

# **ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL**

## **Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra**

Análisis comparativo del desempeño sísmico de una vivienda de interés social de bahareque y hormigón armado en la ciudad de Guayaquil

### **PROYECTO INTEGRADOR**

Previo la obtención del Título de:

**Ingeniero Civil**

Presentado por:

Ken Francisco Tello Ayala

Julio César Narváez Morán

**GUAYAQUIL - ECUADOR**

Año: 2022

## **DEDICATORIA**

El presente proyecto lo dedico primeramente a Dios por darme la sabiduría y enseñarme a depender de él, a mis padres Francisco Tello y Ana Ayala y mis hermanos Mishel Tello y Erick Tello por su apoyo incondicional en todo mi proceso formativo y por enseñarme a luchar sin rendirme a pesar de las adversidades, y a mis amigos que compartimos la misma pasión por la ingeniería.

### **Ken Francisco Tello Ayala**

El presente proyecto se lo dedico a Dios por darme fuerza y aliento en este camino como profesional, a mis padres Julio Narváez y Mayiya Morán Félix por ser un ejemplo para seguir de nunca rendirse en cualquier circunstancia y darme aliento para seguir adelante, a mi familia por estar pendiente en mis logros académicos y mis amigos por compartir buenos momentos en este tiempo de la carrera.

### **Julio César Narváez Morán**

## **AGRADECIMIENTOS**

Expresamos nuestros más sinceros agradecimientos a nuestra tutora la Ing. Natividad García, PhD quien nos apoyó en nuestro proceso formativo guiándonos con su experiencia y profesionalismo y con quien compartimos grandes vivencias académicas, al M.Sc. Guillermo Muñoz y al Ing. Wilmer Márquez quienes con su experiencia en el área supieron darnos una orientación oportuna en este proceso complicado de la investigación, y finalmente a nuestra alma Mater, la ESPOL, institución que nos ha enseñado grandes valores académicos, a enfrentar los retos más complicados con innovación y creatividad.

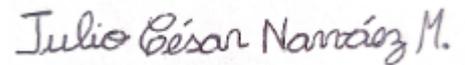
## DECLARACIÓN EXPRESA

"Los derechos de titularidad y explotación, me(nos) corresponde conforme al reglamento de propiedad intelectual de la institución; Ken Francisco Tello Ayala y Julio César Narváez Morán damos nuestro consentimiento para que la ESPOL realice la comunicación pública de la obra por cualquier medio con el fin de promover la consulta, difusión y uso público de la producción intelectual"

A handwritten signature in black ink, appearing to read "Ken Tello" with a stylized flourish at the end.

---

Ken Francisco Tello  
Ayala

A handwritten signature in black ink, appearing to read "Julio César Narváez M." in a cursive style.

Julio César Narváez  
Morán

## **EVALUADORES**

---

**Msc. Samantha Hidalgo**

PROFESOR DE LA MATERIA

---

**Ph.D. Natividad Garcia**

PROFESOR TUTOR

## RESUMEN

En la actualidad, la escasez de viviendas para personas de limitados recursos económicos es un problema complicado de resolver, donde variables como el costo, el desempeño sísmico y el impacto ambiental que tienen las propuestas de edificaciones cobran especial importancia. Por lo que investigar el comportamiento sísmico de materiales como la caña Guadua, las cuales, experimentalmente han mostrado tener una excelente respuesta frente a eventos catastróficos, además de su bajo costo de construcción y el poco ambiental que generan al ser naturales se vuelve una alternativa importante de considerar.

Para este estudio se analizó una vivienda de interés social considerando los requisitos propuestos por el MIDUVI 2020 diseñada en hormigón armado (material convencional en la región) comparándola con el diseño de la misma vivienda, pero con su estructura en caña Guadua. Se examinó el costo, desempeño sísmico mediante un análisis no lineal estático (Pushover) y análisis del ciclo de vida de cada proceso constructivo correspondiente considerando normativas como la NEC 2015 SE-DS, NEC 2015 SE-GUADÚA, guía para evaluación sísmica y rehabilitación de estructuras de la NEC 2015, FEMA 440 y ASCE 41-13.

Se obtuvieron como resultados el nivel de desempeño sísmico de cada edificación donde la vivienda de hormigón armado obtuvo el nivel de seguridad de vida frente a un sismo raro con periodo de retorno de 475 años, mientras que la vivienda de caña Guadua obtuvo un nivel operacional. Además, se obtuvo la cantidad de carbono incorporado que genera cada construcción donde la casa de caña Guadua presentó un 74% menos que la de hormigón armado, y un costo de construcción de la estructura principal de un 40% menor, siendo esta la mejor alternativa costo-beneficio.

**Palabras Clave:** Vivienda de interés social, análisis no lineal estático (Pushover), hormigón armado, caña Guadua, ciclo de vida.

## **ABSTRACT**

*At present, the shortage of housing for people with limited economic resources in the countries is a complicated problem to solve, where variables such as cost, seismic performance and environmental impact of the proposed buildings are of special importance. Therefore, investigating the seismic behavior of materials such as Guadua cane, which experimentally have shown to have an excellent response to catastrophic events, in addition to their low construction cost and the low environmental impact they generate as they are natural, becomes an important alternative to consider.*

*For this study, a social interest housing was analyzed considering the requirements proposed by the Ministry of Housing (MIDUVI 2020) designed in reinforced concrete (conventional material in the region) comparing it with the design of the same housing, but with its structure in Guadua cane. The cost, thermal performance was examined by means of a nonlinear static analysis (Pushover) and life cycle analysis of each corresponding construction process considering regulations such as NEC 2015 SE-DS, NEC 2015 SE-GUADÚA, guide for seismic evaluation and rehabilitation of structures of NEC 2015, FEMA 440 and ASCE 41-13.*

*The seismic performance level of each building was obtained as results, where the reinforced concrete house obtained the life safety level against a rare earthquake with a return period of 475 years, while the Guadua reed house obtained an operational level. In addition, the amount of embodied carbon generated by each construction was obtained, where the Guadua cane house presented 74% less than the reinforced concrete one, and a construction cost of the main structure of 40% less, being this the best cost-benefit alternative.*

**Keywords:** *Social housing, non-linear static analysis (Pushover), reinforced concrete, Guadua cane, life cycle.*

## ÍNDICE GENERAL

EVALUADORES.....	5
RESUMEN.....	I
<i>ABSTRACT</i> .....	II
ÍNDICE GENERAL.....	III
ABREVIATURAS .....	VIII
SIMBOLOGÍA .....	IX
ÍNDICE DE FIGURAS.....	X
ÍNDICE DE TABLAS .....	XII
CAPÍTULO 1 .....	1
1.    Introducción .....	1
1.1    Antecedentes.....	2
1.2    Problemática.....	3
1.3    Alcance .....	4
1.4    Información básica.....	4
1.4.1    Localización .....	4
1.4.2    Entorno.....	5
1.5    Objetivos.....	6
1.5.1    Objetivo General .....	6
1.5.2    Objetivos Específicos .....	6
1.6    Justificación .....	6
1.6.1    Aspectos económicos .....	7
1.6.2    Aspectos técnicos .....	7
1.6.3    Aspectos ambientales .....	7
1.7    Estado del arte.....	8

1.7.1	Construcción y ciclo de vida de viviendas con hormigón armado .....	8
1.7.2	Comparación de sistemas tradicionales con el bahareque .....	9
1.7.3	Análisis no lineal estático .....	11
CAPÍTULO 2.....		13
2.	DESARROLLO DEL PROYECTO.....	13
2.1	Metodología .....	13
2.1.1	Consideraciones de diseño .....	13
2.1.2	Evaluación del desempeño sísmico .....	14
2.1.3	Evaluación del ciclo de vida .....	14
2.2	Trabajo de campo, laboratorio y gabinete.....	14
2.3	Análisis de alternativas y restricciones .....	15
CAPÍTULO 3.....		19
3.	DISEÑOS, ANÁLISIS NO LINEAL ESTÁTICO Y ESPECIFICACIONES .....	19
3.1	Cargas de diseño.....	19
3.1.1	Cargas gravitacionales.....	19
3.1.2	Carga sísmica .....	20
3.1.3	Combinación de cargas.....	25
3.2	Diseño de edificación de hormigón armado.....	25
3.2.1	Resistencia de los materiales.....	26
3.2.2	Diseño a flexión en vigas .....	26
3.2.3	Diseño a flexo-compresión en columnas.....	30
3.2.4	Estado límite de servicio .....	32
3.2.5	Análisis modal .....	34
3.2.6	Cálculo del período de la estructura.....	35
3.2.7	Análisis de deriva límite de la estructura .....	36
3.2.8	Cimentación .....	37

3.2.9	Punzonamiento .....	42
3.3	Diseño de edificación de Bahareque .....	43
3.3.1	Resistencia de los materiales.....	43
3.3.2	Diseño a flexión en vigas .....	46
3.3.3	Diseño a flexo-compresión en columnas.....	50
3.3.4	Estado límite de servicio .....	53
3.3.5	Análisis modal .....	54
3.3.6	Análisis de deriva límite de la estructura: .....	55
3.3.7	Cimentación .....	56
3.3.8	Punzonamiento .....	61
3.4	Análisis no lineal estático.....	62
3.4.1	Vivienda de hormigón armado .....	62
3.4.2	Vivienda de bahareque .....	65
3.5	Especificaciones técnicas .....	68
3.5.1	Hormigón estructural $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ .....	68
3.5.2	Acero de refuerzo $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$ .....	69
3.5.3	Caña Guadua $f_t = 190 \text{ kg/cm}^2$ .....	71
CAPÍTULO 4.....		72
4.	ESTUDIO DEL IMPACTO AMBIENTAL.....	72
4.1	Objetivos.....	72
4.1.1	Objetivo general .....	72
4.1.2	Objetivos específicos .....	72
4.2	Descripción del proyecto.....	72
4.2.1	Hormigón armado.....	73
4.2.2	Bahareque.....	74
4.3	Declaración ambiental del producto (EDP).....	75

4.3.1	Densidad .....	75
4.3.2	Carbono biogénico .....	75
4.3.3	Etapa del producto (A1-A3) .....	76
4.3.4	Etapa de construcción (A4) .....	76
4.3.5	Porcentaje de desperdicio (WR%) .....	77
4.3.6	Etapa de transporte de material (C2) .....	78
4.3.7	Etapa de eliminación de desecho (C3/C4) .....	78
4.3.8	Etapa de recuperación de recurso (D) .....	79
4.4	Inventario del ciclo de vida.....	79
4.5	Comparación de propuestas constructivas .....	81
4.6	Medidas de prevención/mitigación.....	86
4.6.1	Hormigón armado.....	86
4.6.2	Bahareque.....	86
4.7	Conclusiones del ciclo de vida.....	87
CAPÍTULO 5.....		88
5.	PRESUPUESTO .....	88
5.1	Estructura de descomposición del trabajo (EDT).....	88
5.2	Descripción de rubros .....	90
5.2.1	Vivienda de hormigón armado .....	90
5.2.2	Vivienda de bahareque .....	90
5.3	Análisis de costos unitarios.....	91
5.4	Descripción de cantidades de obra.....	92
5.5	Presupuesto de la estructura .....	92
5.5.1	Vivienda de hormigón armado .....	92
5.5.2	Vivienda de bahareque .....	93
5.6	Cronograma de obra.....	94

CAPÍTULO 6.....	96
6. Conclusiones Y Recomendaciones.....	96
Conclusiones .....	96
Recomendaciones .....	97
BIBLIOGRAFÍA.....	98
PLANOS Y ANEXOS.....	102
ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIOS (APUS) .....	102
Vivienda en hormigón armado.....	102
Vivienda en bahareque.....	118
PLANOS .....	135

## **ABREVIATURAS**

ESPOL	Escuela Superior Politécnica del Litoral
ASTM	American Society for Testing and Materials
ASCE	American Society of Civil Engineers
ACI	American Concrete Institute
NEC	Norma Ecuatoriana de la Construcción
IBC	International Building Code
MIDUVI	Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda

## SIMBOLOGÍA

m	Metro
cm	Centímetro
kg	Kilogramo
g	Gravedad
q <sub>adm</sub>	Capacidad admisible
Ton	Tonelada
s	Segundo

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1. Ubicación del proyecto ciudadela Urdesa (Google Earth, 2022) .....	4
Figura 1.2. Área del proyecto (Plusvalía, 2022) .....	5
Figura 3.1. Ecuador, zonas sísmicas para propósitos de diseño y valor del factor de zona Z (NEC-SE-DS, 2015) .....	20
Figura 3.2. Espectro de respuesta para vivienda de Hormigón Armado (Autores) ....	24
Figura 3.3. Espectro de respuesta para vivienda Bahareque (Autores).....	25
Figura 3.4. Modelo analítico de la vivienda de Hormigón Armado (Autores) .....	26
Figura 3.5. Momentos flectores en vigas del primer piso [Ton-m] (Autores).....	27
Figura 3.6. Fuerza cortante en vigas del primer piso [Ton] (Autores) .....	28
Figura 3.7. Momentos flectores en vigas de entramado [Ton-m] (Autores) .....	28
Figura 3.8. Fuerza cortante en vigas de entramado [Ton] (Autores).....	29
Figura 3.9. Fuerza axial en columnas [Ton] (Autores) .....	30
Figura 3.10. Fuerza cortante en columnas [Ton] (Autores).....	30
Figura 3.11. Momento flector en columnas [Ton] (Autores) .....	31
Figura 3.12. Diagrama de interacción de columna (Autores) .....	32
Figura 3.13. Deformación de losa [mm] (Autores) .....	33
Figura 3.14. Deriva máxima en X (Autores) .....	36
Figura 3.15. Deriva máxima en Y (Autores).....	37
Figura 3.16. Cimentación vivienda hormigón armado (Autores) .....	37
Figura 3.17. Esfuerzo de contacto vivienda de hormigón armado [Ton/m <sup>2</sup> ] (Autores)	39
Figura 3.18. Relación de punzonamiento en la subestructura de la vivienda de hormigón armado (Autores) .....	42
Figura 3.19. Modelo analítico de la vivienda de Bahareque (Autores).....	43
Figura 3.20. Momentos flectores en vigas del primer piso [Ton-m] (Autores).....	46
Figura 3.21. Momentos flectores en vigas del entramado [Ton-m] (Autores) .....	47
Figura 3.22. Fuerza cortante en vigas del primer piso [Ton] (Autores) .....	47
Figura 3.23. Fuerza cortante en vigas del entramado [Ton] (Autores).....	48
Figura 3.24. Momentos flectores en columnas [Ton-m] (Autores) .....	51
Figura 3.25. Fuerza cortante en columnas [Ton] (Autores).....	51

Figura 3.26. Fuerza axial en columnas [Ton] (Autores) .....	52
Figura 3.27. Deformación vertical máxima [m] (Autores) .....	54
Figura 3.28. Deriva máxima en X (Autores) .....	55
Figura 3.29. Deriva máxima en Y (Autores) .....	56
Figura 3.30. Cimentación propuesta para vivienda de bahareque (Autores) .....	57
Figura 3.31. Esfuerzo de contacto vivienda de Bahareque [Ton/m <sup>2</sup> ] (Autores).....	58
Figura 3.32. Relación de punzonamiento en la subestructura de la vivienda de bahareque (Autores) .....	61
Figura 3.33. Fuerza cortante vs desplazamiento dirección X (Autores) .....	62
Figura 3.34. Fuerza cortante vs desplazamiento dirección Y (Autores) .....	62
Figura 3.35. Aceleración vs desplazamiento dirección X (Autores) .....	63
Figura 3.36. Aceleración vs desplazamiento dirección Y (Autores) .....	63
Figura 3.37. Rótulas de la vivienda de hormigón armado (Autores) .....	64
Figura 3.38. Curva de desempeño sísmico vivienda de hormigón armado (Autores) .....	64
Figura 3.39. Fuerza cortante vs desplazamiento dirección Y (Autores) .....	66
Figura 3.40. Aceleración vs desplazamiento dirección Y (Autores) .....	66
Figura 3.41. Rótulas de la vivienda de bahareque (Autores) .....	67
Figura 3.42. Curva de desempeño sísmico vivienda de bahareque (Autores).....	68
Figura 4.1. Distancia de traslado de material (Google Earth, 2022) .....	77
Figura 4.2. Carbono incorporado de las estructuras (Gibbons & Orr, 2020) .....	81
Figura 4.3 Carbono incorporado por elemento estructural (Gibbons & Orr, 2020) ....	82
Figura 4.4 Carbono incorporado por etapas del ciclo de vida (Gibbons & Orr, 2020) .....	83
Figura 4.5. Comparación de los objetivos para 2030 por diferentes organizaciones (Gibbons & Orr, 2020).....	84
Figura 5.1. EDT del proyecto (Autores) .....	89
Figura 5.2. Cronograma de obra de vivienda de hormigón armado (Autores) .....	94
Figura 5.3. Cronograma de obra de vivienda de bahareque (Autores) .....	95

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1. Restricciones de las alternativas (Autores) .....	16
Tabla 2.2. Análisis de alternativa 1 (Autores) .....	17
Tabla 2.3. Análisis de alternativa 2 (Autores) .....	17
Tabla 2.4. Análisis de alternativa 3 (Autores) .....	18
Tabla 3.1. Cargas vivas para la estructura (NEC-SE-CG, 2015) .....	19
Tabla 3.2. Densidad de elementos estructurales (Autores) .....	19
Tabla 3.3. Cargas sobreimpuestas en vivienda de Bahareque (NEC-SE-CG, 2015)	20
Tabla 3.4. Cargas sobreimpuestas en vivienda de hormigón armado (NEC-SE-CG, 2015).....	20
Tabla 3.5. Valores de factor Z en función sísmica adoptada (NEC-SE-DS, 2015) ....	21
Tabla 3.6. Tipo de suelo y factores de sitio Fa (NEC-SE-DS, 2015).....	21
Tabla 3.7. Tipo de suelo y factores de sitio Fd (NEC-SE-DS, 2015).....	21
Tabla 3.8. Tipo de suelo y factores de sitio Fs (NEC-SE-DS, 2015).....	22
Tabla 3.9. Factor de importancia según tipo de uso y destino de la estructura (NEC-SE-DS, 2015).....	22
Tabla 3.10. Factor de reducción de resistencia sísmica R (NEC-SE-DS, 2015).....	23
Tabla 3.11. Parámetros para espectro de vivienda de Hormigón Armado (Autores).	23
Tabla 3.12. Parámetros para espectro de vivienda de Bahareque (Autores) .....	24
Tabla 3.13. Resistencia de los diferentes materiales (Autores) .....	26
Tabla 3.14. Resumen de viga a flexión (Autores) .....	29
Tabla 3.15. Resumen de viga a corte (Autores).....	29
Tabla 3.16. Resumen de columna (Autores) .....	31
Tabla 3.17. Resumen de losa nervada (Autores).....	33
Tabla 3.18. Participación de masa modal (Autores) .....	34
Tabla 3.19. Parámetro para determinar el periodo (NEC-SE-DS, 2015) .....	35
Tabla 3.20. Deriva máxima (NEC-SE-DS, 2015) .....	36
Tabla 3.21. Determinación de suelo (OCR) (Autores) .....	39
Tabla 3.22. Parámetros para determinar esfuerzo efectivo inicial (Autores).....	40
Tabla 3.23. Parámetro para determinar el esfuerzo de contacto (Autores) .....	41
Tabla 3.24. Módulos de elasticidad (NEC-SE-GUADÚA, 2016) .....	44

