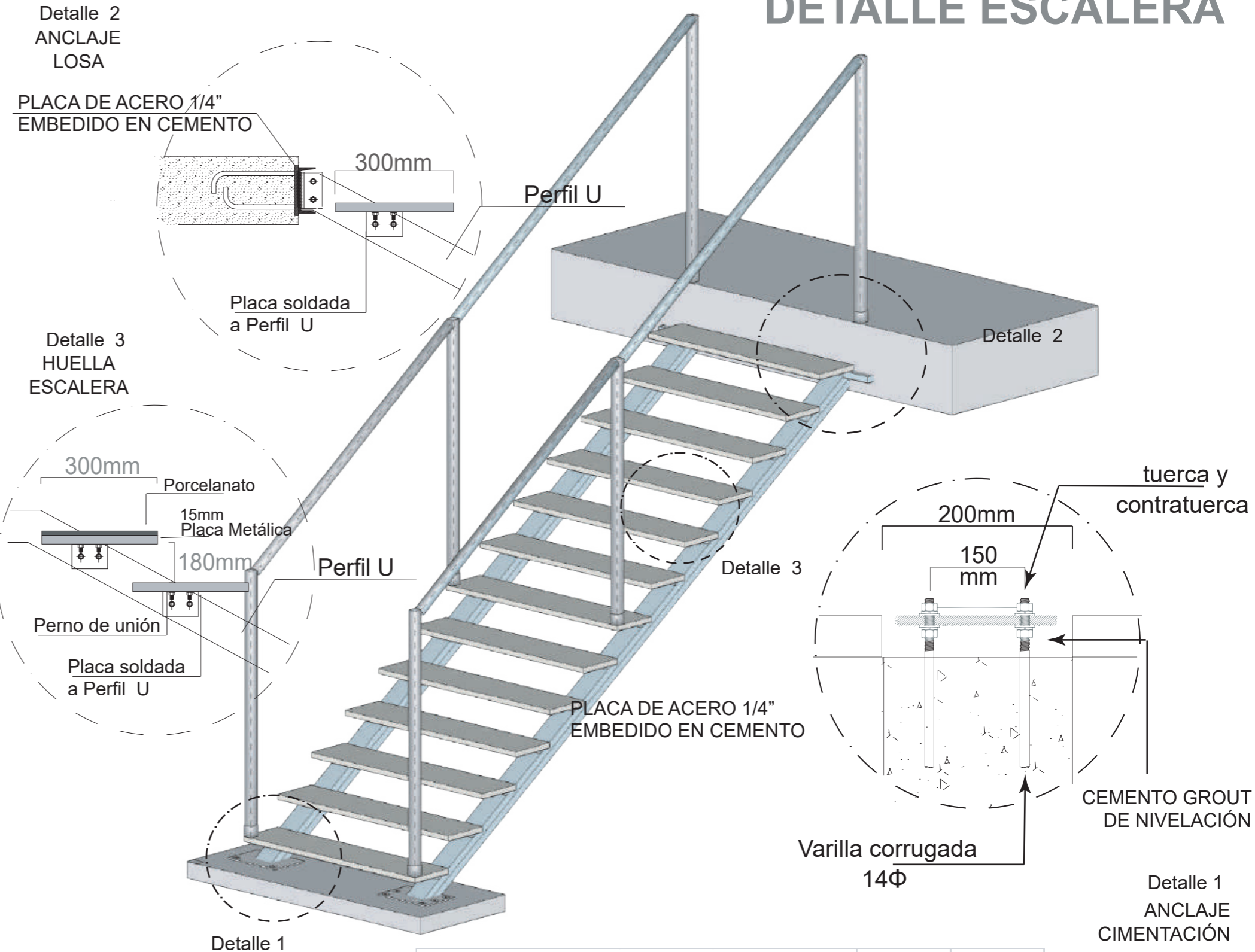
Anclaje de perfiles U hacía la cimentación por medio de Tuer- cas.

2. Detalle 2

Anclaje de perfiles U hacía la viga por medio de Placas metálicas y Tuer- cas.

3. Detalle 3

Armado de peldaños apartir de los planos arquitectónicos.



Perfil Tipo U				
DENOMINACIÓN	h	b	e	d1
c 100-50-2	100	50	2	1.34
c 100-50-5	100	50	5	1.48
c 100-60-8	100	60	8	2.06



A LIMPIEZA

La limpieza se realiza antes de la pintura para eliminar impurezas como polvo, óxido, grasa u otros elementos que contaminen y debiliten la Estructura.