Tabla 3.25. Esfuerzos admisibles con contenido de humedad del 12% (NEC-SE-GUADÚA, 2016) .....	44
Tabla 3.26. Coeficiente de modificación por carga $C_D$ (NEC-SE-GUADÚA, 2016) ....	45
Tabla 3.27. Coeficiente de modificación por contenido de humedad $C_m$ (NEC-SE-GUADÚA, 2016) .....	45
Tabla 3.28. Coeficiente de modificación por temperatura $C_t$ (NEC-SE-GUADÚA, 2016) .....	46
Tabla 3.29. Diseño a flexión de viga principal crítica (Autores) .....	48
Tabla 3.30. Diseño a cortante de la viga principal crítica (Autores) .....	49
Tabla 3.31. Verificación de aplastamiento de la viga principal crítica (Autores) .....	49
Tabla 3.32. Diseño a tensión viga principal crítica (Autores) .....	50
Tabla 3.33. Diseño a compresión axial (Autores) .....	52
Tabla 3.34. Diseño a flexo-compresión de la columna crítica (Autores) .....	53
Tabla 3.35. Participación de masa modal (Autores) .....	54
Tabla 3.36. Deriva máxima (NEC-SE-DS, 2015) .....	55
Tabla 3.37. Determinación de suelo (OCR) (Autores) .....	58
Tabla 3.38. Parámetros para determinar esfuerzo efectivo inicial (Autores).....	59
Tabla 3.39. Parámetro para determinar el esfuerzo de contacto (Autores) .....	60
Tabla 3.40. Resistencia de los elementos estructurales (Autores) .....	65
Tabla 3.41. Rubro para hormigón estructural (Autores).....	69
Tabla 3.42. Propiedades del acero de refuerzo (Autores) .....	70
Tabla 3.43. Diámetro de doblado (ACI 301S-16, 2018).....	70
Tabla 3.44. Rubro para acero de refuerzo (Autores) .....	70
Tabla 3.45. Rubro para caña Guadua (Autores).....	71
Tabla 4.1. Densidad de los materiales (Autores) .....	75
Tabla 4.2. Carbono biogénico (Dasso Group, 2020).....	75
Tabla 4.3. Etapa del producto de bahareque (Dasso Group, 2020).....	76
Tabla 4.4. Etapa del producto de hormigón armado (Cbb, 2019) .....	76
Tabla 4.5. Etapa del producto de acero de refuerzo (Aceros AZA S.A., 2017).....	76
Tabla 4.6. Etapa de construcción de bahareque (Dasso Group, 2020) .....	77
Tabla 4.7. Etapa de construcción de hormigón armado (Cbb, 2019).....	77
Tabla 4.8. Etapa de construcción de acero de refuerzo (Aceros AZA S.A., 2017).....	77

Tabla 4.9. Porcentaje de desperdicio de bahareque (Gibbons & Orr, 2020) .....	77
Tabla 4.10. Porcentaje de desperdicio de hormigón armado (Gibbons & Orr, 2020).	78
Tabla 4.11. Etapa de transporte del bahareque (Dasso Group, 2020) .....	78
Tabla 4.12. Etapa de transporte del hormigón armado (Gibbons & Orr, 2020).....	78
Tabla 4.13. Etapa de transporte del acero (Gibbons & Orr, 2020).....	78
Tabla 4.14. Etapa de eliminación del bahareque (Gibbons & Orr, 2020).....	78
Tabla 4.15. Etapa de eliminación del hormigón armado (Gibbons & Orr, 2020) .....	78
Tabla 4.16. Etapa de eliminación del acero (Gibbons & Orr, 2020) .....	78
Tabla 4.17. Etapa de recuperación de recurso de bahareque (Gibbons & Orr, 2020)	79
Tabla 4.18. Etapa de recuperación de recurso de hormigón armado (Gibbons & Orr, 2020).....	79
Tabla 4.19. Etapa de recuperación de recurso del acero de refuerzo (Gibbons & Orr, 2020).....	79
Tabla 4.20. Inventario de ciclo de vida de vivienda de hormigón armado (Autores) ..	80
Tabla 4.21. Inventario de ciclo de vida de vivienda de bahareque (Autores) .....	80
Tabla 4.22. Ranking entre ambos métodos constructivos (Gibbons & Orr, 2020) .....	85
Tabla 5.1. Presupuesto estructural de vivienda de hormigón armado (Autores) .....	92
Tabla 5.2. Presupuesto estructural de vivienda de bahareque (Autores) .....	93

# CAPÍTULO 1

## 1. INTRODUCCIÓN

Cuando se trata de materiales de construcción, hoy en día el pensamiento común va dirigido hacia el hormigón armado y el acero estructural. Esto es debido a la popularidad que se ha venido generando a estos materiales por su buena resistencia, disponibilidad y que se cuenta con los suficientes estudios para dar respaldo del correcto desempeño de estos (Betancourt, 2017).

A pesar de que estos materiales cuentan con grandes ventajas, también se debe tener en consideración sus debilidades, de las cuales una de las más representativas es el impacto ambiental negativo que genera su producción. Esto ha llevado a la búsqueda de nuevos materiales que prometan una buena resistencia y durabilidad ante eventos de categoría sísmica en edificaciones de menores dimensiones; y que genere una menor contaminación al medio ambiente por su uso (Blankendaal et al., 2014).

El bahareque es un sistema de construcción usado desde tiempos remotos, principalmente por las civilizaciones prehispánicas de América. El bahareque cuenta con un sistema estructural basado en la caña Guadua o madera, recubiertos de barro (Alzate & Osorio, 2014).

En la actualidad el bahareque no es tan usado como los materiales previamente mencionados, dado a la falta de conocimiento que se posee sobre sus bondades, de las cuales se puede destacar que es un sistema de construcción sismorresistente y económico en comparación al hormigón armado (González & Gutiérrez, 2005).

El objetivo del presente estudio es realizar la comparación del sistema de construcción basado en el hormigón armado y el bahareque, esto mediante las categorías del desempeño estructural, económico y su impacto al medio ambiente. Además de incentivar a los profesionales al uso de materiales de construcción que sean menos contaminantes.

## 1.1 Antecedentes

Estudios mencionan que el bahareque en el mundo tiene presencia desde las épocas de la sedentarización de las pequeñas comunidades hace más de siete mil años donde la necesidad de tener un lugar de refugio, debido a la persecución de animales los obligaba a crear casas temporales con materiales que tenían a la mano como las esteras, pieles, cañas o lo que podían encontrar en el lugar donde se encontraban como hojas y paja. A medida que sus refugios evolucionaban encontraron la forma de volverlos más resistentes mediante entretejidos de elementos vegetales. Cuando estas comunidades ya podían asentarse en un solo lugar y dedicarse al cuidado de cultivos y rebaños, se observa la adición de barro para obtener un mejor hermetismo a las viviendas, siendo este el inicio de la técnica del bahareque (Kubler, 1983).

A pesar de ser un sistema constructivo antiguo, este método ha perseverado a lo largo de la historia debido a sus múltiples usos como lo son la tabiquería, cielos rasos de barro, bases de cubiertas, muros de corte, y a la facilidad de conseguir el material y su rapidez de construcción. También representa la arquitectura de viviendas coloniales que hacen parte de la historia y patrimonio de muchos países latinoamericanos (Henneberg, 2017). Las construcciones en tierra como el bahareque hoy en día están tomando auge como una tendencia contemporánea a nivel mundial principalmente para las viviendas que tienen un enfoque bioclimático, permacultura, agroecología, etc. Son construcciones que se pueden llevar a cabo en cualquier ubicación y condición climática (Dawson, 2020).

Entre los estudios más recientes sobre el bahareque tenemos el “DISEÑO Y MODELADO ESTRUCTURAL DE UNA VIVIENDA DE INTERÉS SOCIAL DE BAHAREQUE” por Arévalo K. y Villao D. (2020), que se centró en definir la tipología más común de la casa de bahareque y su diseño.

## 1.2 Problemática

Las construcciones con bahareque encementado hacen presencia en el Ecuador desde antes de la colonización española y sus principales usos se ven reflejados en las culturas Cañaris, mostrando su raíz en las zonas del Azuay y Cañar. (Maldonado, 2017).

Pese a la poca investigación de su desempeño sísmico, experimentalmente ha demostrado ser un sistema que permite construir en zonas de poca accesibilidad brindando un correcto comportamiento sísmico representando una estructura segura, confortable, económica y ecológica (Aedo & Olmos, 2002).

Tan solo en el Ecuador el 57 por ciento de viviendas son construidas mediante métodos tradicionales como son el bloque y hormigón (Ceballos, 1992). El resto han sido construidas con sistemas similares al bloque como lo son el bahareque, la caña Guadua, el adobe, el tapial, entre otros. En el primer caso, existe un mayor respaldo técnico, conocimiento científico de sus propiedades mecánicas, métodos de diseño y construcción que permiten obtener una edificación segura frente a un evento sísmico. En el segundo caso los métodos constructivos y de diseño se han enfocado más en la experiencia, conocimientos ancestrales y culturales, además de que se ve gran presencia de este tipo de edificaciones en poblaciones con escasos recursos económicos ubicados en áreas rurales y marginales (Ceballos, 1992).

Es por esta razón que el presente proyecto parte de la problemática de que actualmente existe insuficiente investigación sobre el comportamiento sísmico que tiene el material bahareque encementado y los beneficios que puede brindar en la construcción de viviendas de interés social para personas con pocos recursos económicos. Por lo que entender su desempeño sísmico cobra especial importancia ya que puede ser una alternativa muy competitiva frente a los métodos constructivos tradicionales como lo es el hormigón que se emplea generalmente en este tipo de viviendas.

### 1.3 Alcance

El siguiente proyecto, tendrá como alcance la elaboración del diseño arquitectónico y la comparativa del diseño estructural (superestructura y subestructura), análisis no lineal estático (Pushover) para evaluar el desempeño sísmico, presupuesto estructural y evaluación del ciclo de vida de ambos materiales de construcción de una vivienda de interés social unifamiliar de 2 pisos.

### 1.4 Información básica

#### 1.4.1 Localización

El presente proyecto estará ubicado al norte de la ciudad de Guayaquil, ciudadela Urdesa (Coordenadas 621601.84 E, 9761498.76 S). Se escogió este lugar estratégico debido al déficit de viviendas de bahareque y el poco uso del material en la ciudad de Guayaquil.

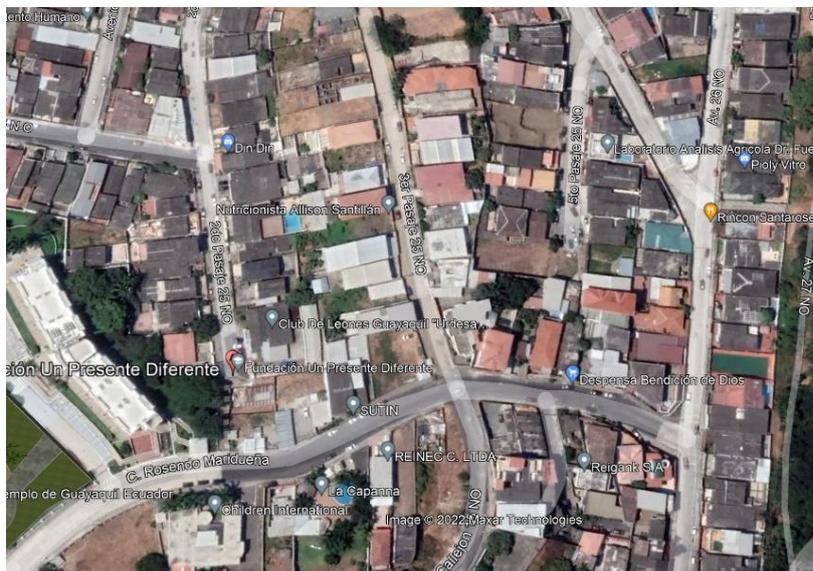


Figura 1.1. Ubicación del proyecto ciudadela Urdesa (Google Earth, 2022)



**Figura 1.2. Área del proyecto (Plusvalía, 2022)**

#### **1.4.2 Entorno**

Como información básica del proyecto, se ha definido el área del terreno de aproximadamente 470 m<sup>2</sup>, el suelo es tipo E y los espacios de la vivienda de la parte arquitectónica como:

- Sala
- Comedor
- Cocina
- Escalera
- Baños
- Cuartos

## **1.5 Objetivos**

### **1.5.1 Objetivo General**

Elaborar un estudio comparativo del diseño estructural de una vivienda de interés social de Bahareque y hormigón armado ubicado en la ciudad de Guayaquil con la finalidad de obtener el mejor desempeño mediante un análisis Pushover.

### **1.5.2 Objetivos Específicos**

- Realizar el diseño estructural de una vivienda usando la NEC 2015, con el fin de verificar la capacidad de las estructuras ante cargas sísmicas.
- Evaluar un Pushover (análisis no lineal estático) en ambas edificaciones para obtener el mejor desempeño de la estructura.
- Medir el impacto ambiental a través del ciclo de vida que generan estos materiales en cuanto a la construcción en la ciudad de Guayaquil.
- Estimar un presupuesto de las edificaciones analizadas para comparar su menor costo en cuanto a mejor desempeño.

## **1.6 Justificación**

Conocer el comportamiento estructural de materiales como el bahareque encementado, los cuales brindan un correcto comportamiento sísmico registrado históricamente, menor costo de construcción y logística debido a que en su mayoría son autóctonos de las zonas, cortos periodos de tiempo de formación para poder ser usado como elementos estructurales (2 años), y entre otros beneficios. Pero que no existe una investigación exhaustiva que nos permita entender el comportamiento del material y su desempeño sísmico como lo hay con otros métodos constructivos y materiales como lo es el hormigón armado, el cuál es comúnmente usado en viviendas de interés social con costos superiores a las casas de bahareque. Esto nos muestra la necesidad como profesionales de la construcción de estudiar materiales que son amigables con el medio ambiente y que pueden ser usados para viviendas que requieren brindar calidad de vida, pero con presupuestos muy limitados como es el caso de proyectos enfocados en viviendas de interés social.

Es por esta razón que este proyecto busca analizar y comparar construcciones tradicionales como el hormigón armado incluyendo aspectos como: costos de construcción, desempeño sísmico mediante un análisis no lineal estático (Pushover) y el ciclo de vida que pueden brindar este tipo de estructuras, además de que a futuro se puede impulsar la creación de softwares que permitan diseñar este tipo de edificaciones.

### **1.6.1 Aspectos económicos**

Las viviendas de interés social de caña Guadua pueden representar un ahorro aproximado de hasta el 50% del costo de construcción en comparación con casas construidas con materiales convencionales como lo son el hormigón armado (Bello & Villacreces, 2021).

### **1.6.2 Aspectos técnicos**

Los eventos sísmicos suscitados en el Ecuador han demostrado que las viviendas fabricadas con caña Guadua cuentan con un excelente desempeño sísmico frente a viviendas construidas con materiales tradicionales las cuales sufrieron severos daños (EFE, 2019).

### **1.6.3 Aspectos ambientales**

La caña Guadua al ser un material de bajo costo debido a que se adapta perfectamente a los diversos ecosistemas y es de rápido crecimiento, además de sus propiedades mecánicas que lo vuelven elástico y sismorresistente, es también un recurso natural renovable, lo que no pasa con la mayoría de los materiales de construcción tradicionales, le permite consumir menor energía y por lo tanto generar un menor impacto ambiental (Bello & Villacreces, 2021).

## **1.7 Estado del arte**

### **1.7.1 Construcción y ciclo de vida de viviendas con hormigón armado**

Los países como Chile, México y Perú han incrementado la oferta de vivienda de baja altura y costo en los últimos años. Para solucionar el alto crecimiento de escasez de domicilio en México, se aspira a construir 800000 viviendas por año, pero al momento de construir con mampostería, se dificulta llegar a esa meta debido a que existe poca mano de obra y el tiempo de construcción es muy largo (William et al., 2013).

Los elementos estructurales de una edificación de hormigón armado tienden a modificarse con el tiempo y así mejorar su desempeño debido a que existen nuevas actualizaciones en las normativas de diseño, el uso que se le da o la corrosión del acero estructural debido a movimiento sísmico o están expuesto al ambiente. La mejorar a estos elementos a largo plazo ayuda a fortalecerla y mejorarla dándole un mejor desempeño (Sakbana & Mashreib, 2020).

Hoy en día la durabilidad, el mantenimiento y la rehabilitación son temas que se vienen pronunciando a nivel mundial. Hasta el momento no se han encontrado algún edificio que su expectativa estén por debajo del ciclo de vida que se haya tenido cuando se realizó el diseño o construcción debido a que no se realizan inspecciones y mantenimiento de la estructura en ciertos tiempos (Ferrari et al., 2013).

La industria de la construcción es la que tiene una mayor participación en la economía mundial, ya que consume una alta cantidad de materiales del medio ambiente, lo cual se puede usar recursos naturales que sea más saludables para las personas como al planeta en realizar estructuras ecológicas (Koca, 2019).