Preparación de las superficies

1. Limpieza con Solventes.

Emulsiones jabonosas ; Detergentes Solventes orgánicos ; Vapor de Agua

Elimina : óxido, cascarilla de laminación ; pinturas

2. Limpieza con herramientas manuales

Cepillos manuales ; Lijas

Elimina : Residuos de Soldadura ; Oxidación

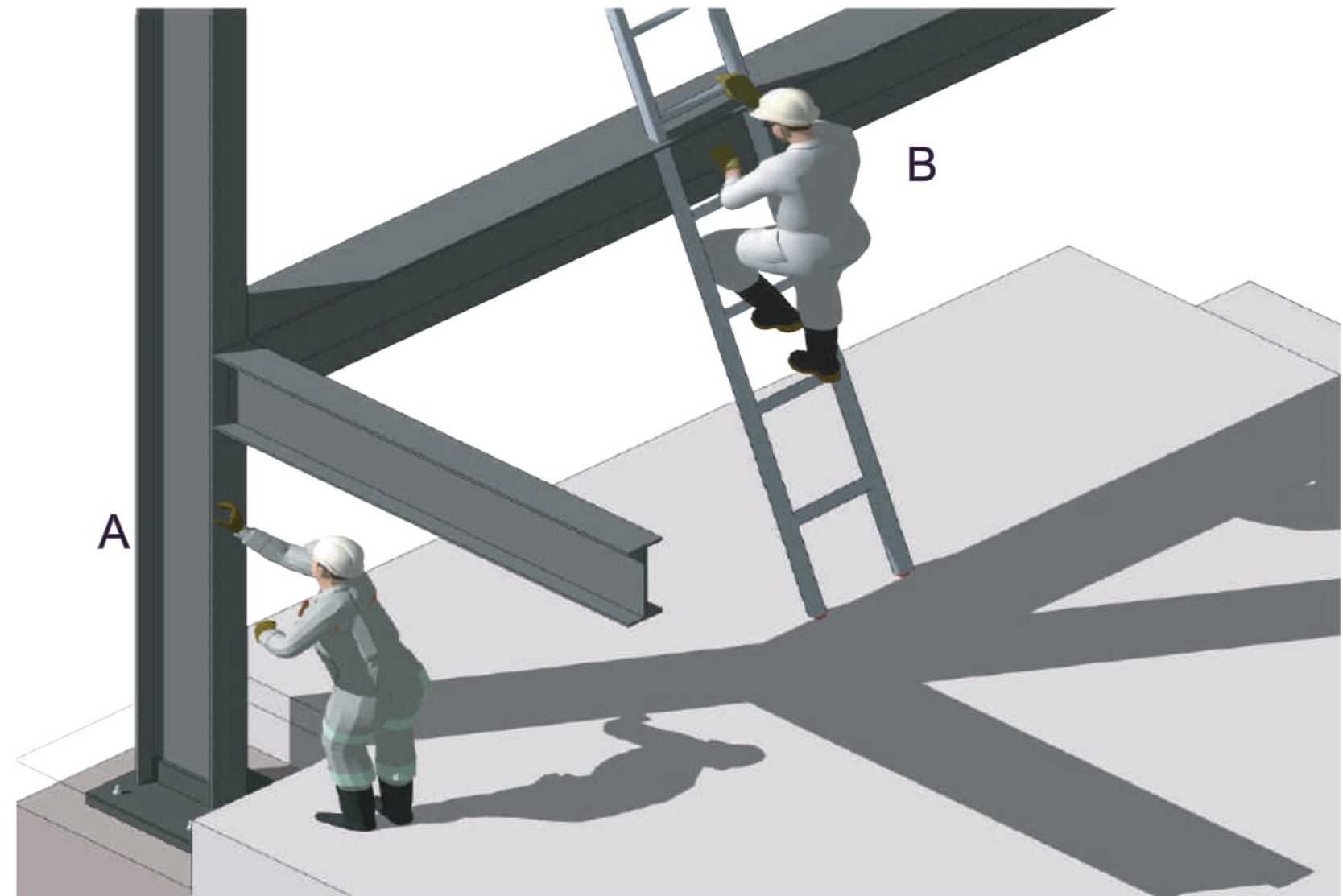
3. Limpieza con herramientas manuales mecánicas

Herramientas eléctricas ; Neumáticas.

Elimina : Residuos de Soldadura ; Oxidación; pintura envejecida entre otras incrustaciones.

Se recomienda realizar el mantenimiento de las estructuras cada 10 años.

LIMPIEZA Y PINTURA DE ESTRUCTURAS



B Pintura

La pintura impide el proceso de la corrosión y oxidación de las estructuras metálicas.

1. Aplicación con Brocha

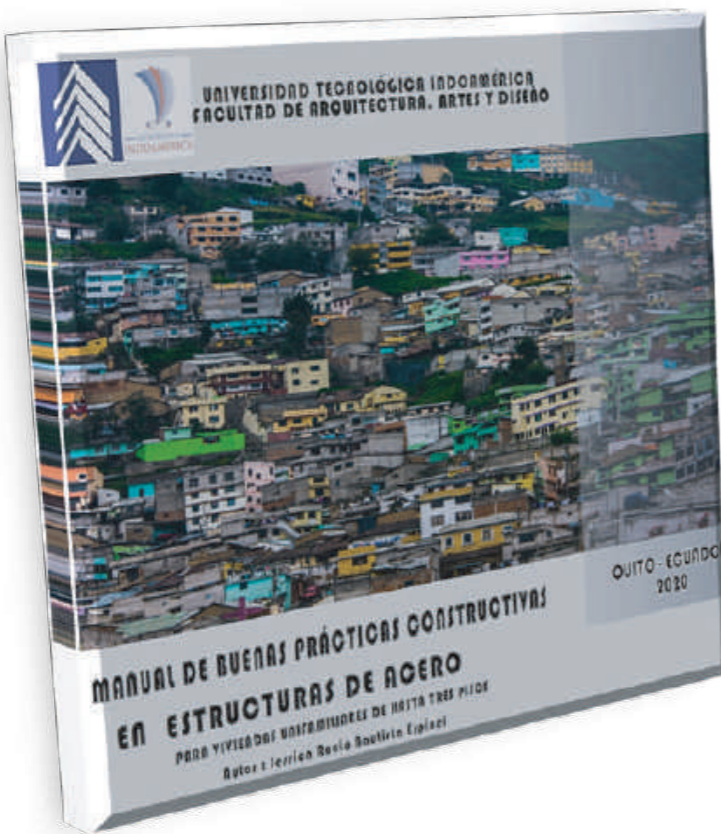
Brochas : Artificiales ; Naturales.

2. Aplicación Rociador

Pistola : Atomizador con aire o sin aire.

Se recomienda usar :
Pintura Intumescente





04

CONCLUSIONES
RECOMENDACIONES

RECOMENDACIONES

1. Antes de edificar la vivienda por autoconstrucción, el terreno debe estar catastrado en el municipio e inscrito en el “Registro de la Propiedad”, para evitar problemas posteriores de legalidad.
2. Antes de edificar la vivienda por autoconstrucción, la obra debe tener los planos tanto arquitectónicos como estructurales aprobados y con sus respectivos permisos de construcción emitidos por el municipio.
3. Antes de construir la vivienda tomar en cuenta, el capítulo II y III que habla sobre los preliminares.
4. Se debe tomar en cuenta las recomendaciones de uso que se plantean en la pag 27 de este manual , ya que es la clave de que la estructura de acero tenga una vida útil más larga.

CONCLUSIONES

1. Este manual de buenas practicas constructivas para viviendas unifamiliares hasta de 3 pisos en estructuras de acero ,sirve como guia para maestros de obra o personas interezadas en la construcción ya que el objetivo es que estos usuarios tengan una guía confiable que les permita aprender gradualmente, los conceptos, normativas y procesos constructivos de una manera interactiva y fácil para poder así autoconstruir su vivienda.
2. Este manual se complementa con el programa de prediseño estructural para viviendas unifamiliares de hasta 3 pisos en estructuras de acero.

La metodología descrita en este manual esta basado estrictamente en el codigo ecuatoriano de la construcción en Acero (NEC;2015) En ella, se hace referencia a la especificación AISC 360-10, que permiten dimensionar la estructura desde el punto de vista sismorresistente.



**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA INDOAMÉRICA
FACULTAD DE ARQUITECTURA, ARTES Y DISEÑO**



PROGRAMA DE PREDIMENSIONAMIENTO ESTRUCTURAL PARA ESTRUCTURAS DE ACERO

VIVIENDAS UNIFAMILIARES DE HASTA TRES PISOS

Autor : Jessica Rocío Bautista Espinel

**QUITO - ECUADOR
2020**

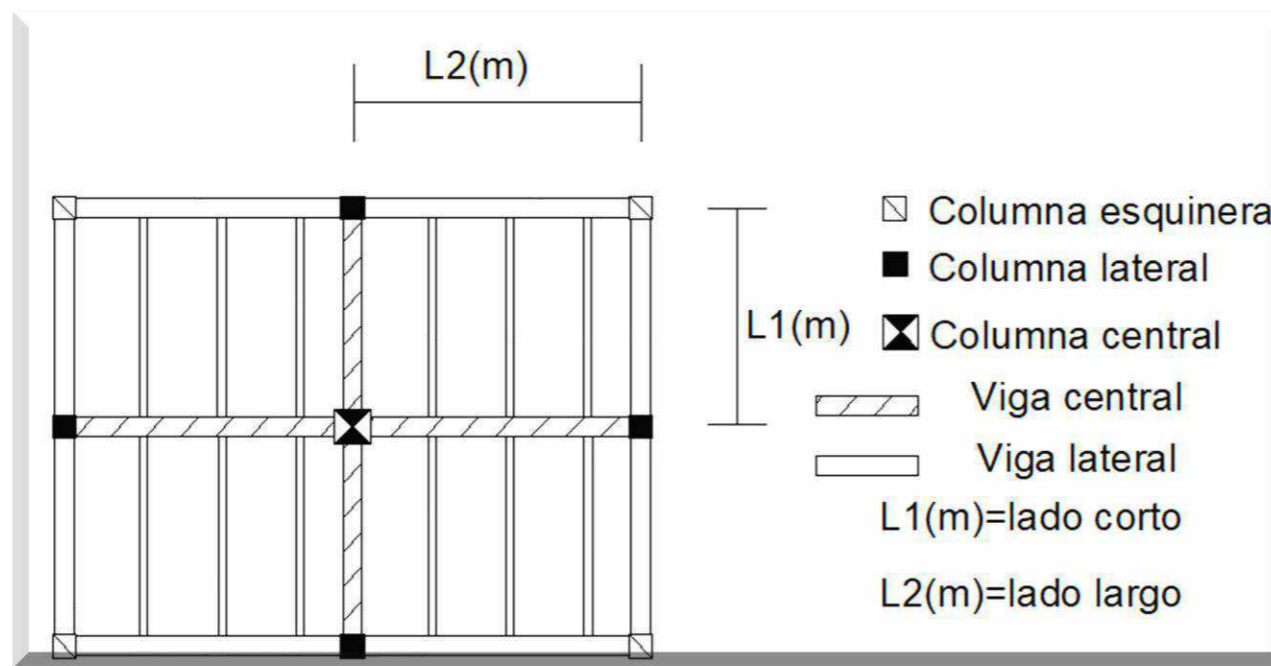
PROGRAMA PARA EL PREDISEÑO ESTRUCTURAL DE VIVIENDAS UNIFAMILIARES (E.A)

INSTRUCCIONES

Las celdas en color azul son los datos de entrada y deben ser ingresadas con la unidad correspondiente dentro del paréntesis.

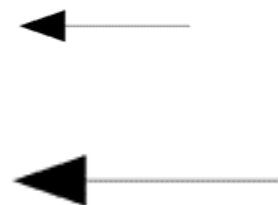
Las celdas en color gris son los resultados y no debe ser modificados.

Las celdas en color rosa son instrucciones extras, o recomendaciones.



VIGAS L1

Viguetas U	1
ViguetasG	2
Viguetas	1
L1(m)=	5
h(cm)=	15



Elegir 1 o 2.

Ingresar la longitud de la luz (L1) a cubrir en metros.

1

Tipo de estructura	2
Techo	<u>1</u>
Entrepiso	<u>2</u>
Industrial	<u>3</u>



Ingresar el tipo de estructura según los números 1, 2, o 3.

2

NOVALOSA	
e(cm)	Peso(kg/m ²)
5	180
6	204
10	300

Cargas Muertas	
Piso	112
Instalaciones	20
Cielo raso	10
Pared	90
Novalosa	9.82
Hormigón	204
Perfilería	22
E(kg/cm ²)=	2100000

Cargas Vivas	
Vivienda	200
D=	467.82
L=	200.00
w(kg/m ²)=	881.38
w(kg/m)=	2203.46
w(kg/m)=	22.03



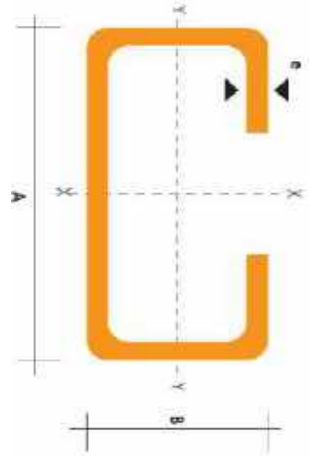
Según la norma NEC

VIGAS L2					
L2(m)=	5	Ingresar la longitud (L2) de la viga en metros.			
L2(cm)=	500	Altura probable de la viga			
h(cm)=	200				
IPE		IPN			
Ix(cm ⁴)=	8360	Ix(cm ⁴)=	9800		
Zx(cm ³)=	628	Zx(cm ³)=	762		
Δ(cm)=	1.02	Δ(cm)=	0.87		
Δmax(cm)=	2.083333333	perfil correcto	Δmax(cm)=	2.083333333	perfil correcto
IPE=	300	Ingresar un perfil que sea mas grande al de la altura h			
IPN=	300	Ingresar un perfil que sea mas grande al de la altura h			
CATÁLOGO					
	IPE	altura (cm):		IPN	altura (cm):
1	80	8		18	80
2	100	10		19	100
3	120	12		20	120
4	140	14		21	140
5	160	16		22	160
6	180	18		23	180
7	200	20		24	200
8	220	22		25	220
9	240	24		26	240
10	260	26		27	270
11	300	30		28	300
12	340	34		29	330
13	360	36		30	360
14	400	40		31	400
15	450	45		32	450
16	500	50		33	500
17	550	55		34	550