Un edificio verde es una estructura que fue diseñada o construida para reducir los impactos negativos y generar beneficios para el medio ambiente. La construcción ecológica ayuda a utilizar materiales que son responsable para el uso de los recursos durante el ciclo de vida, desde donde se va a ubicar hasta la construcción o renovación de la estructura (Kr et al., 2020).

Las construcciones de edificaciones tienden a consumir una cantidad relevante de energía y materiales. En USA, representan el 41% de energía y el 38% de emisión de gases. La evaluación del ciclo de vida en las estructuras es un método que permite predecir el rendimiento de este durante su vida útil, lo cual se incluye materia prima, construcción, mantenimiento, reparación, entre otros (Basbagill et al., 2013).

El informe global de la industria de la construcción en el 2018 muestra que el 36% de las edificaciones son responsables del 36% del consumo mundial de recursos y energía y el 39% de las emisiones de gases en el mundo. La metodología BIM, ofrece nuevos enfoques en cuanto al diseño y construcción, mediante método de la evaluación del ciclo de vida, gestión y modelado de la construcción. (Morsi et al., 2022).

Los edificios y las construcciones juegan un papel importante debido a que se están generando espacios residenciales, crecimiento de trabajo y aumento de la economía de un país, pero la desventaja es que genera un impacto grave para la naturaleza. La Agencia Internacional de la Energía predice que para el año 2050 existirá un aumento del 50% en el consumo de electricidad en el sector de la construcción (Moňoková & Vilčeková, 2020).

### **1.7.2 Comparación de sistemas tradicionales con el bahareque**

El desarrollo sostenible es uno de los pilares fundamentales hoy en día en las sociedades, y en especial en la construcción debido a que, el principal consumo de recursos se debe a esta industria. En este sentido los métodos constructivos y los materiales que se emplean en los mismos influyen en gran manera en el consumo energético que estos van a tener (Palacios & Angumba, 2021).

Uno de los principales parámetros a analizar al momento de definir un método constructivo para un proyecto con enfoque a viviendas de interés social, es el costo. Un estudio realizado en el 2021 por la Universidad Católica de Cuenca, Ecuador determinó mediante un análisis de precios unitarios comparando las viviendas de esta categoría construidas con métodos tradicionales como el hormigón con métodos ecológicos como el bahareque.

Esta investigación arrojó que en la muestra realizada a profesionales de la construcción en esta ciudad el 46% ha construido viviendas con bahareque. Sin embargo, el 84% de los profesionales y el 73% de la población considera que esta técnica es una alternativa factible para la construcción de viviendas de interés social debido a que requiere de menor tiempo en su construcción, y basado en las edificaciones históricas su sistema estructural tiene una predominancia en términos de vida útil que puede alcanzar a las de hormigón (Palacios & Angumba, 2021).

El desempeño sísmico en las edificaciones es de suma importancia al momento de seleccionar un sistema constructivo.

Una comparativa realizada en India analizando una escuela diseñada en: bahareque o más conocida en la región como Ikra, un sistema de mampostería de ladrillo reforzado y el sistema de mampostería de ladrillo confinado donde se evaluó la fuerza sísmica, y los esfuerzos mediante un programa de elementos finitos, demostró que la fuerza sísmica del bahareque es el 11.7% de la vivienda con mampostería confinada y el 13% de la mampostería reforzada demostrando un mejor desempeño sísmico frente a estas otras estructuras comunes en el país debido a su ductilidad, flexibilidad y peso ligero (Kakkad, 2011).

Otro estudio analizando el comportamiento sísmico de edificaciones en Nepal luego del terremoto de Gorkha, demostró que a pesar de que las construcciones con materiales como adobe, bambú o madera son escasos en esta región, fueron las que menor daño tuvieron, mientras que edificios realizados con hormigón armado fueron los que más daño presentaron debido a que en su mayoría no estaban diseñados por profesionales, generando fallas comunes como piso blando, columna corta, disminución de rigidez por la colocación de locales comerciales en las plantas bajas los cuales requieren de grandes aberturas. A pesar de eso existieron edificios de hormigón que fueron diseñados basados en normativas y criterios técnicos, que también presentaron severos daños (Varum et al., 2018).

El impacto ambiental y el análisis de ciclos de vida es uno de los parámetros que permiten conocer cuál será el nivel de sostenibilidad que tiene un sistema constructivo. Para Europa occidental materiales como el bambú no ha representado un foco de estudio debido a su poco uso debido a que su obtención se realiza mediante importación. A pesar de esto según un análisis realizado en países bajos demostró que la principal carga ambiental que tiene la caña Guadua es el transporte marítimo con un 92.9 mPt de 1 kg de bambú, mientras que el procesado, preservación y transporte son de 3.2, 1.6 y 6.5 mPt de 1kg de bambú respectivamente (Lugt et al., 2006).

Este y otros análisis realizados en el mismo estudio dieron como conclusión que la caña de bambú es 20 veces más favorable frente a alternativas como concreto o acero, además de ser menos costosa a pesar de que debe ser importada. Pese a esto, en estos países existe la incertidumbre de si el material puede ser usado para edificios

residenciales u oficinas debido a la poca investigación científica existente (Lugt et al., 2006).

El ciclo de vida (LCA) de edificios de Bambú frente a los de ladrillo y hormigón genera un menor impacto ambiental tanto para edificaciones de una planta como para la de múltiples pisos siendo este de 30 CO<sub>2</sub>Eq/m<sup>2</sup>. Si se analiza la aportación de CO<sub>2</sub> en el caso del bambú con altos rendimientos genera balances negativos de, lo cual aporta a la reducción del CO<sub>2</sub> en la atmosfera, mientras que los de construcciones con hormigón y ladrillo generan un balance de 240 kg CO<sub>2</sub>Eq/m<sup>2</sup> (Escamilla et al., 2018).

### **1.7.3 Análisis no lineal estático**

El estudio del colapso de las estructuras ha sido un tema de investigación fundamental a nivel global por parte de la ingeniería en edificaciones, lo que ha llevado a varias instituciones a la creación de códigos o normas de diseño sísmico que ayuden a predecir el comportamiento de las estructuras ante la acción de distintas combinaciones de carga a la que pueda ser sometida (Minervini & Dolores, 2016).

Debido a esto se han desarrollado distintas metodologías fundamentadas en las teorías existentes de dinámica estructural y mecánica de materiales con la cual se logra realizar una comparación entre los datos obtenidos experimental y analíticamente. La metodología más común para este tipo de solicitaciones se la conoce como método de empuje lateral o Pushover por su traducción en inglés (Shehu, 2021).

Esta metodología fue introducida a partir del año 1970 como una alternativa a los análisis dinámicos no lineales de la época, y apenas en los últimos 20 años se observan publicaciones donde se implementa. El Pushover es un análisis estático con el que se busca determinar el comportamiento no lineal de la estructura, con este procedimiento se puede estimar las deformaciones estructurales generadas por eventos de categoría sísmica.

La curva de capacidad es obtenida a través del análisis Pushover la cual muestra la resistencia de la edificación y su desplazamiento; y depende de la capacidad momento-curvatura de cada elemento que la compone (Sinarta & Pinandika, 2017) .

Una de las principales falencias del análisis Pushover clásico es que la curva de capacidad varía considerablemente dependiendo de la distribución de fuerza lateral aplicada (triangular, uniforme, parabólica). Es por este motivo que la metodología ha sido

mejorada con el pasar del tiempo por distintos autores, incluyendo nuevas teorías que se adapten de tal manera a las suposiciones iniciales. En la actualidad, se puede encontrar metodologías adaptadas en el que se toma en cuenta la distribución de carga debido al daño progresivo; así mismo la implementación con el método del espectro de capacidad para la evaluación del punto de desempeño o margen de seguridad de la estructura (Salazar & Amezquita, 2015).

Un estudio realizado en Arabia Saudita determinó que existen regiones donde las categorías de riesgo sísmico van de bajas a moderadas, por este motivo es necesario para los ingenieros estructurales del lugar, considerar el sismo en los diseños de sus edificaciones. Dentro de esta región, gran parte de las edificaciones han sido diseñadas para resistir cargas gravitacionales, pero en su mayoría muy poco para resistir cargas laterales. Se aplicó a una edificación modelo de 3 pisos de hormigón armado el análisis Pushover procedido por la norma ATC 40, donde se pudo determinar que la edificación no es adecuada para resistir las cargas sísmicas esperadas de la región (Haql), llevando a la estructura a la condición de colapso (Ainul, 2013).

# CAPÍTULO 2

## 2. DESARROLLO DEL PROYECTO

### 2.1 Metodología

#### 2.1.1 Consideraciones de diseño

Como primera fase del proyecto se realizó la revisión de normativas establecidas en el Ecuador para viviendas de interés social tales como el “Plan Estratégico Institucional 2019-2021” del MIDUVI con el objetivo de realizar un diseño arquitectónico con los requerimientos mínimos establecidos, y estos no excedan de los presupuestos máximos. Se tomó en cuenta la misma distribución de espacios y dimensiones para la vivienda de hormigón armado y bahareque.

Una vez establecida la arquitectura se procedió a realizar el diseño estructural de la subestructura y superestructura tomando en cuenta normativas locales e internacionales relacionadas en caso de la inexistencia de parámetros de diseño.

Inicialmente se realizó el análisis estructural mediante un software de elementos finitos con el fin de determinar las demandas que se producen debido a las diferentes fuerzas actuantes. El diseño estructural final se realizó mediante hojas de cálculo en Excel y Mathcad donde contemplan las metodologías de diseño propuestas por la NEC-SE-HM, NEC-SE-DS, ACI 318-19, IBC 2018, ASCE 7-16 para hormigón armado y para el bahareque se tomó en cuenta las normativas NEC-SE-GUADÚA 2016, NORMA E.100 BAMBÚ.

La determinación del espectro elástico y carga sísmica (cortante basal) de la estructura se siguió los lineamientos que se menciona en NEC-SE-DE 2015.

Las cargas gravitacionales que se aplicaron a las estructuras se las determinó mediante la NEC-SE-CG 2015 y NEC-DR-BE 2016.

### **2.1.2 Evaluación del desempeño sísmico**

Una vez establecido el diseño se pretende medir el desempeño de ambas estructuras. Para ello se tienen varias alternativas como: Análisis no lineal estático (Pushover), Simulación híbrida en tiempo real o ensayo cíclico experimental mediante un actuador, lo cual usan como referencia las normas de ACI 318-19, FEMA, NEC 2015, entre otros. De estas se escogerá mediante un análisis de alternativas la que permita conocer de mejor manera el comportamiento sísmico de ambas estructuras.

### **2.1.3 Evaluación del ciclo de vida**

Dentro de los requerimientos de este proyecto está determinar el impacto ambiental y la utilidad que tiene cada método constructivo con respecto a su vida útil, por lo que el análisis de Ciclo de Vida (ACV) se estableció como una alternativa a la evaluación del impacto ambiental. Para ello se determinó el inventario del ciclo de vida donde se cuantificó los consumos de recursos naturales que se tienen y todas las emisiones que se generan al llevar a cabo la construcción. Para esto se utilizó como ayuda el software libre The Structural Carbon Tool.

## **2.2 Trabajo de campo, laboratorio y gabinete**

Para el presente proyecto, no se realizó ensayo de laboratorio al Hormigón y Bahareque ya que las propiedades que se usará, se las determina mediante investigaciones previas. Las propiedades físicas y mecánicas de los materiales antes mencionados, se los define mediante lo que contempla la ACI 318-19 y NEC-SE-CG 2015 (Cargas no sísmicas) y NEC-DR-BE 2016 (Norma Andina para Diseño y Construcción de Casas de uno y dos pisos en Bahareque Encementado).

En cuanto al trabajo de gabinete se realizará el diseño arquitectónico, estructural, comparación del desempeño sísmico y evaluación del impacto ambiental considerando normativas locales e internacionales, además de la utilización de software afines a la actividad.

### 2.3 Análisis de alternativas y restricciones

Para la solución de este proyecto se tuvo 3 alternativas con el fin de obtener un resultado que satisfaga la necesidad del proyecto, las cuales son:

- **Alternativa 1:** “Análisis no lineal estático (Pushover)”

Mediante un programa de análisis estructural de elementos finitos se determina el desempeño sísmico usando la metodología Pushover, donde se compara los espectros de demanda y diseño estableciendo información del daño que probablemente va a surgir en la estructura en caso de existir un evento sísmico. Esto nos permite establecer hasta qué punto la estructura puede resistir y en qué lugar se va a producir el daño.

- **Alternativa 2:** “Simulación híbrida en tiempo real (RTHS)”

Mediante el análisis dinámico computacional-experimental de una pared de la vivienda se determina el comportamiento sísmico mediante el análisis de desplazamiento y fuerza que recibe la estructura al estar expuesta a un sismo. Este método contempla el análisis de la estructura mediante métodos matemáticos y realiza la corrección de sus resultados con la experimentación de una parte de la estructura a escala que se somete a fuerzas cíclicas dando como resultado un desplazamiento real, el cual corregirá el análisis.

- **Alternativa 3:** “Ensayo cíclico experimental mediante un actuador”

Se construye un muro a escala real de la estructura y mediante un actuador se somete a la estructura a una carga cíclica que simula la aceleración que impondrá el sismo, y así se obtendrán los desplazamientos de la estructura, puntos de fallo, entre otros.

Las alternativas que se determinaron serán evaluadas por los siguientes criterios:

- **Costo y recursos:** Para el desarrollo de este proyecto se necesitará equipo para obtener los diferentes resultados del análisis.
- **Información existente:** Para realizar los análisis, cada método requiere de información preexistente o inputs. Se evaluará la información que requiere el método, y si esta información está disponible, se la puede obtener, o se convierte en una limitante.
- **Aproximación a resultados reales:** Los resultados que arrojará el análisis son precisos a la realidad.
- **Tiempo:** El proceso de la realización tomará su respectivo tiempo dependiendo a la alternativa que se vaya a escoger ya que se puede hacer desde un ordenador

como construir un elemento estructural lo cual conllevará diferentes periodos de tiempos.

- **Cantidad de resultados que se obtiene:** Parámetros que el método permite obtener para evaluar la estructura.
- **Dificultad de implementación:** Existen diferentes métodos para la realización de este proyecto desde un análisis explícito (Pushover) hasta un análisis experimental (Ensayo cíclico experimental mediante un actuador) que conlleva su respectivo tiempo, modo de ejecución, costo, entre otros.

Las restricciones que se presenta en las alternativas son las siguientes:

**Tabla 2.1. Restricciones de las alternativas (Autores)**

<b>Alternativas</b>	<b>Restricciones</b>
1. Análisis no lineal estático (Pushover)	Esta alternativa tiene como restricción para su desarrollo el uso de un buen ordenador.
2. Simulación híbrida en tiempo real (RTHS)	Para el desarrollo de esta alternativa, se debe construir una pared real de las 2 edificación, y un equipo especializado (Co-actuador). Además, que se necesita un buen ordenador para realizar un buen procedimiento en cuanto al análisis.
3. Ensayo cíclico experimental mediante un actuador	Una de las restricciones que tiene esta alternativa es que se necesita construir un muro de ambas viviendas para simular el sismo y verificar que elemento es más resistente a cargas sísmicas.

A continuación, se detalla los porcentajes de aceptación de las alternativas con respecto a los criterios lo cual tiene una escala desde lo menos favorable a lo más excelente:

**Tabla 2.2. Análisis de alternativa 1 (Autores)**

CRITERIOS DE SU PROYECTO							
NÚMERO	CRITERIO	PESO %	ESCALA				
			1	2	3	4	5
1	Costo y recursos	15	x				
2	Información existente	15					x
3	Aproximación a resultados reales	20			x		
4	Cantidad de resultados que se obtiene	30					x
5	Dificultad de implementación	20	x				
		100%					
*La suma del peso de todos los criterios debe ser 100%							

**Tabla 2.3. Análisis de alternativa 2 (Autores)**

CRITERIOS DE SU PROYECTO							
NÚMERO	CRITERIO	PESO* %	ESCALA				
			1	2	3	4	5
1	Costo y recursos	15				x	
2	Información existente	15				x	
3	Aproximación a resultados reales	20				x	
4	Cantidad de resultados que se obtiene	30				x	
5	Dificultad de implementación	20					x
		100%					
*La suma del peso de todos los criterios debe ser 100%							

**Tabla 2.4. Análisis de alternativa 3 (Autores)**

CRITERIOS DE SU PROYECTO							
NÚMERO	CRITERIO	PESO* %	ESCALA				
			1	2	3	4	5
1	Costo y recursos	15					x
2	Información existente	15			x		
3	Aproximación a resultados reales	20					x
4	Cantidad de resultados que se obtiene	30				x	
5	Dificultad de implementación	20					x
		100%					
*La suma del peso de todos los criterios debe ser 100%							

Se analizaron las 3 alternativas para el desarrollo del proyecto con los criterios de evaluación correspondientes, lo cual arrojó que el análisis no lineal estático es la mejor alternativa debido a que el costo de la realización es favorable, se tiene información del ACI 318, NEC 2015, entre otros, los resultados que se obtienen son aproximados a los reales, la cantidad de resultados son los adecuados para realizar un buen análisis en cuanto a deformaciones y fuerzas, además de que permite evaluar el daño que va a tener la estructura y donde se va a formar el mismo, la dificultad de implementarlo es escasa, debido a que el método utiliza aproximaciones numéricas para obtener el desplazamiento que se produce al someterse a una fuerza, y a partir de esto analiza toda la estructura, por lo que no requiere de mucha información preexistente y no necesita de experimentación.

# CAPÍTULO 3

## 3. DISEÑOS, ANÁLISIS NO LINEAL ESTÁTICO Y ESPECIFICACIONES

### 3.1 Cargas de diseño

Para la determinación de carga se siguió la normativa NEC-2015, lo cual menciona las diferentes cargas gravitacionales (muerta y viva) y sísmica según lo estipulado en NEC-SE-CG 2015 y NEC-SE-DS 2015 respectivamente:

#### 3.1.1 Cargas gravitacionales

##### 3.1.1.1 Carga viva

Para determinar la carga viva, se debe tomar en cuenta el uso que se dará a la estructura para determinar la carga según la NEC-2015:

**Tabla 3.1. Cargas vivas para la estructura (NEC-SE-CG, 2015)**

Ocupación	[kg/m <sup>2</sup> ]
Residencias multifamiliares	200
Cubierta	70

##### 3.1.1.2 Carga muerta

Para determinar la carga muerta, se siguió los parámetros indicados en la NEC-2015, donde existe cargas muerta por los elementos y cargas sobreimpuesta.