3

4

NO EDITAR
CORREAS O VIGUETAS

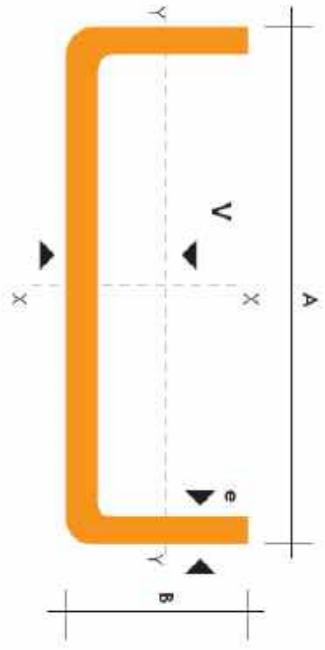


1.6 5 3.125
2 6 2.5
1.2 10 4.16666667

4 entrepiso
3 techo
5 industrial

15	A	B	C	Area(cm ²)	Peso(kg/m)	Ix(cm ⁴)	G150x75		
	60	30	10	1.95	1.53	11.02			
	60	30	10	2.54	1.99	13.98			
	60	30	10	3.61	2.83	18.9			
	80	40	15	2.8	2.2	27.43	6	G60x30	30 G300x100
	80	40	15	3.54	2.78	35.3	8	G80x40	25 G250x100
	80	40	15	5.11	4.01	49	10	G100x50	20 G200x75
	100	50	15	4.34	3.4	69.2	12.5	G125x50	17.5 G175x75
	100	50	15	6.31	4.95	97.8	15	G150x75	15 G150x75
	100	50	20	8.55	6.71	126.7	17.5	G175x75	12.5 G125x50
	100	50	25	10.86	8.52	152.51	20	G200x75	10 G100x50
	125	50	15	4.84	3.8	116	25	G250x100	8 G80x40
	125	50	15	7.06	5.54	165	30	G300x100	6 G60x30
	125	50	20	9.55	7.49	217			
	125	50	25	12.11	9.5	264.32			
	125	50	30	14.73	11.78	307.13			
	150	50	15	5.34	4.14	179			
	150	50	15	7.81	6.13	255			
	150	50	20	10.5	8.28	337			
	150	75	25	15.86	12.45	545.36			
	150	75	30	19.23	15.57	641.4			
	175	50	15	5.84	4.58	258			
	175	50	15	8.56	6.72	369			
	175	75	25	13.9	10.9	653			
	175	75	25	17.11	13.43	785.95			
	175	75	30	20.73	16.79	929.39			
	200	50	15	6.36	4.99	356			
	200	50	15	9.31	7.31	507			
	200	75	25	14.9	11.7	895			
	200	75	25	18.37	14.42	1080			
	200	75	30	22.23	18	1282.17			
	250	75	25	16.9	13.3	1520			
	250	100	25	23.36	18.33	2219.24			
	250	100	30	28.23	22.58	2647.38			
	300	100	30	21.3	16.8	2860			
	300	100	35	26.9	21.1	3560			
	300	100	35	31.8	25.79	4170			

NO EDITAR
CORREAS O VIGUETAS



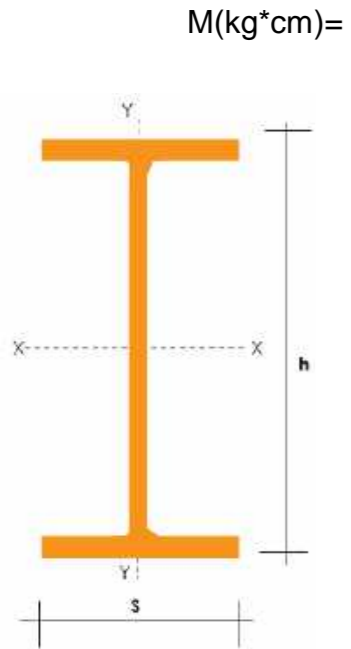
	18	A	B	Area(cm ²)	Peso(kg/m)	Ix(cm ⁴)
C40x25		40	25	1.67	1.31	4.2
		50	25	1.87	1.47	7.06
C50x25		50	25	2.7	2.12	9.7
		60	30	2.26	1.77	12.5
C60x30		60	30	3.3	2.59	17.5
		60	30	4.2	3.3	21.1
C80x40		80	40	3.07	2.41	30.8
		80	40	4.5	3.54	43.9
		80	40	5.87	4.61	55.4
		80	40	7.18	5.74	65.49
		80	40	8.42	6.74	74.18
C100x50		100	50	3.87	3.04	61.5
		100	50	5.7	4.48	88.5
		100	50	7.47	5.87	113
		100	50	9.18	7.2	135
		100	50	10.82	8.66	155.26
C100x60		100	60	8.13	6.38	128
		100	60	9.95	7.81	152
		100	60	12.02	9.62	181.8
		100	60	15.5	12.4	22.6
C125x50		125	50	4.37	3.43	103.6
		125	50	6.45	5.07	149
		125	50	8.47	6.65	192
		125	50	10.4	8.19	231
C125x60		125	50	12.32	9.86	266
		125	60	11.43	8.97	266.98
		125	60	13.52	10.82	309.25
C125x80		125	60	17.5	14	383.34
		125	80	15.92	12.74	394.28
		125	80	20.69	16.55	493.02
C150x50		125	80	25.21	20.16	576.62
		150	50	4.87	3.82	159
		150	50	7.2	5.66	230
		150	50	9.47	7.44	297
		150	50	11.7	9.17	359
C150x60		150	50	13.82	11.06	416.69
		150	60	12.68	9.95	441.85
C150x80		150	60	15.02	12.02	478.93
		150	60	19.5	15.6	598.74
		150	80	17.42	13.94	603.42
		150	80	22.69	18.15	760.23
	150	80	27.71	22.16	896.29	

C200x100		
4	C40x25	30 C300x150
5	C50x25	25 C250x120
6	C60x30	20 C200x100
8	C80x40	15 C150x80
10	C100x60	12.5 C125x80
12.5	C125x80	10 C100x60
15	C150x80	8 C80x40
20	C200x100	6 C60x30
25	C250x120	5 C50x25
30	C300x150	4 C40x25

NO EDITAR
CORREAS O VIGUETAS

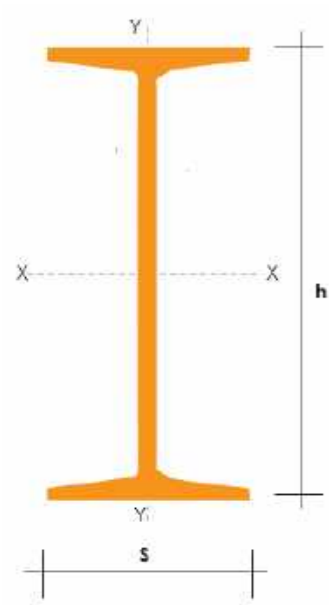
C150x80	150	80	32.47	26.3	1012.95
	200	50	5.87	4.61	316
	200	50	8.7	6.83	462
	200	50	11.5	9.01	600
	200	50	14.2	11.1	729
C200x50	200	50	16.81	13.45	850.82
	200	60	15.18	11.91	853.31
	200	60	18.01	14.42	963.76
C200x60	200	60	23.5	18.8	1218.58
	200	80	20.42	16.34	1189.65
	200	80	26.69	21.35	1513.67
C200x80	200	80	32.71	26.16	1303.27
	200	80	38.47	31.16	2060.24
	200	100	22.82	18.26	1415.55
	200	100	29.89	23.91	1808.75
C200x100	200	100	36.71	29.36	2164.6
	200	100	43.28	35.05	2484.7
	250	60	10.8	8.47	894.47
	250	60	14.27	11.2	1166.9
C250x60	250	60	17.68	13.87	1426.75
	250	60	21.02	17.02	1674.23
	250	60	27.48	22.25	2132.71
	250	80	23.42	18.74	203.09
	250	80	30.69	24.55	2600.8
C250x80	250	80	37.71	30.16	3119.15
	250	80	44.47	36.02	3588.54
	250	100	25.82	20.66	2388.38
	250	100	33.89	27.11	3069.49
C250x100	250	100	41.71	33.36	3695.48
	250	100	49.27	39.91	4268.34
	250	120	45.71	37.02	4271.77
C250x120	250	120	54.07	43.79	4947.99
	300	80	17.87	14.02	2186.18
	300	80	22.18	17.41	2685.33
	300	80	26.42	21.14	3165.24
	300	80	34.69	27.75	4071.64
	300	80	42.71	34.17	4906.43
	300	80	50.47	40.88	5672.9
C300x80	300	100	28.82	23.06	3683.91
	300	100	37.89	30.31	4753.93
	300	100	46.71	37.36	5747.76
300x100	300	100	55.3	44.78	6670
	300	120	50.71	41.07	6589.61
	300	120	60.07	48.65	7663.55

VIGAS
NO EDITAR



		h	s	Area(cm ²)	Peso(kg/m)	Ix(cm ⁴)	Zx(cm ⁴)	5	IPE 80	IPE 100	IPE 120	IPE 140
300								Lb				
1	IPE 80	80	46	7.64	6	80	23.2	1	487	844	1320	1960
2	IPE 100	100	55	10.3	8.1	171	39.4	1.25	465	809	1270	1880
3	IPE 120	120	64	13.2	10.4	318	60.7	1.5	443	774	1220	1810
4	IPE 140	140	73	16.4	12.9	541	88.3	1.75	421	739	1165	1735
5	IPE 160	160	82	20.1	15.8	869	124	2	399	704	1110	1660
6	IPE 180	180	91	23.9	18.8	1320	166	2.25	377	670	1060	1590
7	IPE 200	200	100	28.5	22.4	1940	221	2.5	355	635	1000	1510
8	IPE 220	220	110	33.4	26.2	2770	285	2.75	333	600	952	1440
9	IPE 240	240	120	39.1	30.7	3890	367	3	305	565	899	1360
10	IPE 270	270	135	45.9	36.1	5790	484	3.25	280	519	835	1290
11	IPE 300	300	150	53.8	42.2	8360	628	3.5	260	480	769	1190
12	IPE 330	330	160	62.6	49.1	11770	804	3.75	242	446	714	1100
13	IPE 360	360	170	72.7	57.1	16270	1020	4	226	417	665	1020
14	IPE 400	400	180	84.5	63.3	23130	1310	4.25	213	392	624	957
15	IPE 450	450	190	98.8	77.7	33740	1700	4.5	201	369	587	898
16	IPE 500	500	200	116	90.7	48200	2190	4.75	190	349	554	847
17	IPE 550	550	210	134	106	67120	2790	5	180	331	525	801
8360								5.25	164	300	475	724
628								5.5	150	275	434	660
								6	0	0	0	0
								6.5	0	0	0	0
								7	0	0	0	0
								7.5	0	0	0	0
								8	0	0	0	0
								8.5	0	0	0	0
								9	0	0	0	0
								9.5	0	0	0	0
								10	0	0	0	0
								10.5	0	0	0	0
								11	0	0	0	0
								11.5	0	0	0	0
								12	0	0	0	0

VIGAS
NO EDITAR



		h	s	Area(cm ²)	Peso(kg/m)	Ix(cm ⁴)	Zx(cm ⁴)
300							
18	IPN 80	80	42	7.58	5.95	77	22
19	IPN 100	100	50	10.6	8.32	171	39.4
20	IPN 120	120	58	14.2	11.2	328	63.1
21	IPN 140	140	66	18.3	14.4	573	94.5
22	IPN 160	160	74	22.8	17.9	935	136
23	IPN 180	180	82	27.9	21.9	1450	187
24	IPN 200	200	90	33.5	26.3	2140	250
25	IPN 220	220	98	39.6	31.1	3060	324
26	IPN 240	240	106	46.1	36.2	4250	412
27	IPN 260	260	113	53.4	41.9	5740	514
28	IPN 300	300	125	69.1	54.2	9800	762
29	IPN 340	340	137	86.8	68.1	15700	914
30	IPN 360	360	143	97.1	76.2	19610	1080
31	IPN 400	400	155	118	92.6	29210	1700
32	IPN 450	450	170	147	115	45850	2400
33	IPN 500	500	185	180	141	68740	3240
34	IPN 550	550	200	213	167	99180	4240
						9800	
						762	

	IPN 80	IPN 100	IPN 120	IPN 140
1	450	822	1340	2040
1.25	430	787	1290	1970
1.5	409	752	1240	1900
1.75	388.5	717	1185	1825
2	368	682	1130	1750
2.25	348	647	1080	1680
2.5	328	612	1030	1610
2.75	302	576	975	1540
3	276	537	923	1460
3.25	255	494	865	1390
3.5	236	457	800	1320
3.75	220	426	744	1220
4	206	398	696	1140
4.25	194	374	653	1070
4.5	183	353	616	1010
4.75	173	334	582	954
5	164	317	552	904
5.25	156.5	302.5	526.5	861.5
5.5	149	288	501	819
6	137	263	458	749
6.5	0	0	0	0
7	0	0	0	0
7.5	0	0	0	0
8	0	0	0	0
8.5	0	0	0	0
9	0	0	0	0
9.5	0	0	0	0
10	0	0	0	0
10.5	0	0	0	0
11	0	0	0	0
11.5	0	0	0	0
12	0	0	0	0