Los elementos que se consideraran como peso propio son: viga, losa nervada, columna lo cual el programa de elementos finitos lo calcula dependiente a su densidad, área y longitud.

**Tabla 3.2. Densidad de elementos estructurales (Autores)**

Material	[kg/m <sup>3</sup> ]
Hormigón	2400
Acero	7850
Caña Guadua	700

Para la carga sobreimpuesta, se considerará los elementos colocados después de fundir los elementos estructurales.

**Tabla 3.3. Cargas sobreimpuestas en vivienda de Bahareque (NEC-SE-CG, 2015)**

Elemento no estructural	[kg/m <sup>2</sup> ]
Instalaciones	10
Tumbados	20
Muros de Bahareque	220

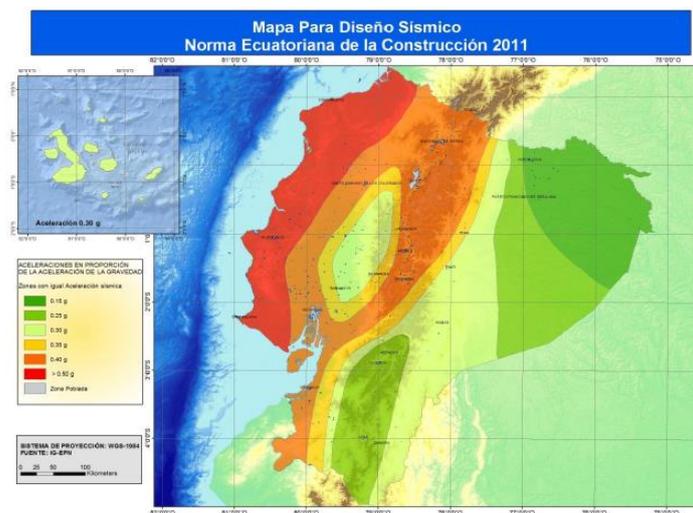
**Tabla 3.4. Cargas sobreimpuestas en vivienda de hormigón armado (NEC-SE-CG, 2015)**

Elemento no estructural	[kg/m <sup>2</sup> ]
Instalaciones	10
Tumbados	20
Mampostería	330

### 3.1.2 Carga sísmica

#### 3.1.2.1 Espectro elástico de respuesta

Para determinar el espectro elástico se deberá considerar los siguientes parámetros: La edificación estará ubicada en la ciudad de Guayaquil, ciudadela Urdesa, lo cual la aceleración Z es de 0.4g y posee un tipo de suelo E.



**Figura 3.1. Ecuador, zonas sísmicas para propósitos de diseño y valor del factor de zona Z (NEC-SE-DS, 2015)**

Debido a que la edificación se encuentra en la ciudad de Guayaquil, la caracterización del peligro sísmico es alta.

**Tabla 3.5. Valores de factor Z en función sísmica adoptada (NEC-SE-DS, 2015)**

Zona sísmica	I	II	III	IV	V	VI
Valor factor Z	0.15	0.25	0.30	0.35	0.40	$\geq 0.50$
Caracterización del peligro sísmico	Intermedia	Alta	Alta	Alta	Alta	Muy alta

Para realizar el espectro elástico, se determina los valores de Fa, Fd y Fs como se indican en la NEC-2015.

**Tabla 3.6. Tipo de suelo y factores de sitio Fa (NEC-SE-DS, 2015)**

Tipo de perfil del subsuelo	Zona sísmica y factor Z					
	I	II	III	IV	V	VI
	0.15	0.25	0.30	0.35	0.40	$\geq 0.5$
A	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9
B	1	1	1	1	1	1
C	1.4	1.3	1.25	1.23	1.2	1.18
D	1.6	1.4	1.3	1.25	1.2	1.12
E	1.8	1.4	1.25	1.1	1.0	0.85
F	Véase <a href="#">Tabla 2</a> : Clasificación de los perfiles de suelo y la sección <a href="#">10.5.4</a>					

**Tabla 3.7. Tipo de suelo y factores de sitio Fd (NEC-SE-DS, 2015)**

Tipo de perfil del subsuelo	Zona sísmica y factor Z					
	I	II	III	IV	V	VI
	0.15	0.25	0.30	0.35	0.40	$\geq 0.5$
A	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9
B	1	1	1	1	1	1
C	1.36	1.28	1.19	1.15	1.11	1.06
D	1.62	1.45	1.36	1.28	1.19	1.11
E	2.1	1.75	1.7	1.65	1.6	1.5
F	Véase <a href="#">Tabla 2</a> : Clasificación de los perfiles de suelo y 10.6.4					

**Tabla 3.8. Tipo de suelo y factores de sitio  $F_s$  (NEC-SE-DS, 2015)**

Tipo de perfil del subsuelo	Zona sísmica y factor Z					
	I	II	III	IV	V	VI
	0.15	0.25	0.30	0.35	0.40	$\geq 0.5$
A	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75
B	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75
C	0.85	0.94	1.02	1.06	1.11	1.23
D	1.02	1.06	1.11	1.19	1.28	1.40
E	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2
F	Véase <a href="#">Tabla 2</a> : Clasificación de los perfiles de suelo y 10.6.4					

Para determinar el cortante basal, se debe determinar los factores I (Importancia) y R (Factor de Reducción de Resistencia Sísmica).

**Tabla 3.9. Factor de importancia según tipo de uso y destino de la estructura (NEC-SE-DS, 2015)**

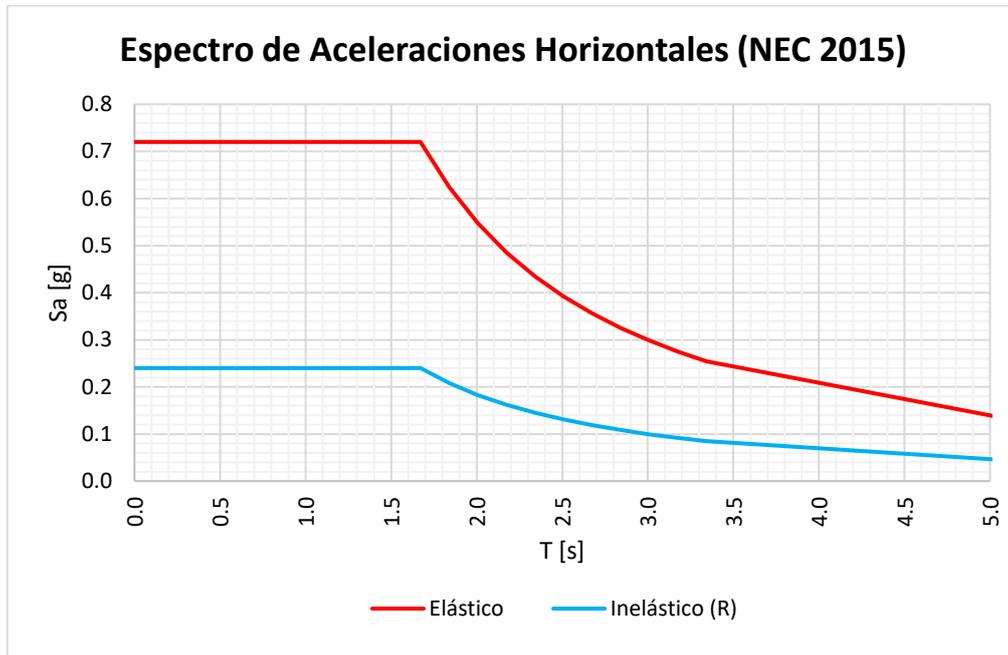
Categoría	Tipo de uso, destino e importancia	Coefficiente I
Edificaciones esenciales	Hospitales, clínicas, Centros de salud o de emergencia sanitaria. Instalaciones militares, de policía, bomberos, defensa civil. Garajes o estacionamientos para vehículos y aviones que atienden emergencias. Torres de control aéreo. Estructuras de centros de telecomunicaciones u otros centros de atención de emergencias. Estructuras que albergan equipos de generación y distribución eléctrica. Tanques u otras estructuras utilizadas para depósito de agua u otras sustancias anti-incendio. Estructuras que albergan depósitos tóxicos, explosivos, químicos u otras sustancias peligrosas.	1.5
Estructuras de ocupación especial	Museos, iglesias, escuelas y centros de educación o deportivos que albergan más de trescientas personas. Todas las estructuras que albergan más de cinco mil personas. Edificios públicos que requieren operar continuamente	1.3
Otras estructuras	Todas las estructuras de edificación y otras que no clasifican dentro de las categorías anteriores	1.0

**Tabla 3.10. Factor de reducción de resistencia sísmica R (NEC-SE-DS, 2015)**

Sistemas Estructurales de Ductilidad Limitada	R
<b>Pórticos resistentes a momento</b>	
Hormigón Armado con secciones de dimensión menor a la especificada en la <a href="#">NEC-SE-HM</a> , limitados a viviendas de hasta 2 pisos con luces de hasta 5 metros.	3
Hormigón Armado con secciones de dimensión menor a la especificada en la <a href="#">NEC-SE-HM</a> con armadura electrosoldada de alta resistencia	2.5
Estructuras de acero conformado en frío, aluminio, madera, limitados a 2 pisos.	2.5
<b>Muros estructurales portantes</b>	
Mampostería no reforzada, limitada a un piso.	1
Mampostería reforzada, limitada a 2 pisos.	3
Mampostería confinada, limitada a 2 pisos.	3
Muros de hormigón armado, limitados a 4 pisos.	3

**Tabla 3.11. Parámetros para espectro de vivienda de Hormigón Armado (Autores)**

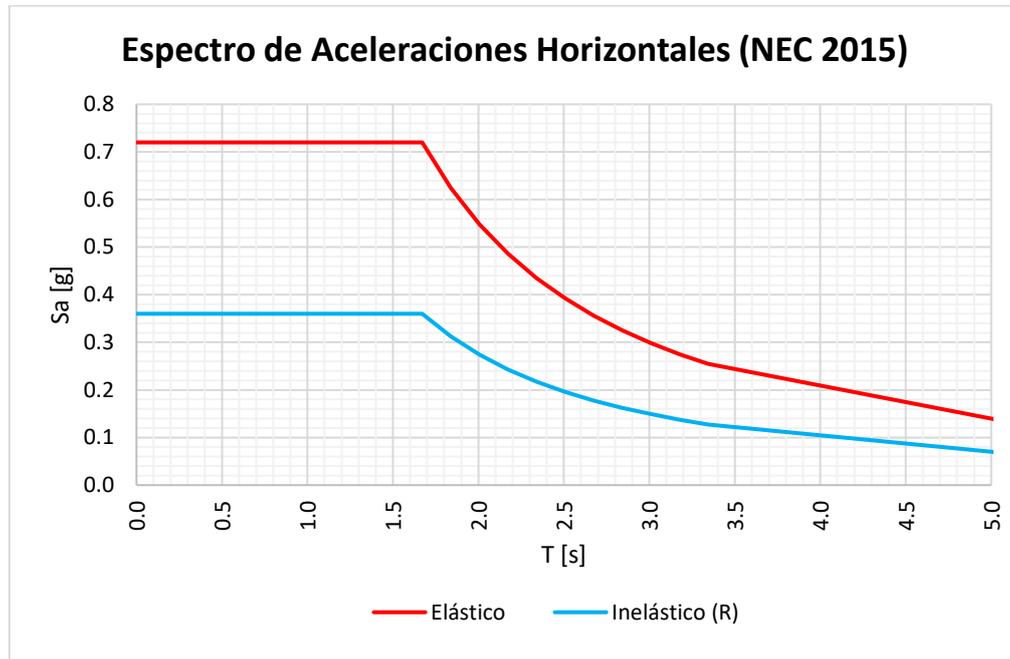
<b>Análisis del espectro sísmico elástico de aceleraciones</b>	
Cantón	Guayas
Provincia	Guayaquil
Región	Costa
Zona sísmica	V
Tipo de suelo	0.4g
Coefficiente de amplificación dinámica del perfil Fa	1.00
Coefficiente de amplificación dinámica del perfil Fd	1.60
Coefficiente de amplificación dinámica del perfil Fs	1.90
Factor de importancia (I)	1
Factor de reducción de resistencia sísmica (R)	3
Coefficiente de regularidad en planta ( $\Phi_p$ )	1
Coefficiente de regularidad en elevación ( $\Phi_e$ )	1



**Figura 3.2. Espectro de respuesta para vivienda de Hormigón Armado (Autores)**

**Tabla 3.12. Parámetros para espectro de vivienda de Bahareque (Autores)**

<b>Análisis del espectro sísmico elástico de aceleraciones</b>	
Cantón	Guayas
Provincia	Guayaquil
Región	Costa
Zona sísmica	V
Tipo de suelo	0.4g
Coefficiente de amplificación dinámica del perfil Fa	1.00
Coefficiente de amplificación dinámica del perfil Fd	1.60
Coefficiente de amplificación dinámica del perfil Fs	1.90
Factor de importancia (I)	1
Factor de reducción de resistencia sísmica (R)	2
Coefficiente de regularidad en planta ( $\Phi_p$ )	1
Coefficiente de regularidad en elevación ( $\Phi_e$ )	1



**Figura 3.3. Espectro de respuesta para vivienda Bahareque (Autores)**

### 3.1.3 Combinación de cargas

Las combinaciones de cargas que se usaron fueron obtenidas de la normativa NEC-2015 para cargas gravitacionales y sísmica:

C1. 1.4D

C2. 1.2D+1.6L

C3. 1.2D+0.5L+Ex+0.3Ey

C4. 1.2D+0.5L+0.3Ex+Ey

C5. 0.9D+Ex+0.3Ey

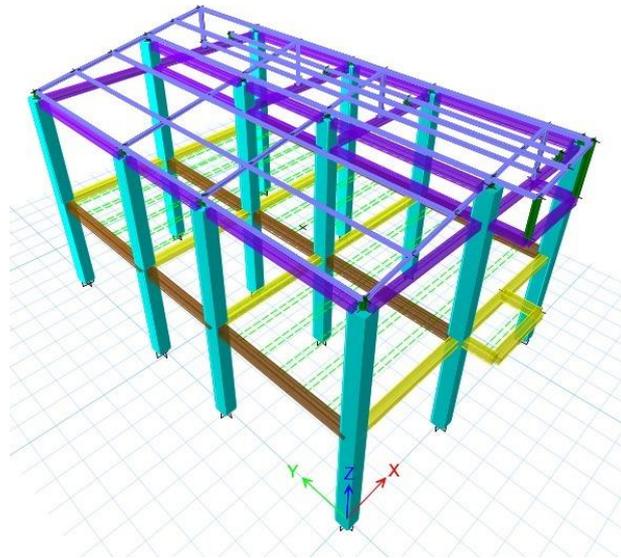
C6. 0.9D+0.3Ex+Ey

C7. D+L

### 3.2 Diseño de edificación de hormigón armado

El diseño de la vivienda se realizó basándose en las normativas expuestas en el capítulo 2. El análisis estructural se obtuvo mediante un programa de elementos finitos el cual, mediante las propiedades del material, las secciones y la forma de la estructura determina las fuerzas principales de diseño.

Los elementos estructurales estarán compuestos por una sección sólida para vigas, columnas y losa nervada. Para la cimentación se considerará una zapata cuadrada de hormigón armado.



**Figura 3.4. Modelo analítico de la vivienda de Hormigón Armado (Autores)**

### 3.2.1 Resistencia de los materiales

Para el diseño de la vivienda de hormigón armado se considera las siguientes resistencias:

**Tabla 3.13. Resistencia de los diferentes materiales (Autores)**

Resistencia	[kg/cm <sup>2</sup> ]
Compresión del hormigón	210
Fluencia del acero A706 Gr. 60	4200

### 3.2.2 Diseño a flexión en vigas

Para el diseño de las vigas a flexión, se usó las siguientes fórmulas para determinar la capacidad a flexión y corte de la viga:

**Ecuación 3.1. Capacidad a flexión de viga (ACI 318-19, 2019)**

$$\phi M_n = \phi \cdot b \cdot d^2 \cdot \rho \cdot f'_c \cdot \left( 1 - 0.59 \cdot \rho \cdot \frac{f_y}{f'_c} \right)$$

### Ecuación 3.2. Capacidad a corte de viga (ACI 318-19, 2019)

$$\varphi V_n = \varphi \cdot (V_c + V_s)$$

Donde:

$\varphi M_n$  = Capacidad de la viga a flexión

$\varphi$  = Factor de reducción a flexión

$d$  = Peralte efectivo de viga

$\rho$  = Cuantía de acero

$f'_c$  = Resistencia a la compresión

$f_y$  = Resistencia a la fluencia

$\varphi V_n$  = Capacidad de la viga a corte

$\varphi V_c$  = Capacidad del hormigón

$\varphi V_s$  = Capacidad del acero

Para el análisis estructural de las vigas, se usaron las cargas mencionadas anteriormente para determinar la demanda por momento y cortante.