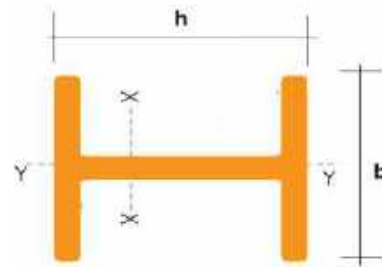
VIGAS
NO EDITAR

IPE 160	IPE 180	IPE 200	IPE 220	IPE 240	IPE 270	IPE 300	IPE 330	IPE 360	IPE 400	IPE 450	IPE 500	IPE 550
2790	3780	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2695	3670	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2600	3545	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2500	3420	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2400	3300	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2300	3170	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2210	3050	0	0	0	0	0	0	0	28550	37340	48540	62210
2110	2920	0	0	0	0	0	0	0	27935	36555	47560	60990
2010	2800	0	0	0	0	0	0	0	27320	35770	46580	59770
1910	2675	0	0	0	0	0	0	0	26705	34990	45605	58550
1815	2550	3580	4830	6470	8830	11840	15500	20070	26090	34210	44630	57330
1680	2430	3425	4645	6250	8555	11505	15090	19580	25475	33425	43655	56110
1560	2255	3270	4460	6030	8280	11170	14680	19090	24860	32640	42680	54890
1460	2100	3075	4257.5	5810	8002.5	10835	14270	18595	24242.5	31855	41700	53670
1370	1960	2880	4055	5590	7725	10500	13860	18100	23625	31070	40720	52450
1290	1840	2710	3810	5330	7447.5	10160	13455	17607.5	23012.5	30285	39745	51225
1220	1740	2540	3565	5070	7170	9820	13050	17115	22400	29500	38770	50000
1100	1560	2410	3372.5	4790	6790	9475	12640	16622.5	21780	28715	37795	48785
997	1420	2280	3180	4510	6410	9130	12230	16130	21160	27930	36820	47570
0	0	2065	2880	4070	5740	8130	11210	15145	19930	26370	34865	45130
0	0	1890	2625	3710	5210	7330	10090	13755	18490	24800	32910	42690
0	0	1740	2415	3410	4760	6680	9170	12470	16730	22410	30420	40250
0	0	1620	2240	3160	4390	6130	8410	11410	15280	20400	27600	36510
0	0	1510	2080	2940	4075	5670	7770	10510	14055	18710	25260	33370
0	0	1410	1950	2750	3800	5280	7220	9750	13020	17290	23280	30720
0	0	1330	1835	2580	3560	4930	6740	9090	12120	16060	21580	28460
0	0	1260	1737.5	2445	3365	4650	6350	8555	11350	15000	20120	26510
0	0	1190	1640	2310	3170	4370	5960	8020	10670	14080	18850	24810
0	0	0	0	0	0	0	0	0	10070	13260	17730	23320
0	0	0	0	0	0	0	0	0	9530	12540	16735	22000
0	0	0	0	0	0	0	0	0	9075	11925	15897.5	20885
0	0	0	0	0	0	0	0	0	8620	11310	15060	19770

VIGAS
NO EDITAR

IPN 160	IPN 180	IPN 200	IPN 220	IPN 240	IPN 260	IPN 300	IPN 340	IPN 360	IPN 400	IPN 450	IPN 500	IPN 550
3010	4190	5650	7380	9380	11700	0	0	0	0	0	0	0
2912.5	4065	5495	7190	9200	11520	0	0	0	0	0	0	0
2815	3940	5340	7000	9020	11340	0	24410	29040	0	0	0	0
2720	3810	5180	6810	8790	11070	17060	23935	28505	0	0	0	0
2620	3690	5020	6620	8560	10800	16380	23460	27970	37580	53690	73200	96545
2520	3560	4860	6420	8330	10530	16050	22990	27430	36280	51980	71080	93970
2425	3435	4700	6230	8100	10260	15710	22520	26890	35630	51130	70020	92640
2330	3310	4540	6040	7880	9990	15370	22040	26350	34975	50280	68960	91310
2230	3185	4390	5850	7650	9720	15040	21570	25810	33670	48570	66850	88660
2132.5	3060	4230	5655	7420	9447.5	14700	21097.5	25275	33020	47717.5	65790	87330
2035	2935	4070	5460	7190	9175	14360	20625	24740	32370	46865	64730	86000
1922.5	2807.5	3910	5270	6962.5	8905	14025	20152.5	24200	31715	46012.5	63670	84675
1810	2680	3750	5080	6735	8635	13690	19680	23660	31060	45160	62610	83350
1705	2530	3575	4885	6507.5	8362.5	13352.5	19205	23120	30410	44305	61550	82025
1600	2380	3400	4690	6280	8090	13015	18730	22580	29760	43450	60490	80700
1515	2250	3220	4457.5	6050	7820	12677.5	18260	22045	29110	42600	59435	79375
1430	2120	3040	4225	5820	7550	12340	17790	21510	28460	41750	58380	78050
1365	2020	2892.5	4017.5	5530	7235	12005	17315	20970	27805	40895	57320	76725
1300	1920	2745	3810	5240	6920	11670	16840	20430	27477.5	40467.5	56790	76062.5
1180	1750	2500	3470	4770	6290	10990	15900	19350	27150	40040	56260	75400
1090	1610	2300	3190	4380	5770	10180	14860	18300	25850	38340	54140	72740
1010	1490	2130	2950	4050	5330	9400	13690	16970	24545	36630	52020	70090
942	1390	1980	2750	3760	4955	8780	12770	15822.5	22960	34930	49910	67440
882	1300	1860	2570	3520	4630	8160	11850	14675	21390	33080	47790	64780
832	1227.5	1752.5	2420	3315	4360	7685	11150	13807.5	20030	30950	45670	62130
782	1155	1645	2270	3110	4090	7210	10450	12940	18830	29080	43020	59480
0	0	0	0	0	0	6837.5	9902.5	12260	17830	27520	40685	56230
0	0	0	0	0	0	6465	9355	11580	16830	25960	38350	52980
0	0	0	0	0	0	6162.5	8912.5	11030	16025	24705	36482.5	50362.5
0	0	0	0	0	0	5860	8470	10480	15220	23450	34615	47745
0	0	0	0	0	0	5610	8105	10025	14560	22425	33087.5	45607.5
0	0	0	0	0	0	5360	7740	9570	13900	21400	31560	43470

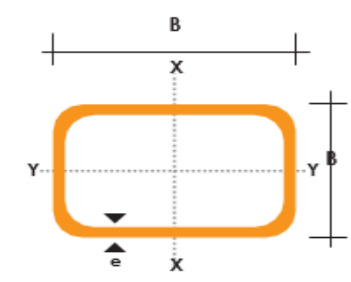
COLUMNAS
NO EDITAR



HEB 600	320	300	161	127	30820	5350	5350 HEB 600
HEB 550						4620	HEB 280
HEB 500						3950	HEB 260
HEB 450						3220	
HEB 400						2560	
HEB 360						2090	
HEB 340						1850	
HEB 320	320	300	161	127	30820	1630	
HEB 300	300	300	149	117	25170	1380	
HEB 280	280	280	131	103	19270	1110	
HEB 260	260	260	118	93	14920	920	
HEB 240	240	240	106	83.2	11260	745	
HEB 220	220	220	91	71.5	8090	568	
HEB 200	200	200	78.1	61.3	5700	429	
HEB 180	180	180	65.3	51.2	3830	325	
HEB 160	160	160	54.3	42.6	2490	245	
HEB 140	140	140	43	33.7	1510	173	
HEB 120	120	120	34	26.7	864	119	
HEB 100	100	100	26	20.4	450	83	
						Zc	83 HEB 100

Zc= 952.5
Zc= 785
Zv= 762
Zv= 628

HEB 280
HEB 260



	A	B		Area(cm ²)	Peso(kg/m)	Zc		
60x60x1.5	60	30	1.5	3.9	3.06	3.67	7.34	556
60x60x2	60	30	2	5.08	3.98	4.66	9.32	474
60x60x3	60	30	3	7.22	5.66	6.3	12.6	439.58
80x80x1.5	80	40	1.5	5.6	4.4	6.86	13.72	382
80x80x2	80	40	2	7.08	5.56	8.81	17.62	355.08
80x80x3	80	40	3	10.22	8.02	12.3	24.6	256.42
100x100x2	100	50	2	8.68	6.8	13.8	27.6	244
100x100x3	100	50	3	12.62	9.9	19.6	39.2	216
100x100x4	100	50	4	17.1	13.42	25.34	50.68	212.44
100x100x5	100	50	5	21.72	17.04	30.5	61	179.64
125x125x2	125	50	2	9.68	7.6	18.6	37.2	179
125x125x3	125	50	3	14.12	11.08	26.5	53	171.04
125x125x4	125	50	4	19.1	14.98	34.7	69.4	149.2
125x125x5	125	50	5	24.22	19	42.29	84.58	145.42
125x125x6	125	50	6	29.46	23.56	49.14	98.28	101.4
150x150x2	150	50	2	10.68	8.28	23.8	47.6	98.28
150x150x3	150	50	3	15.62	12.26	34	68	89.8
150x150x4	150	50	4	21	16.56	44.9	89.8	84.58
150x150x5	150	75	5	31.72	24.9	72.71	145.42	84.4
150x150x6	150	75	6	38.46	31.14	85.52	171.04	71.2
175x175x2	175	50	2	11.68	9.16	29.4	58.8	69.4
175x175x3	175	50	3	17.12	13.44	42.2	84.4	68
175x175x4	175	75	4	27.8	21.8	74.6	149.2	61
175x175x5	175	75	5	34.22	26.86	89.82	179.64	58.8

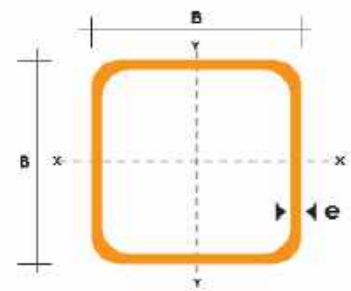
Zv= 762
Zv= 628
Zc= 952.5
Zc= 785

#N/D
#N/D

ESPECIFICACIONES

COLUMNAS
NO EDITAR

175x175x6	175	75	6	41.46	33.58	106.22	212.44	53	125x125x3
200x200x2	200	50	2	12.72	9.98	35.6	71.2	50.68	125x125x2
200x200x3	200	50	3	18.62	14.62	50.7	101.4	47.6	100x100x5
200x200x4	200	75	4	29.8	23.4	89.5	179	39.2	100x100x4
200x200x5	200	75	5	36.74	28.84	108	216	37.2	100x100x3
200x200x6	200	75	6	44.46	36	128.21	256.42	27.6	100x100x2
250x250x4	250	75	4	33.8	26.6	122	244	24.6	80x80x3
250x250x5	250	100	5	46.72	36.66	177.54	355.08	17.62	80x80x2
250x250x6	250	100	6	56.46	45.16	219.79	439.58	13.72	80x80x1.5
300x300x4	300	100	4	42.6	33.6	191	382	12.6	60x60x3
300x300x5	300	100	5	53.8	42.2	237	474	9.32	60x60x2
300x300x6	300	100	6	63.6	51.58	278	556	7.34	60x60x1.5



Zv= 762
Zv= 628
Zc= 952.5
Zc= 785

	A	B		Area(cm ²)	Peso(kg/m)		Zc		
40x40x2	40	25	2	3.34	2.62	0.62	1.24	274.02	300x300x12
50x50x2	50	25	2	3.74	2.94	0.63	1.26	231.84	300x300x10
50x50x3	50	25	3	5.4	4.24	0.91	1.82	176.98	300x300x12
60x60x2	60	30	2	4.52	3.54	0.93	1.86	172.18	300x300x10
60x60x3	60	30	3	6.6	5.18	1.34	2.68	150.18	300x300x12
60x60x4	60	30	4	8.4	6.6	1.72	3.44	146.42	300x300x10
80x80x2	80	40	2	6.14	4.82	1.68	3.36	124.56	300x300x8
80x80x3	80	40	3	9	7.08	2.45	4.9	123	300x300x6
80x80x4	80	40	4	11.74	9.22	3.17	6.34	121.44	300x300x12
80x80x5	80	40	5	14.36	11.48	3.83	7.66	105.1	300x300x10
80x80x6	80	40	6	16.84	13.48	4.44	8.88	102.54	300x300x8
100x100x2	100	50	2	7.74	6.08	2.66	5.32	99.18	300x300x6
100x100x3	100	50	3	11.4	8.96	3.89	7.78	85.9	300x300x5
100x100x4	100	50	4	14.94	11.74	5.07	10.14	83.92	300x300x4
100x100x5	100	50	5	18.36	14.4	6.19	12.38	81.22	250x250x12
100x100x6	100	50	6	21.64	17.32	7.24	14.48	78	250x250x10
100x100x4	100	60	4	16.26	12.76	7.17	14.34	76.4	250x250x12
100x100x5	100	60	5	19.9	15.62	8.76	17.52	74.08	250x250x10
100x100x6	100	60	6	24.04	19.24	10.38	20.76	70.62	250x250x8
100x100x8	100	60	8	31	24.8	13.32	26.64	67.2	250x250x6
125x125x2	125	50	2	8.74	6.86	2.74	5.48	65.78	250x250x12
125x125x3	125	50	3	12.9	10.14	4.02	8.04	65.76	250x250x10
125x125x4	125	50	4	16.94	13.3	5.24	10.48	64.34	250x250x8
125x125x5	125	50	5	20.8	16.38	6.4	12.8	63.74	250x250x6
125x125x6	125	50	6	24.64	19.72	7.51	15.02	62.38	250x250x8
125x125x5	125	60	5	22.86	17.94	9.15	18.3	60.74	250x250x6
125x125x6	125	60	6	27.04	21.64	10.78	21.56	58.62	250x250x5
125x125x8	125	60	8	35	28	13.94	27.88	55.24	250x250x4
125x125x6	125	80	6	31.84	25.48	19.1	38.2	54.06	250x250x3
125x125x8	125	80	8	41.38	33.1	24.3	48.6	52.54	200x200x12
125x125x10	125	80	10	50.42	40.32	29.31	58.62	50.18	200x200x10