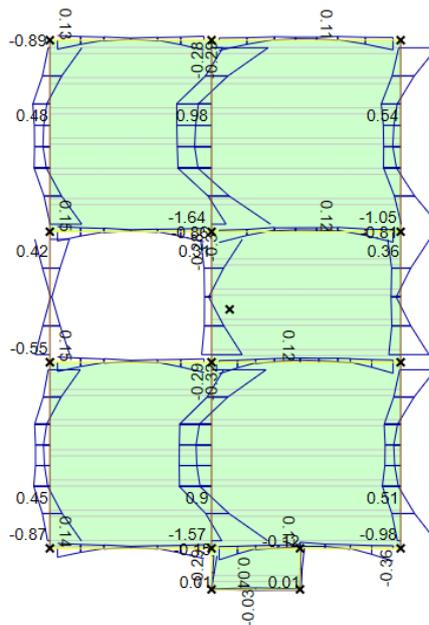


Figura 3.5. Momentos flectores en vigas del primer piso [Ton-m] (Autores)

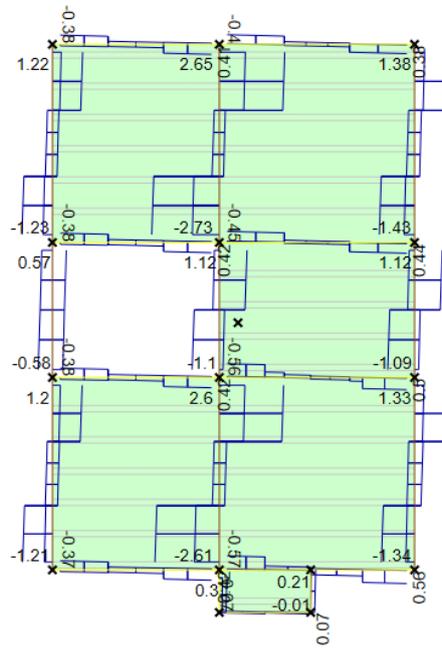


Figura 3.6. Fuerza cortante en vigas del primer piso [Ton] (Autores)

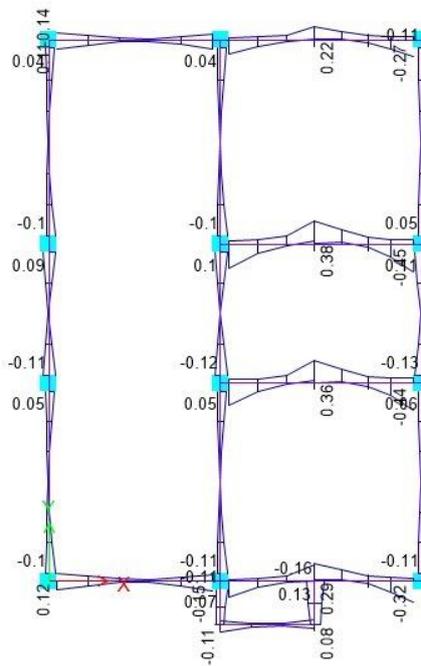
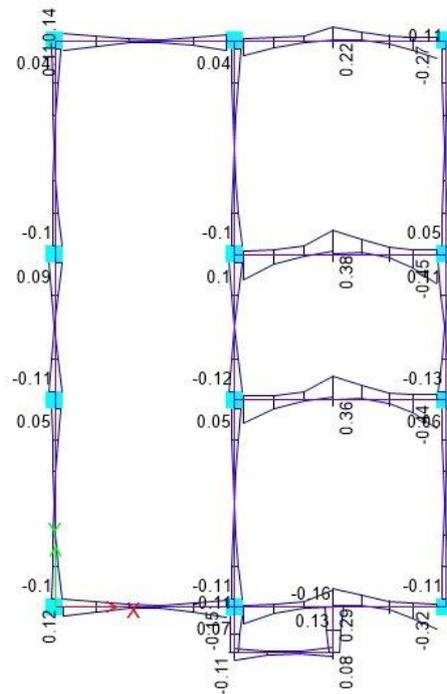


Figura 3.7. Momentos flectores en vigas de entramado [Ton-m] (Autores)



**Figura 3.8. Fuerza cortante en vigas de entramado [Ton] (Autores)**

Debido a la demanda, se realizó el diseño para determinar el acero longitudinal y transversal:

**Tabla 3.14. Resumen de viga a flexión (Autores)**

Ubicación	Dirección	Sección [mm]		Acero Superior	Acero Inferior	M (-) [ton-m]	M (+) [ton-m]
		b[mm]	h[mm]				
1er piso	X	150	150	2 $\varphi$ 10	2 $\varphi$ 8	0.5	0.3
1er piso	Y	120	300	2 $\varphi$ 12	2 $\varphi$ 10	1.8	1
Cubierta	-	100	200	2 $\varphi$ 10	2 $\varphi$ 8	0.5	0.4

**Tabla 3.15. Resumen de viga a corte (Autores)**

Ubicación	Dirección	Sección		Acero transversal	Separación [mm]	V [ton-m]
		b[mm]	h[mm]			
1er piso	X	150	150	$\varphi$ 10	80 – 100 – 80	0.6
1er piso	Y	120	300	$\varphi$ 10	80 – 150 – 80	2
Cubierta	-	100	200	$\varphi$ 10	80 – 100 – 80	0.6

### 3.2.3 Diseño a flexo-compresión en columnas

Para el diseño de las columnas, se analiza con la demanda por momento, cortante y axial.

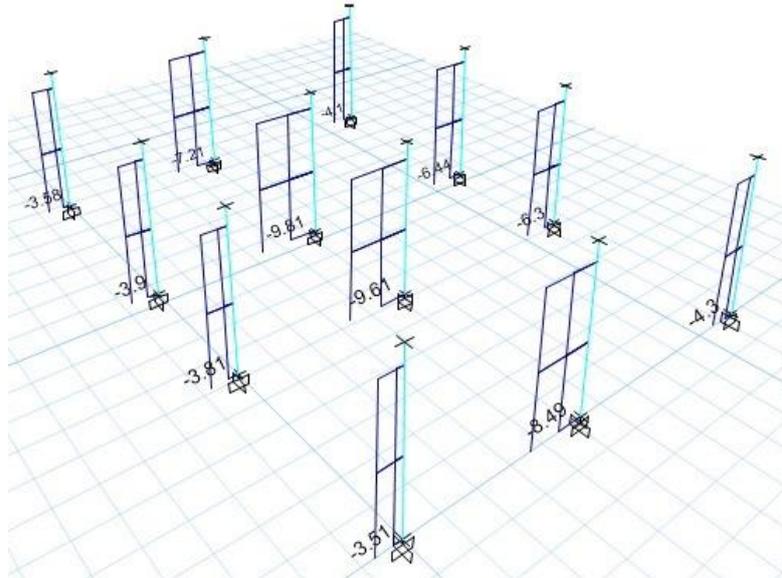


Figura 3.9. Fuerza axial en columnas [Ton] (Autores)

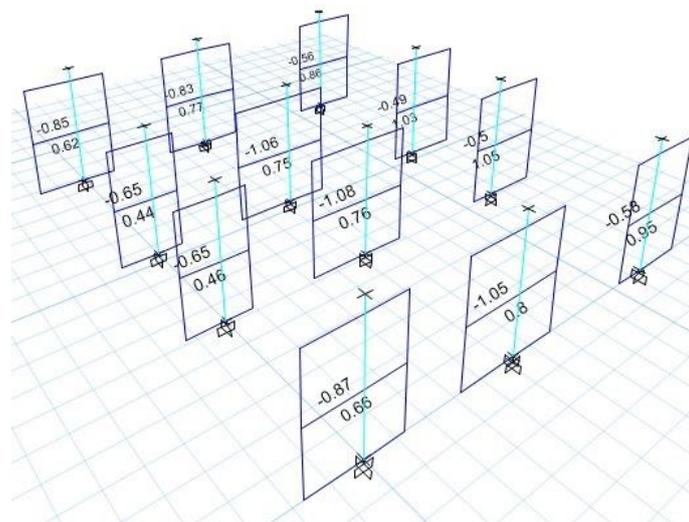
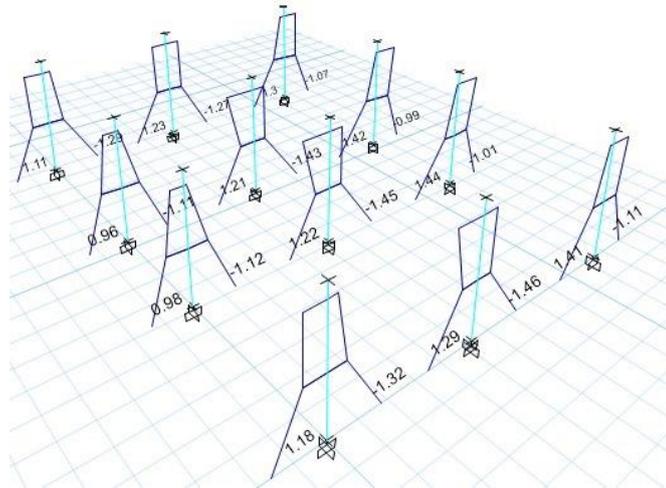


Figura 3.10. Fuerza cortante en columnas [Ton] (Autores)



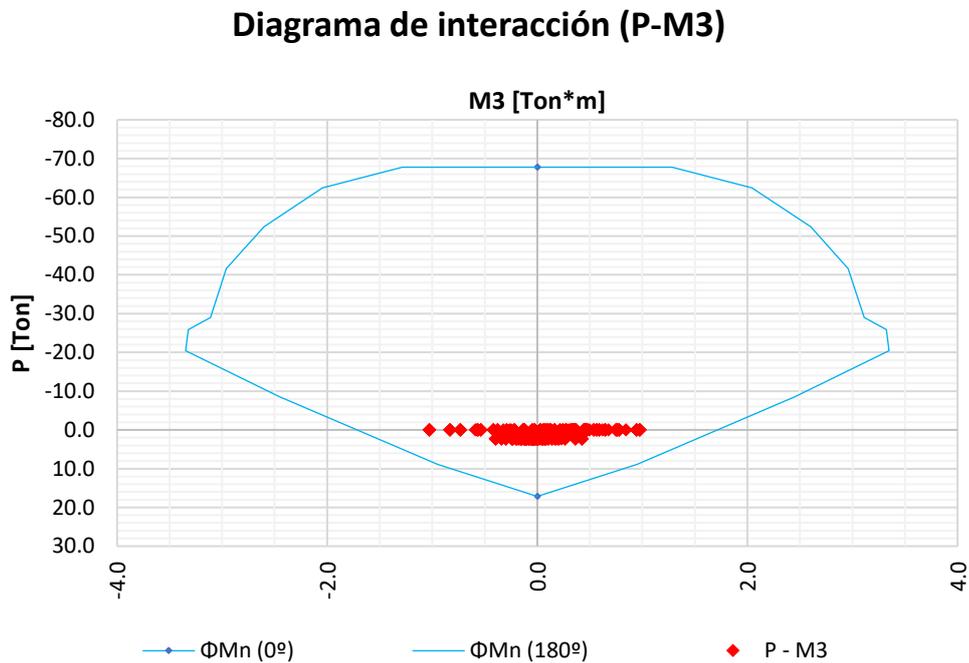
**Figura 3.11. Momento flector en columnas [Ton] (Autores)**

Debido a la demanda, se realizó el diseño para determinar el acero longitudinal y transversal:

**Tabla 3.16. Resumen de columna (Autores)**

Sección		Acero Longitudinal	Acero Transversal	Separación [mm]
b[mm]	h[mm]			
250	250	4 $\phi$ 12	$\phi$ 10	100-150-100

Para verificar que la sección sea óptima para el diseño, se realiza el diagrama de interacción.



**Figura 3.12. Diagrama de interacción de columna (Autores)**

### 3.2.4 Estado límite de servicio

Se verifica el criterio establecido por el IBC 2018 constatando por medio de la combinación de carga de servicio que las deformaciones verticales no excedan el máximo desplazamiento permitido.

Este código establece que para pisos el desplazamiento vertical máximo debe ser menor a la relación establecida por la ecuación:

**Ecuación 3.3. Deflexión vertical máxima para elementos de entrepiso**

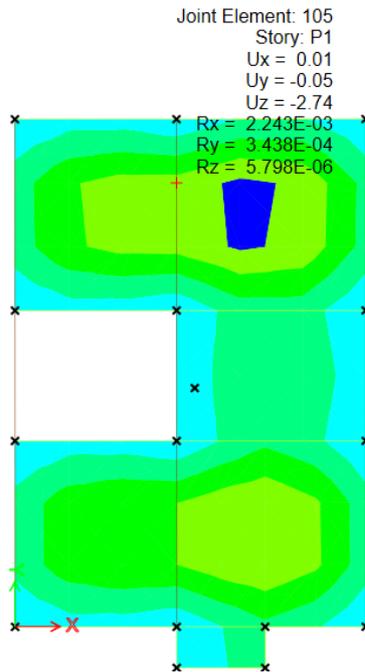
$$\Delta_z = \frac{l}{240}$$

Donde:

$\Delta_z$  = Deflexión vertical

$l$  = Longitud del elemento estructural

A continuación, se presentan los desplazamientos obtenidos por medio del software de análisis.



**Figura 3.13. Deformación de losa [mm] (Autores)**

Siendo la deformación vertical máxima existente por cargas de servicio igual a 2.74mm menor a la establecida por la relación  $L/240 = 3170/240 = 13.21\text{mm}$ , el entrepiso cumple con el estado límite de servicio.

**Tabla 3.17. Resumen de losa nervada (Autores)**

Ubicación	Sección		Acero Longitudinal	Acero Transversal	Separación [mm]
	b[mm]	h[mm]			
Losa nervada 1er piso	100	150	2 $\phi$ 12	$\phi$ 10	200

### 3.2.5 Análisis modal

Se realizó un análisis modal para verificar si la edificación presentase torsión frente a un evento sísmico, además de que se controló el periodo y se verificó como establece la NEC 2015 la participación de masas, lo cual se puede observar en la Tabla 3.18.

**Tabla 3.18. Participación de masa modal (Autores)**

Case	Mode	Period	UX	UY	SumUX	SumUY	RZ
		sec					
Modal	1	0.26	0.82	0.00	0.82	0.00	0.00
Modal	2	0.25	0.00	0.74	0.82	0.74	0.00
Modal	3	0.23	0.00	0.00	0.82	0.74	0.76
Modal	4	0.18	0.00	0.08	0.82	0.82	0.06
Modal	5	0.14	0.00	0.09	0.82	0.91	0.00
Modal	6	0.13	0.03	0.00	0.85	0.91	0.00
Modal	7	0.11	0.00	0.00	0.85	0.91	0.01
Modal	8	0.11	0.00	0.00	0.85	0.91	0.01
Modal	9	0.11	0.00	0.00	0.85	0.91	0.00
Modal	10	0.10	0.15	0.00	1.00	0.91	0.00
Modal	11	0.09	0.00	0.07	1.00	0.98	0.04
Modal	12	0.08	0.00	0.02	1.00	1.00	0.09

De acuerdo con la Tabla 3.18, se constata que la estructura tiene un nivel del 100% de participación de la masa modal en las direcciones horizontales principales de acuerdo con NEC-2015, Sección 6.2.2.e. Además de que su periodo fundamental de vibración es de 0.26s.

### 3.2.6 Cálculo del período de la estructura

Para determinar el periodo de la estructura, se sigue los lineamientos según la NEC-2015, sección 6.3.3.

#### Ecuación 3.4. Periodo de vibración (NEC-SE-DS, 2015)

$$T = C_t * H_n^\alpha$$

Donde:

$T$  = Periodo de vibración

$H_n$  = Altura de la edificación

$C_t$  = Coeficiente que depende del tipo de edificación

$$T = 0.26s$$

Tabla 3.19. Parámetro para determinar el periodo (NEC-SE-DS, 2015)

Tipo de estructura	$C_t$	$\alpha$
<b>Estructuras de acero</b>		
Sin arriostramientos	0.072	0.8
Con arriostramientos	0.073	0.75
<b>Pórticos especiales de hormigón armado</b>		
Sin muros estructurales ni diagonales rigidizadoras	0.055	0.9
Con muros estructurales o diagonales rigidizadoras y para otras estructuras basadas en muros estructurales y mampostería estructural	0.055	0.75

Según el requerimiento de la NEC-2015, el periodo por el análisis dinámico no debe superar el 30% del valor del periodo de vibración anteriormente calculado.

El periodo que se obtiene del modelo es de 0.26s

$$T_{m\acute{a}x} = 1.3 * T = 0.34s$$

$$0.34s > 0.26s$$

### 3.2.7 Análisis de deriva límite de la estructura

Según NEC-15, Peligro Sísmico, 4.2.2, se debe verificar que cualquier edificación frente al sismo de diseño debe tener una deriva máxima del 2%.

Tabla 3.20. Deriva máxima (NEC-SE-DS, 2015)

Estructuras de:	$\Delta_M$ máxima (sin unidad)
Hormigón armado, estructuras metálicas y de madera	0.02
De mampostería	0.01

A continuación, se presentan los resultados de las derivas en sentido X y Y:

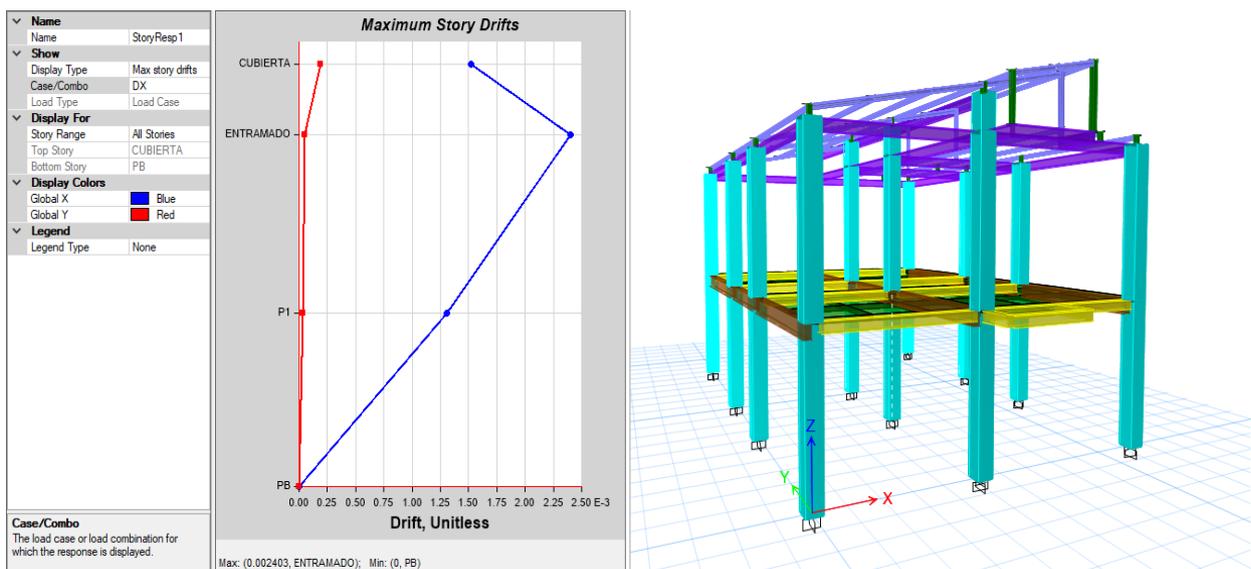
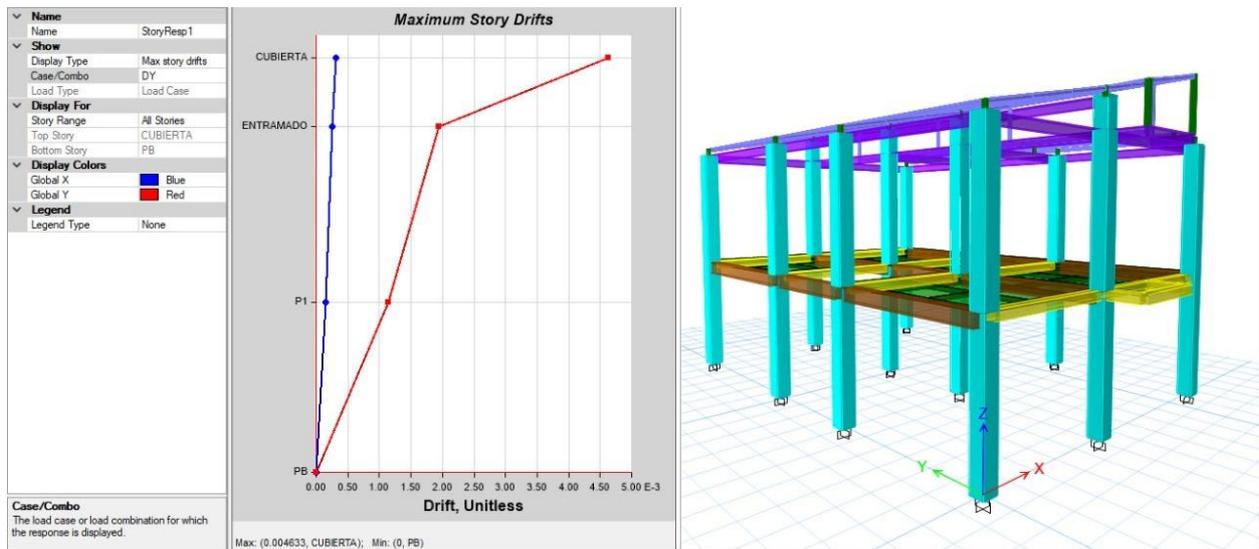


Figura 3.14. Deriva máxima en X (Autores)

$$\text{Deriva en X, } \Delta E = 0.0024, \Delta M = \Delta E * 0.75 * R = 0.0024 * 0.75 * 3 = 0.005 < 0.02; \text{ ok}$$

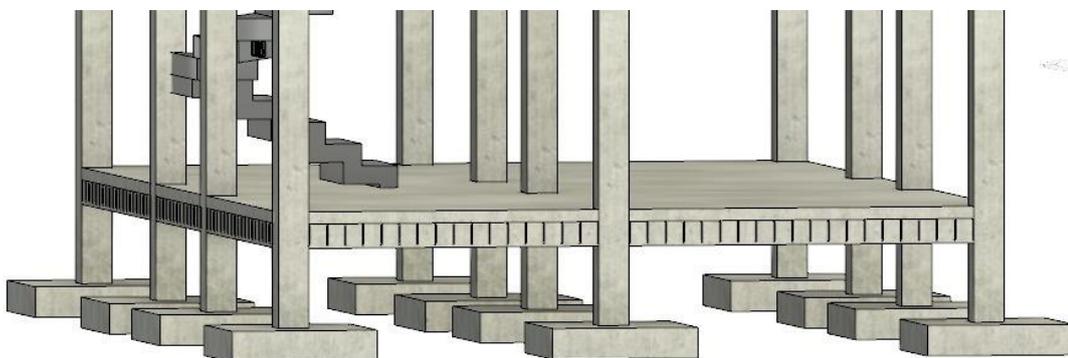


**Figura 3.15. Deriva máxima en Y (Autores)**

*Deriva en Y,  $\Delta E=0.00463$ ,  $\Delta M= \Delta E*0.75*R=0.00463*0.75*3= 0.01 < 0.02$ ; ok*

### 3.2.8 Cimentación

La cimentación propuesta consta de zapatas de 1.20x1.20m y una zapata central de 1.30x1.30m, ambas con un espesor de 0.25m. Las columnas que descargan a la subestructura son de 0.25x0.25m, las cuales serán consideradas para el análisis de punzonamiento.



**Figura 3.16. Cimentación vivienda hormigón armado (Autores)**

### 3.2.8.1 Capacidad de carga del suelo

Con las dimensiones propuestas se determinó la capacidad de carga del suelo.

El estrato de suelo consta de un peso específico de  $15 \text{ kN/m}^3$ . Es un material cohesivo, en condiciones no drenada y se considera únicamente su valor de resistencia al esfuerzo cortante no drenado.

#### Ecuación 3.5. Capacidad de carga para zapata cuadradas (Das, 2013)

$$q_{ult} = 1.3c'N_c + qN_q + 0.4\gamma BN_\gamma$$

Donde:

$B$  = Ancho de la zapata

$q$  = Capacidad última del suelo

$\gamma$  = Densidad del suelo

$c'$  = Cohesión del suelo

$$q = \gamma * D_f$$

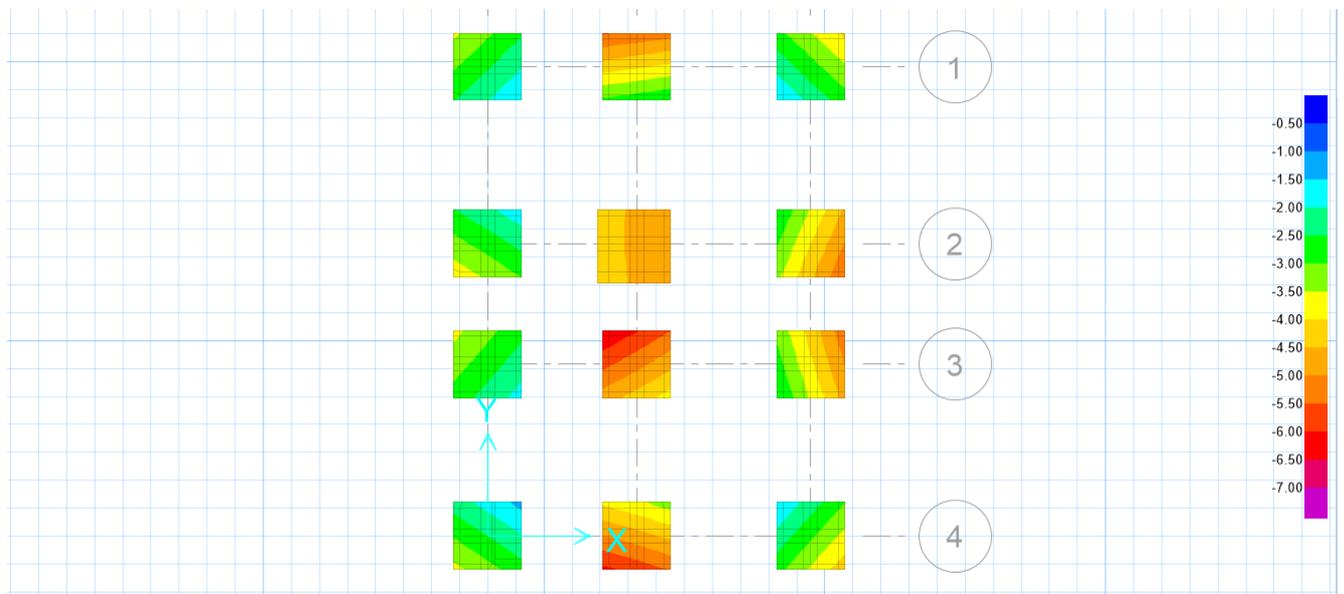
$N_c, N_q, N_\gamma$  = Factores de capacidad de carga adimensionales

Usando un factor de seguridad de 2.5 y con la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**Ecuación 3.14 (capacidad última) se obtiene la capacidad admisible del suelo.

$$q_{adm} = 7.9 \text{ ton/m}^2$$

### 3.2.8.2 Esfuerzo de contacto

Mediante un programa de elementos finitos se determinó el esfuerzo de contacto de cada zapata de la subestructura.



**Figura 3.17. Esfuerzo de contacto vivienda de hormigón armado [Ton/m<sup>2</sup>] (Autores)**

El esfuerzo de contacto máximo presente en la cimentación es de 6.51 Ton/m<sup>2</sup>, siendo este menor al esfuerzo admisible calculado en la sección anterior, el cual es de 7.9 Ton/m<sup>2</sup>. Por lo tanto, las dimensiones propuestas no exceden la resistencia máxima del suelo.

### 3.2.8.3 Asentamientos

Para determinar los asentamientos se verifica si el suelo está normalmente o sobreconsolidado.

**Tabla 3.21. Determinación de suelo (OCR) (Autores)**

Relación de sobreconsolidación	Suelo
OCR=1	Normalmente consolidado
OCR>1	Sobreconsolidado

Debido a que la relación de sobre consolidación (OCR) es 1.2 y es mayor a 1, el suelo es sobreconsolidado.

Para determinar el esfuerzo efectivo inicial, se debe tener en cuenta los siguientes parámetros.

**Tabla 3.22. Parámetros para determinar esfuerzo efectivo inicial (Autores)**

Variable	Valor	Unidades
Peso específico del suelo ( $\gamma_s$ )	15	$kN/m^3$
Peso específico del suelo ( $\gamma_{agua}$ )	9.81	$kN/m^3$
Dimensiones de la zapata	1300x1300x25	mm
Nivel freático*	1	m
Altura del estrato	10	m

\*Tener en cuenta que el nivel freático está 1m debajo de la superficie.

Para determinar el asentamiento por sobreconsolidación se determina el esfuerzo efectivo inicial.

**Ecuación 3.6. Esfuerzo efectivo inicial (Autores)**

$$\sigma'_{vo} = \sum \gamma * H$$

Donde:

$\gamma$  = Densidad del suelo

$H$  = Altura del estrato de suelo

$$\sigma'_{vo} = 38.36 \text{ kN/m}^2$$

Para determinar el esfuerzo de preconsolidación, se usa la relación de sobreconsolidación

**Ecuación 3.7. Relación de sobreconsolidación (Das, 2013)**

$$OCR = \frac{\sigma'_c}{\sigma'_{vo}}$$

Lo cual se obtiene el esfuerzo de preconsolidación

$$\sigma'_c = 46.03 \text{ kN/m}^2$$

Para determinar el esfuerzo efectivo final, se usan los siguientes parámetros.

**Tabla 3.23. Parámetro para determinar el esfuerzo de contacto (Autores)**

Variable	Valor	Unidades
Peso específico del suelo ( $\gamma_{\text{hormigón}}$ )	2400	$kg/m^3$
P (descarga de la columna)	10	ton
Dimensiones de la zapata	1300x1300x25	mm
Presión de poros ( $u_0$ )*	0	$kN/m^2$
Profundidad de desplante ( $D_f$ )	60	cm

\*Debido a que el nivel freático está por debajo de la cimentación. La presión de poros es  $0 kN/m^2$ .

Para determinar el esfuerzo de contacto se usa la siguiente fórmula.

**Ecuación 3.8. Esfuerzo de contacto (Das, 2013)**

$$q = \frac{P * w_f}{A} - u_0$$

Una vez calculado el esfuerzo de contacto, se calcula el esfuerzo efectivo final.

**Ecuación 3.9. Esfuerzo efectivo final (Das, 2013)**

$$\sigma'_{vf} = \sigma'_{vo} + \Delta\sigma_v = 40.95 kN/m^2$$

Debido a que  $\sigma'_{vo} < \sigma'_{vf} < \sigma'_c$ , se usa la siguiente fórmula para determinar el asentamiento por sobreconsolidación.

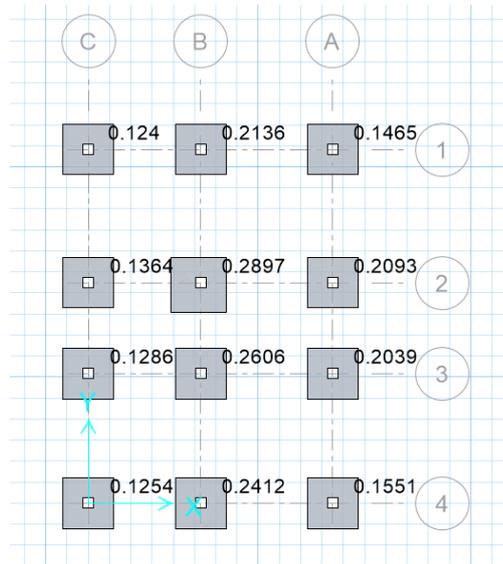
**Ecuación 3.10. Asentamiento (Das, 2013)**

$$\delta = \frac{C_s}{1 + e_0} * H * \log\left(\frac{\sigma'_{vf}}{\sigma'_{vo}}\right) = 9mm$$

El asentamiento máximo existente es de 9mm, siendo este menor al establecido por la normativa NEC-SE-GC 2014, el cual establece asentamientos máximos permisibles de 20mm.

### 3.2.9 Punzonamiento

Mediante un programa de elementos finitos se consideró a las columnas de 0.25x0.25m, para el cálculo del punzonamiento.



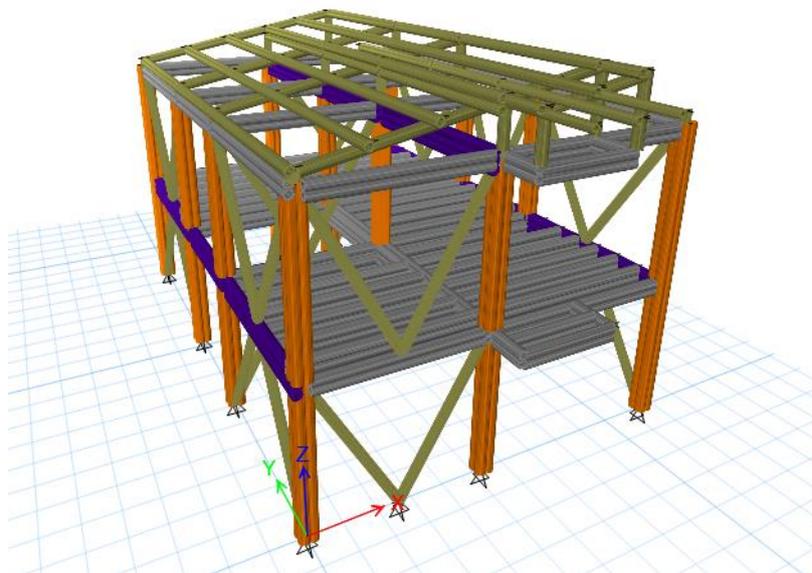
**Figura 3.18. Relación de punzonamiento en la subestructura de la vivienda de hormigón armado (Autores)**

La relación de punzonamiento no debe exceder a 1. Dado que ninguna zapata excede este valor, se da por satisfactoria las dimensiones propuestas para el criterio de punzonamiento.

### 3.3 Diseño de edificación de Bahareque

El diseño de la vivienda se realizó basándose en las normativas expuestas en el capítulo 2. El análisis estructural se obtuvo mediante un programa de elementos finitos el cual, mediante las propiedades del material, las secciones y la forma de la estructura determina las fuerzas principales de diseño.

Los elementos estructurales estarán compuestos por una sección hueca (forma de la caña Guadua) para vigas y columnas que puede estar compuesta por varias filas y columnas. Para la cimentación se considerará una zapata cuadrada de hormigón armado.



**Figura 3.19. Modelo analítico de la vivienda de Bahareque (Autores)**

#### 3.3.1 Resistencia de los materiales

Se debe cumplir con los requisitos de calidad establecidos en la NEC-SE-GUADÚA 2016 para poder tomar como referencia las siguientes propiedades:

### Esfuerzos admisibles y módulos de elasticidad

De acuerdo con recomendaciones de la normativa se debe utilizar el módulo de elasticidad  $E_{0.5}$  para el análisis estructural, mientras que el  $E_{\min}$  debe ser empleado para el cálculo de los coeficientes  $C_L$  y  $C_p$ . Como criterio para diseño conservador se asumió para todos los casos de análisis el  $E_{\min}$ .

**Tabla 3.24. Módulos de elasticidad (NEC-SE-GUADÚA, 2016)**

Módulo percentil 5 $E_{0.5}$ (MPa)	Módulo percentil 5 $E_{0.05}$ (MPa)	Módulo mínimo $E_{\min}$ (MPa)
12.000	7.500	4.000

Los esfuerzos admisibles son descritos a continuación:

**Tabla 3.25. Esfuerzos admisibles con contenido de humedad del 12% (NEC-SE-GUADÚA, 2016)**

$F_b$ (MPa)	$F_t$ (MPa)	$F_c \parallel$ (MPa)	$F_p^* \perp$ (MPa)	$F_v$ (MPa)
15	19	14	1.4	1.2

Donde:

$F_b$  = Esfuerzo admisible a Flexión

$F_t$  = Esfuerzo admisible a Tracción

$F_b \parallel$  = Esfuerzo admisible a Compresión longitudinal.

$F_p^* \perp$  = Esfuerzo admisible a compresión transversal.

$F_v$  = Esfuerzo admisible a Corte.

Estos valores de esfuerzos admisibles son modificados por factores que consideran la razón de tamaño, imperfecciones permisibles en la caña, entre otras que dependerán de la estructura y del elemento.