#N/D
#N/D

COLUMNAS
NO EDITAR

150x150x2	150	50	2	9.74	7.64	2.8	5.6	48.6	200x200x8
150x150x3	150	50	3	14.4	11.32	4.11	8.22	42.56	200x200x6
150x150x4	150	50	4	18.94	14.88	5.36	10.72	42.38	200x200x12
150x150x5	150	50	5	23.4	18.34	6.55	13.1	41.22	200x200x10
150x150x6	150	50	6	27.64	22.12	7.7	15.4	39.46	200x200x8
150x150x5	150	60	5	25.36	19.9	9.4	18.8	38.2	200x200x6
150x150x6	150	60	6	30.04	24.04	11.07	22.14	35.8	200x200x8
150x150x8	150	60	8	39	31.2	14.35	28.7	30.14	200x200x6
150x150x6	150	80	6	34.84	27.88	19.73	39.46	29.92	200x200x5
150x150x8	150	80	8	45.38	36.3	25.09	50.18	29	200x200x6
150x150x10	150	80	10	55.42	44.32	30.37	60.74	28.7	200x200x5
150x150x12	150	80	12	64.94	52.6	35.31	70.62	27.88	200x200x4
200x200x2	200	50	2	11.74	9.22	2.88	5.76	26.64	200x200x8
200x200x3	200	50	3	17.4	13.66	4.23	8.46	23.44	200x200x2
200x200x4	200	50	4	23	18.02	5.52	11.04	23	150x150x12
200x200x5	200	50	5	28.4	22.2	6.75	13.5	22.14	150x150x10
200x200x6	200	50	6	33.62	26.9	7.97	15.94	21.56	150x150x8
200x200x5	200	60	5	30.36	23.82	9.72	19.44	20.76	150x150x6
200x200x6	200	60	6	36.02	28.84	11.5	23	19.9	150x150x8
200x200x8	200	60	8	47	37.6	14.96	29.92	19.44	150x150x6
200x200x6	200	80	6	40.84	32.68	20.61	41.22	18.8	150x150x8
200x200x8	200	80	8	53.38	42.7	26.27	52.54	18.3	150x150x6
200x200x10	200	80	10	65.42	52.32	31.87	63.74	17.52	150x150x5
200x200x12	200	80	12	76.94	62.32	37.04	74.08	16.18	150x150x6
200x200x6	200	100	6	45.64	36.52	31.19	62.38	15.94	150x150x5
200x200x8	200	100	8	59.78	47.82	40.61	81.22	15.4	150x150x4
200x200x10	200	100	10	73.42	58.72	49.59	99.18	15.02	150x150x3
200x200x12	200	100	12	86.56	70.1	60.72	121.44	14.48	150x150x2
250x250x3	250	60	3	21.6	16.94	6.18	12.36	14.34	125x125x10
250x250x4	250	60	4	28.54	22.4	8.09	16.18	13.5	125x125x8
250x250x5	250	60	5	35.36	27.74	9.95	19.9	13.1	125x125x6
250x250x6	250	60	6	42.04	34.04	11.72	23.44	12.8	125x125x8
250x250x8	250	60	8	54.96	44.5	15.07	30.14	12.38	125x125x6
250x250x6	250	80	6	46.84	37.48	21.28	42.56	12.36	125x125x5
250x250x8	250	80	8	61.38	49.1	27.03	54.06	11.04	125x125x6
250x250x10	250	80	10	75.42	60.32	32.88	65.76	10.72	125x125x5
250x250x12	250	80	12	88.94	72.04	38.2	76.4	10.48	125x125x4
250x250x6	250	100	6	51.64	41.32	32.17	64.34	10.14	125x125x3
250x250x8	250	100	8	67.78	54.22	41.96	83.92	8.88	125x125x2
250x250x10	250	100	10	83.42	66.72	51.27	102.54	8.46	100x100x8
250x250x12	250	100	12	98.54	79.82	62.28	124.56	8.22	100x100x6
250x250x10	250	120	10	91.42	74.04	73.21	146.42	8.04	100x100x5
250x250x12	250	120	12	108.14	87.58	86.09	172.18	7.78	100x100x4
300x300x4	300	80	4	35.74	28.04	14.5	29	7.66	100x100x6
300x300x5	300	80	5	44.36	34.82	17.9	35.8	6.34	100x100x5
300x300x6	300	80	6	52.84	42.28	21.19	42.38	5.76	100x100x4
300x300x8	300	80	8	69.38	55.5	27.62	55.24	5.6	100x100x3
300x300x10	300	80	10	85.42	68.34	33.6	67.2	5.48	100x100x2
300x300x12	300	80	12	100.94	81.76	39	78	5.32	80x80x6
300x300x6	300	100	6	57.64	46.12	32.89	65.78	4.9	80x80x5

ESPECIFICACIONES

RESULTADO FINAL DEL PROGRAMA

CORREAS TECHO

Se colocan	3	correas	G150x75	ó	C200x100
------------	---	---------	---------	---	----------

CORREAS ENTREPISO

Se colocan	4	correas	G150x75	ó	C200x100
------------	---	---------	---------	---	----------

CORREAS LOSA INDUSTRIAL

Se colocan	5	correas	G150x75	ó	C200x100
------------	---	---------	---------	---	----------

VIGAS

Se colocan vigas	IPE 300	ó	IPN 300
------------------	---------	---	---------

COLUMNAS

COLUMNAS HEB

Se colocan columnas	HEB 280	con vigas IPE	ó	HEB 260	con vigas IPN
---------------------	---------	---------------	---	---------	---------------

COLUMNAS RECTANGULARES

Se colocan columnas	#N/D	con vigas IPE	ó	#N/D	con vigas IPE
---------------------	------	---------------	---	------	---------------

COLUMNAS CUADRADAS

Se colocan columnas	#N/D	con vigas IPE	ó	#N/D	con vigas IPE
---------------------	------	---------------	---	------	---------------

LOSA TECHO

NOVALOSA 76 con espesor	5 cm de espesor
-------------------------	-----------------

LOSA ENTREPISO

NOVALOSA 76 con espesor	6 cm de espesor
-------------------------	-----------------

LOSA INDUSTRIAL

NOVALOSA 76 con espesor	10 cm de espesor
-------------------------	------------------