Finalmente, el esfuerzo admisible que se debe usar para el diseño obedece a la siguiente ecuación:

**Ecuación 3.11. Esfuerzo admisible modificado (NEC-SE-GUADÚA, 2016)**

$$F'_i = F_i C_D C_m C_t C_L C_r C_p C_c$$

Donde

$F'_i$  = Esfuerzo admisible modificado

$F_i$  = Esfuerzo admisible

$C_D$  = Coeficiente de modificación por duración de carga

$C_m$  = Coeficiente de modificación por contenido de humedad

$C_t$  = Coeficiente de modificación por temperatura

$C_L$  = Coeficiente de modificación por estabilidad lateral de vigas

$C_r$  = Coeficiente de modificación por redistribución de cargas

$C_p$  = Coeficiente de modificación por estabilidad de columnas

$C_c$  = Coeficiente de modificación por cortante

Se describe a continuación los valores de estos coeficientes generales:

**Tabla 3.26. Coeficiente de modificación por carga  $C_D$  (NEC-SE-GUADÚA, 2016)**

Duración de carga	Flexión	Tracción	Compresión 	Compresión ⊥	Corte	Carga de diseño
Permanente	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	Muerta
Diez años	1	1	1	0.9	1	Viva
Dos meses	1.15	1.15	1.15	0.9	1.15	Construcción
Siete días	1.25	1.25	1.25	0.9	1.25	
Diez minutos	1.6	1.6	1.6	0.9	1.6	Viento y Sismo
Impacto	2	2	2	0.9	2	Impacto

**Tabla 3.27. Coeficiente de modificación por contenido de humedad  $C_m$  (NEC-SE-GUADÚA, 2016)**

Esfuerzos		CH ≤ 12%	CH = 13%	CH = 14%	CH = 15%	CH = 16%	CH = 17%	CH = 18%	CH ≥ 19%
Flexión	Fb	1	0.96	0.91	0.87	0.83	0.79	0.74	0.7
Tracción	Ft	1	0.97	0.94	0.91	0.89	0.86	0.83	0.8
Compresión	Fc	1	0.96	0.91	0.87	0.83	0.79	0.74	0.7
Compresión ⊥	Fp	1	0.97	0.94	0.91	0.89	0.86	0.83	0.8
Corte	Fy	1	0.97	0.94	0.91	0.89	0.86	0.83	0.8
Módulo de elasticidad	E0.5	1	0.99	0.97	0.96	0.94	0.93	0.91	0.9
	E0.05								
	Emin								

Tabla 3.28. Coeficiente de modificación por temperatura  $C_t$  (NEC-SE-GUADÚA, 2016)

Esfuerzos		Condiciones de servicio	$C_t$		
			$T \leq 37C$	$37C \leq T \leq 52C$	$52C \leq T \leq 65C$
Flexión	Fb	Húmedo	1.0	0.6	0.4
		Seco		0.85	0.6
Tracción	Ft	Húmedo		0.85	0.8
		Seco		0.9	
Compresión $\parallel$	Fc	Húmedo		0.65	0.4
		Seco		0.8	0.6
Compresión $\perp$	Fp	Húmedo		0.8	0.5
		Seco		0.9	0.7
Corte	Fy	Húmedo		0.65	0.4
		Seco		0.8	0.6
Módulo de elasticidad	E	Húmedo	0.8	0.8	
		Seco	0.9		

### 3.3.2 Diseño a flexión en vigas

El método de diseño aplicado para elementos de caña Guadua se establece por medio de esfuerzos admisibles, por lo que ningún elemento estructural debe superar a este valor. Adicional, debido a que la caña Guadua es un material bastante resistente pero flexible, se debe considerar el estado límite de servicio.

A continuación, se presentan las fuerzas principales actuantes:

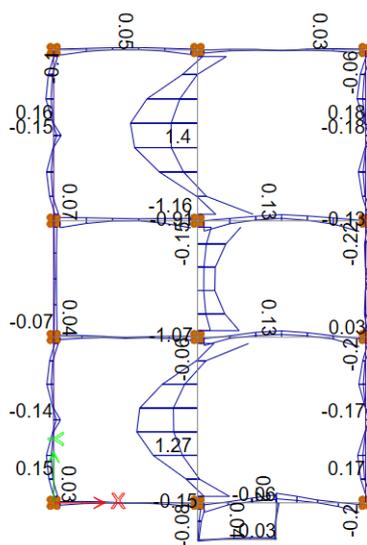
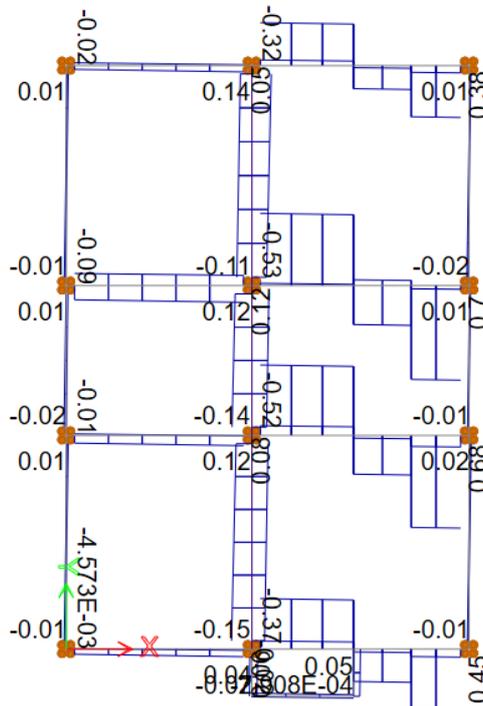


Figura 3.20. Momentos flectores en vigas del primer piso [Ton-m] (Autores)





**Figura 3.23. Fuerza cortante en vigas del entramado [Ton] (Autores)**

A continuación, se muestra el diseño de la viga más crítica:

**Tabla 3.29. Diseño a flexión de viga principal crítica (Autores)**

FLEXIÓN			
H/D	2	cm/cm	No requiere soporte lateral
C <sub>D</sub>	0.9	0.90	Coefficiente de modificación por duración de la carga
C <sub>m</sub>	1		Coefficiente de modificación por contenido de humedad
C <sub>t</sub>	1		Coefficiente de modificación por temperatura.
C <sub>L</sub>	1		Coefficiente de modificación por estabilidad lateral de vigas.
C <sub>F</sub>	1		Coefficiente de modificación por forma.
C <sub>r</sub>	1		Coefficiente de modificación por distribución de cargas.
C <sub>c</sub> (Lvs/h es mayor 15=1)	1		Coefficiente de modificación por cortante.
f <sub>b</sub>	137.66	Kgf/cm <sup>2</sup>	Esfuerzo admisible modificado a flexión.
f <sub>b</sub>	70.01	Kgf/cm <sup>2</sup>	Esfuerzo a flexión actuante.
D/C	50.9%		Demanda/Capacidad <100%

**Tabla 3.30. Diseño a cortante de la viga principal crítica (Autores)**

<b>CORTANTE</b>			
V <sub>cal</sub>	879.76	Kg	Cortante de cálculo
C <sub>D</sub>	0.9	0.90	Coeficiente de modificación por duración de la carga
C <sub>m</sub>	1		Coeficiente de modificación por contenido de humedad
C <sub>t</sub>	1		Coeficiente de modificación por temperatura.
C <sub>L</sub>	1		Coeficiente de modificación por estabilidad lateral de vigas.
C <sub>F</sub>	1		Coeficiente de modificación por forma.
C <sub>r</sub>	1		Coeficiente de modificación por distribución de cargas.
C <sub>c</sub> (Lvs/h es mayor 15=1)	1		Coeficiente de modificación por cortante.
F <sub>v</sub> '	11.01	Kg/cm <sup>2</sup>	Esfuerzo admisible modificado para corte.
F <sub>v</sub>	6.22	Kg/cm <sup>2</sup>	Esfuerzo cortante
D/C	56.5%		Demanda/Capacidad<100%

**Tabla 3.31. Verificación de aplastamiento de la viga principal crítica (Autores)**

<b>APLASTAMIENTO</b>			
b	40	cm	Ancho de apoyo, donde descansa la viga principal (>= Diámetro exterior).
C <sub>m</sub>	1	0.93	Coeficiente de modificación por contenido de humedad
C <sub>t</sub>	1		Coeficiente de modificación por temperatura.
C <sub>L</sub>	1		Coeficiente de modificación por estabilidad lateral de vigas.
C <sub>F</sub>	1		Coeficiente de modificación por forma.
C <sub>r</sub>	1		Coeficiente de modificación por distribución de cargas.
C <sub>c</sub> (Lvs/h es mayor 15=1)	0.93		Coeficiente de modificación por cortante.
C-relleno o C-vacío	SI		
F <sub>p</sub> '	13.28	Kg/cm <sup>2</sup>	Esfuerzo admisible modificado para corte transversal.
t <sub>promedio</sub> =	9.52	cm	Espesor promedio en función de los culmos utilizados.
F <sub>p</sub>	17.38	Kg/cm <sup>2</sup>	Esfuerzo aplicable.
F <sub>p</sub>	10.94	Kg/cm <sup>2</sup>	Esfuerzo al aplastamiento según la demanda relleno de mortero o taco de madera.
D/C	82.4%		Demanda/Capacidad<100%

**Tabla 3.32. Diseño a tensión viga principal crítica (Autores)**

TENSIÓN			
Cm	0.9	0.90	Coeficiente de modificación por contenido de humedad
Ct	1		Coeficiente de modificación por temperatura.
CL	1		Coeficiente de modificación por estabilidad lateral de vigas.
CF	1		Coeficiente de modificación por forma.
Cr	1		Coeficiente de modificación por distribución de cargas.
Cc (Lvs/h es mayor 15=1)	1		Coeficiente de modificación por cortante.
F't	174.37	Kg/cm2	Esfuerzo admisible modificado para corte transversal.
Fuerza sismo	1000	kgf	Tracción por efecto de sismo.
Ft	3.57	Kg/cm2	
D/C	2.1%		Demanda/Capacidad<100%

Las secciones finales se mostrarán en la sección de anexos en los planos correspondientes.

### 3.3.3 Diseño a flexo-compresión en columnas

En conformidad con lo establecido por la normativa, el diseño a flexo-compresión obedece a la siguiente ecuación:

**Ecuación 3.12: Diseño a flexo-compresión (NEC-SE-GUADÚA, 2016)**

$$\frac{f_c}{F'_c} + \frac{k_m f_b}{F'_b}$$

Donde:

$f_c$  = Esfuerzo de compresión paralela a la fibra actuante, en MPa

$F'_c$  = Esfuerzo de compresión paralela a la fibra admisible, modificado, en MPa

$f_b$  = Esfuerzo a flexión actuante, en MPa

$F'_b$  = Esfuerzo a flexión admisible modificado, en MPa

$k_m$  = Coeficiente de magnificación de momentos, Ecuación 22 de la NEC-SE-GUADÚA 2016

A continuación, se presentan las fuerzas actuantes:

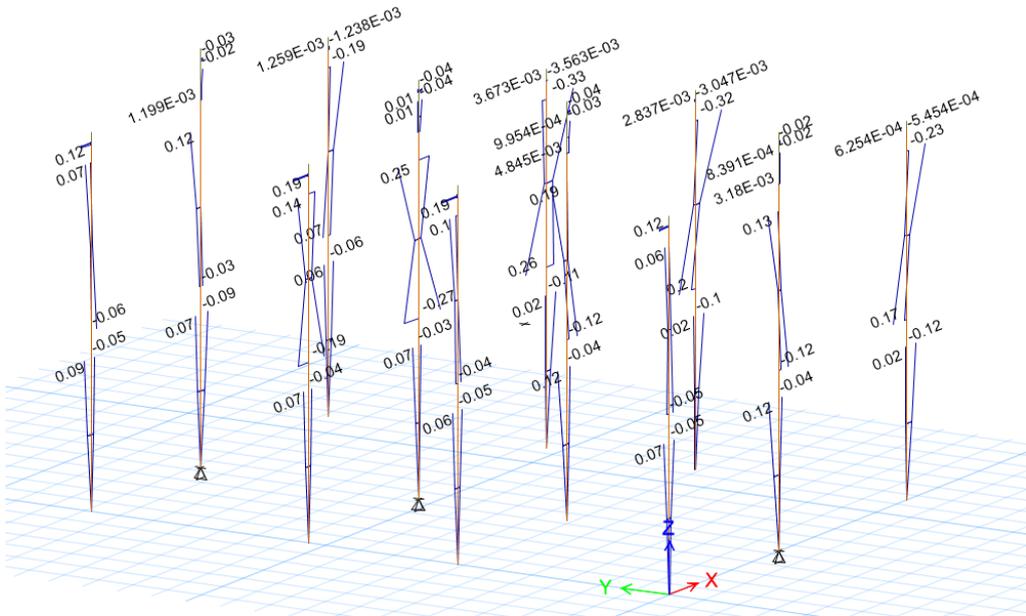


Figura 3.24. Momentos flectores en columnas [Ton-m] (Autores)

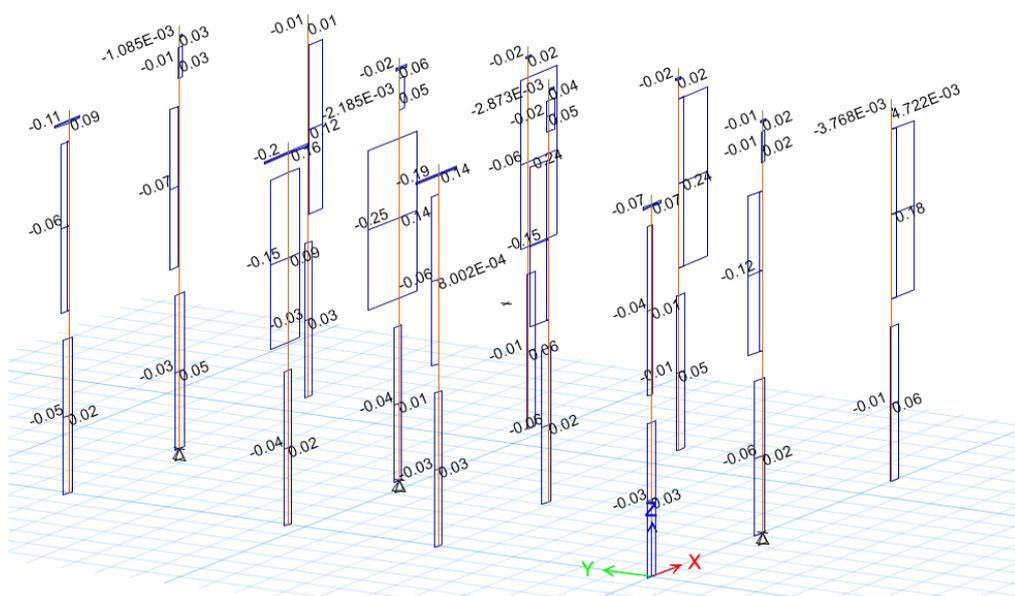
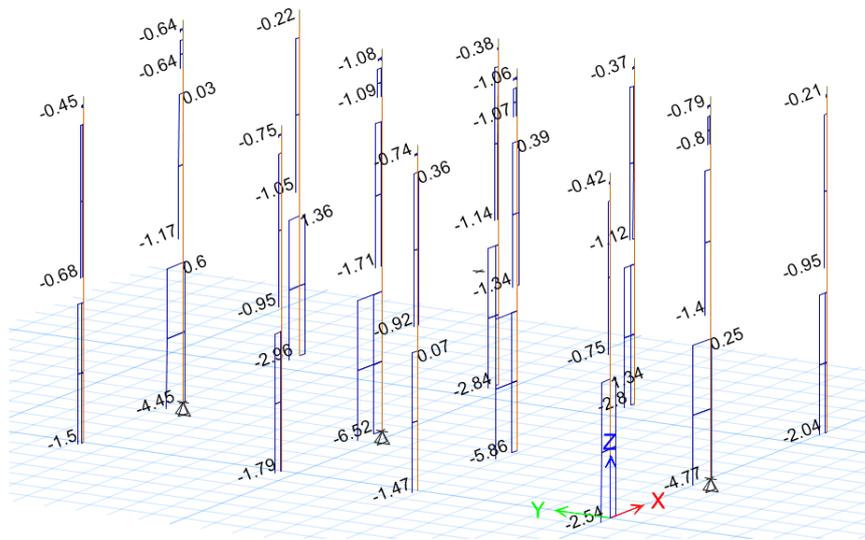


Figura 3.25. Fuerza cortante en columnas [Ton] (Autores)



**Figura 3.26. Fuerza axial en columnas [Ton] (Autores)**

Para la determinación de la sección, se escogió la columna crítica y se procedió a realizar el diseño.

**Tabla 3.33. Diseño a compresión axial (Autores)**

COMPRESIÓN AXIAL			
$C_D$	0.9		Coefficiente de modificación por duración de la carga
$C_m$	0.83		Coefficiente de modificación por contenido de humedad.
$C_t$	1		Coefficiente de modificación por temperatura.
$C_F$	1	0.34	Coefficiente de modificación por forma.
$C_r$	1		Coefficiente de modificación por distribución de cargas.
$C_c$ (Lvs/h es mayor 15=1)	1		Coefficiente de modificación por cortante.
$C_P$	0.45		Coefficiente de modificación por estabilidad de columnas.
$C$	0.8		Valor para cualquier sección.
$f'_c$	106.64	Kgf/cm <sup>2</sup>	Esfuerzo admisible a la compresión paralela a las fibras, modificado sin $C_P$
$F_{CE}$	56.24		
$F_{CE}/F'_c$	0.53		
$L_{columna}$	3	m	Altura de la columna.
$k$	2		Coefficiente de longitud efectiva
$L_e$	6	m	Longitud efectiva
$l_{x-x}$	84.61		Relación esbeltez del elemento x-x. (<150)

$I_{y-y}$	84.61		Relación esbeltez del elemento y-y. (<150)
$f'_c$	47.99	Kgf/cm <sup>2</sup>	Esfuerzo admisible a la compresión paralela a las fibras, modificado con CP.
$C_k$	102.40		Esbeltez $C_k$ , límite entre columnas.
$C_{columna}$	INTERMEDIA		Clasificación de columnas.
$f_c$	46.40	Kgf/cm <sup>2</sup>	Esfuerzo de compresión paralelo a la fibra actuante.
D/C	96.7%		Demanda sobre capacidad <100%

**Tabla 3.34. Diseño a flexo-compresión de la columna crítica (Autores)**

FLEXO-COMPRESIÓN			
$N_{cr}$	19663.68	kg	Carga Crítica de Euler.
$K_m$	2.05		Coefficiente de magnificación de momento.
	0.98	CORRECTO	

### 3.3.4 Estado límite de servicio

De la misma forma que en la vivienda de hormigón armado se verificó el criterio establecido por el IBC 2018 constatando por medio de la combinación de carga de servicio que las deformaciones verticales no excedan el máximo desplazamiento permitido.

Este código establece que para pisos el desplazamiento vertical máximo debe ser menor a la relación establecida por la ecuación:

**Ecuación 3.13. Deflexión vertical máxima para elementos de entrepiso (IBC, 2018)**

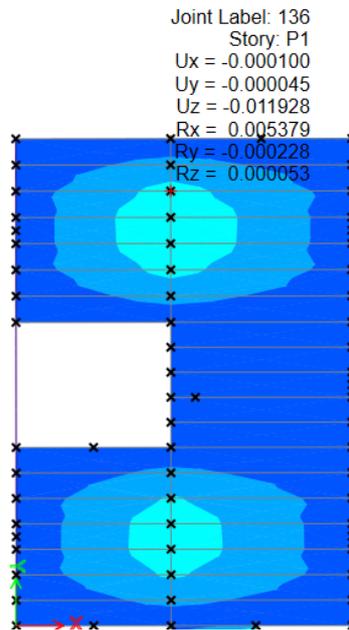
$$\Delta_z = \frac{l}{240}$$

Donde:

$\Delta_z$  = Deflexión vertical

$l$  = Longitud del elemento estructural.

A continuación, se presentan los desplazamientos obtenidos por medio del software de análisis.



**Figura 3.27. Deformación vertical máxima [m] (Autores)**

Siendo la deformación vertical máxima existente por cargas de servicio igual a 11.9mm menor a la establecida por la relación  $L/240 = 3170/240 = 13.21$  mm, el entrepiso cumple con el estado límite de servicio.

### 3.3.5 Análisis modal

Se realizó un análisis modal para verificar si la edificación presentará torsión frente a un evento sísmico, además de que se controló el periodo y se verificó como establece la NEC 2015 la participación de masas:

**Tabla 3.35. Participación de masa modal (Autores)**

Caso	Modo	Periodo	UX	UY	$\Sigma$ UX	$\Sigma$ UY	RZ
Modal	1	0.28	0.88	0.00	0.88	0.00	0.00
Modal	2	0.27	0.01	0.30	0.88	0.30	0.00
Modal	3	0.20	0.10	0.00	0.98	0.30	0.15
Modal	4	0.18	0.01	0.11	0.99	0.42	0.32
Modal	5	0.17	0.00	0.58	0.99	1.00	0.07
Modal	6	0.16	0.00	0.00	0.99	1.00	0.44
Modal	7	0.10	0.00	0.00	0.99	1.00	0.00
Modal	8	0.10	0.00	0.00	0.99	1.00	0.00
Modal	9	0.09	0.00	0.00	1.00	1.00	0.01
Modal	10	0.09	0.00	0.00	1.00	1.00	0.00

De acuerdo con la Tabla 3.35, se constata que la estructura tiene un nivel del 100% de participación de la masa modal en las direcciones horizontales principales de acuerdo con NEC-2015, Sección 6.2.2.e. Además de que su periodo fundamental de vibración es de 0.28s.

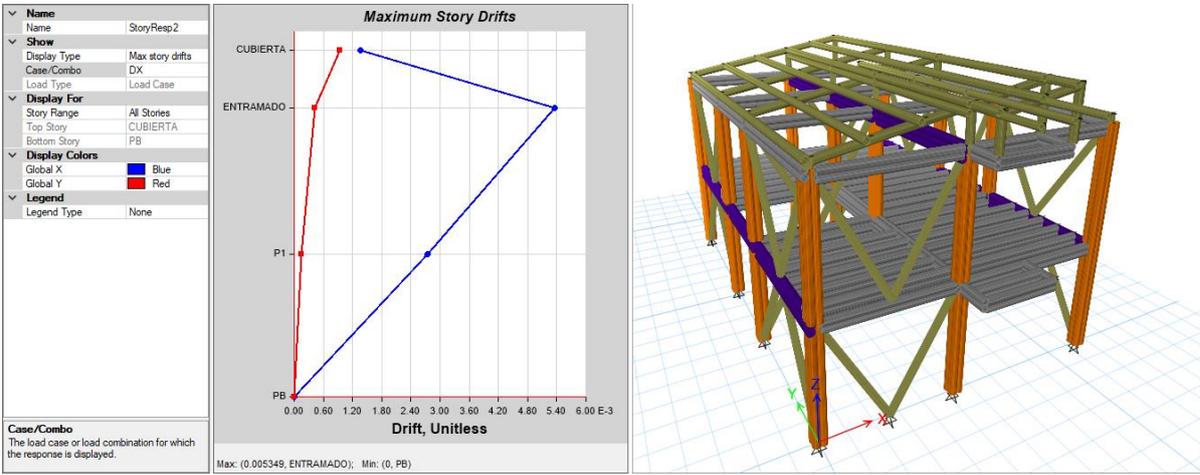
**3.3.6 Análisis de deriva límite de la estructura:**

Según NEC-15, Peligro Sísmico, 4.2.2, se debe verificar que cualquier edificación frente al sismo de diseño debe tener una deriva máxima del 2%.

**Tabla 3.36. Deriva máxima (NEC-SE-DS, 2015)**

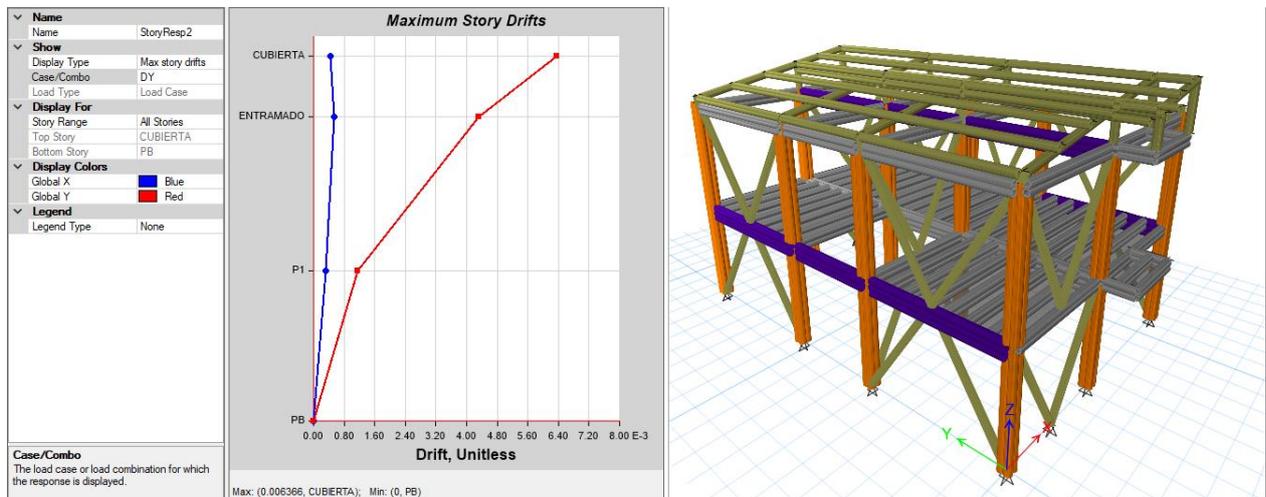
Estructuras de:	$\Delta_M$ máxima (sin unidad)
Hormigón armado, estructuras metálicas y de madera	0.02
De mampostería	0.01

A continuación, se presentan los resultados de las derivas en sentido X y Y:



**Figura 3.28. Deriva máxima en X (Autores)**

*Deriva en X,  $\Delta E=0.0053$ ,  $\Delta M= \Delta E*0.75*R=0.0053*0.75*2= 0.008 < 0.02$ ; ok*



**Figura 3.29. Deriva máxima en Y (Autores)**

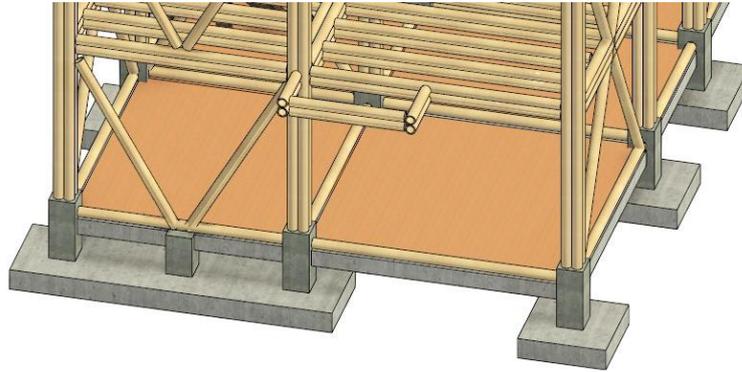
*Deriva en Y,  $\Delta E=0.0063$ ,  $\Delta M= \Delta E*0.75*R=0.0063*0.75*2= 0.009 < 0.02$ ; ok*

Dado que la deriva presente en la estructura es incluso menor que el 1% se puede prever que para un sismo con un periodo de retorno de 475 años la mampostería no sufrirá daños ni tampoco la estructura principal.

### 3.3.7 Cimentación

La cimentación propuesta consta de zapatas de 1.00x1.00m y columnas conformadas por 4 cañas *Guadua angustifolia Kunth* (GaK) de 0.12m de diámetro exterior y 0.014m de espesor. Estas columnas descargan a dados de hormigón armado de 30x30cm, los cuales transmiten la carga a la subestructura. Estos dados serán considerados para el análisis de punzonamiento.

Como se puede observar en la figura 3.31 debajo de las soleras de caña *Guadua* se debe colocar un sobrecimiento el cual será de bloque con el fin de separar los muros del terreno natural para evitar el contacto de la estructura de caña *Guadua* con el agua.



**Figura 3.30. Cimentación propuesta para vivienda de bahareque (Autores)**

### 3.3.7.1 Capacidad de carga del suelo

Con las dimensiones propuestas se determinó la capacidad de carga del suelo. El estrato de suelo consta de un peso específico de  $15 \text{ kN/m}^3$ . Es un material cohesivo, en condiciones no drenada y se considera únicamente su valor de resistencia al esfuerzo cortante no drenado.

#### **Ecuación 3.14. Capacidad de carga para zapata cuadradas (Das, 2013)**

$$q_{ult} = 1.3c'N_c + qN_q + 0.4\gamma BN_\gamma$$

Donde:

$B$  = Ancho de la zapata

$q$  = Capacidad última del suelo

$\gamma$  = Densidad del suelo

$c'$  = Cohesión del suelo

$$q = \gamma * D_f$$

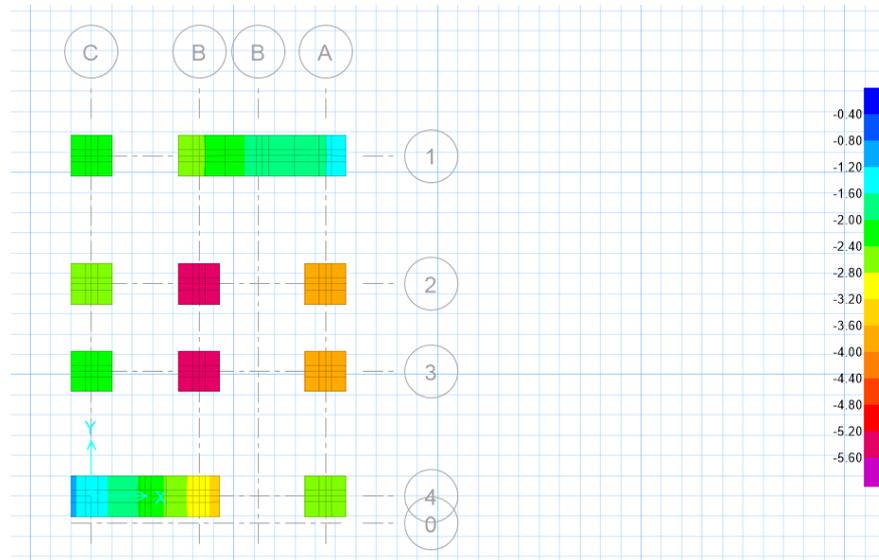
$N_c, N_q, N_\gamma$  = Factores de capacidad de carga adimensionales

Usando un factor de seguridad de 2.5 y con la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**Ecuación 3.14 (capacidad última) se obtiene la capacidad admisible del suelo.

$$q_{adm} = 7.9 \text{ ton/m}^2$$

### 3.3.7.2 Esfuerzo de contacto

Se analizó el esfuerzo de contacto que genera la cimentación al suelo.



**Figura 3.31. Esfuerzo de contacto vivienda de Bahareque [Ton/m<sup>2</sup>] (Autores)**

El esfuerzo máximo presente en la estructura es de 5.6 Ton/m<sup>2</sup>. Este valor no excede al esfuerzo máximo admisible del suelo, el cual es de 7.9 Ton/m<sup>2</sup>. Por lo que la cimentación propuesta no supera a la resistencia del suelo.

### 3.3.7.3 Asentamientos

Para determinar los asentamientos se verifica si el suelo está normalmente o sobreconsolidado.

**Tabla 3.37. Determinación de suelo (OCR) (Autores)**

Relación de sobreconsolidación	Suelo
OCR=1	Normalmente consolidado
OCR>1	Sobreconsolidado

Debido a que la relación de sobre consolidación (OCR) es 1.2 y es mayor a 1, el suelo es sobreconsolidado.

Para determinar el esfuerzo efectivo inicial, se debe tener en cuenta los siguientes parámetros.

**Tabla 3.38. Parámetros para determinar esfuerzo efectivo inicial (Autores)**

Variable	Valor	Unidades
Peso específico del suelo ( $\gamma_s$ )	15	$kN/m^3$
Peso específico del suelo ( $\gamma_{agua}$ )	9.81	$kN/m^3$
Dimensiones de la zapata	1000x1000x25	mm
Nivel freático*	1	m
Altura del estrato	10	m

\*Tener en cuenta que el nivel freático está 1m debajo de la superficie.

Para determinar el asentamiento por sobreconsolidación se determina el esfuerzo efectivo inicial.

**Ecuación 3.15. Esfuerzo efectivo inicial (Autores)**

$$\sigma'_{vo} = \sum \gamma * H$$

Donde:

$\gamma$  = Densidad del suelo

$H$  = Altura del estrato de suelo

$$\sigma'_{vo} = 38.36 \text{ kN/m}^2$$

Para determinar el esfuerzo de preconsolidación, se usa la relación de sobreconsolidación

**Ecuación 3.16. Relación de sobreconsolidación (Das, 2013)**

$$OCR = \frac{\sigma'_c}{\sigma'_{vo}}$$

Lo cual se obtiene el esfuerzo de preconsolidación

$$\sigma'_c = 46.03 \text{ kN/m}^2$$

Para determinar el esfuerzo efectivo final, se usan los siguientes parámetros:

**Tabla 3.39. Parámetro para determinar el esfuerzo de contacto (Autores)**

Variable	Valor	Unidades
Peso específico del suelo ( $\gamma_{\text{hormigón}}$ )	2400	$kg/m^3$
P (descarga de la columna)	6.6	ton
Dimensiones de la zapata	1000x1000x25	mm
Presión de poros ( $u_0$ )*	0	$kN/m^2$
Profundidad de desplante ( $D_f$ )	60	cm

\*Debido a que el nivel freático está por debajo de la cimentación. La presión de poros es  $0 kN/m^2$ .

Para determinar el esfuerzo de contacto se usa la siguiente fórmula

**Ecuación 3.17. Esfuerzo de contacto (Das, 2013)**

$$q = \frac{P * w_f}{A} - u_0$$

Una vez calculado el esfuerzo de contacto, se calcula el esfuerzo efectivo final.

**Ecuación 3.18. Esfuerzo efectivo final (Das, 2013)**

$$\sigma'_{vf} = \sigma'_{vo} + \Delta\sigma_v = 40.88 kN/m^2$$

Debido a que  $\sigma'_{vo} < \sigma'_{vf} < \sigma'_c$ , se usa la siguiente fórmula para determinar el asentamiento por sobreconsolidación.

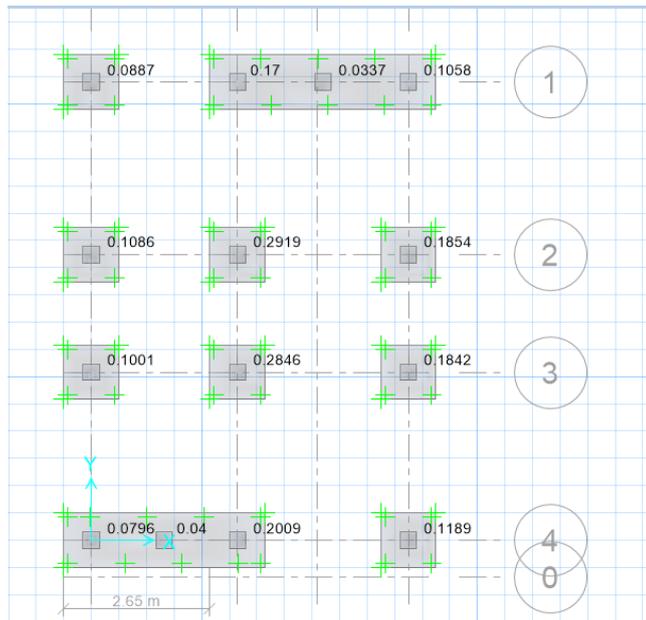
**Ecuación 3.19. Asentamiento (Das, 2013)**

$$\delta = \frac{C_s}{1 + e_0} * H * \log\left(\frac{\sigma'_{vf}}{\sigma'_{vo}}\right) = 8mm$$

El asentamiento máximo existente es de 8mm, siendo este menor al establecido por la normativa NEC-SE-GC 2014, el cual establece asentamientos máximos permisibles de 20mm.

### 3.3.8 Punzonamiento

La cimentación de las columnas de caña Guadua estará conformada por dados, los cuales tendrán una dimensión de 30x30cm. En base a esto se procede a verificar el fallo por punzonamiento en las zapatas.



**Figura 3.32. Relación de punzonamiento en la subestructura de la vivienda de bahareque (Autores)**

De acuerdo con la figura anterior, ninguna zapata supera el valor de 1, por lo que ninguna está fallando por punzonamiento.

### 3.4 Análisis no lineal estático

#### 3.4.1 Vivienda de hormigón armado

Para la realización del análisis no lineal (Pushover) se debe diseñar los elementos estructurales de la vivienda siguiendo las normativas vigentes y se debe tener en consideración que los elementos deben cumplir con sus propiedades mecánicas.

El análisis se lo realizó en un programa elementos finitos, lo cual se debe colocar a los elementos su correspondiente propiedad, acero, rótulas y tener en consideración que las vigas trabajan a momento (M3) y las columnas a carga axial y momento (P-M2-M3).

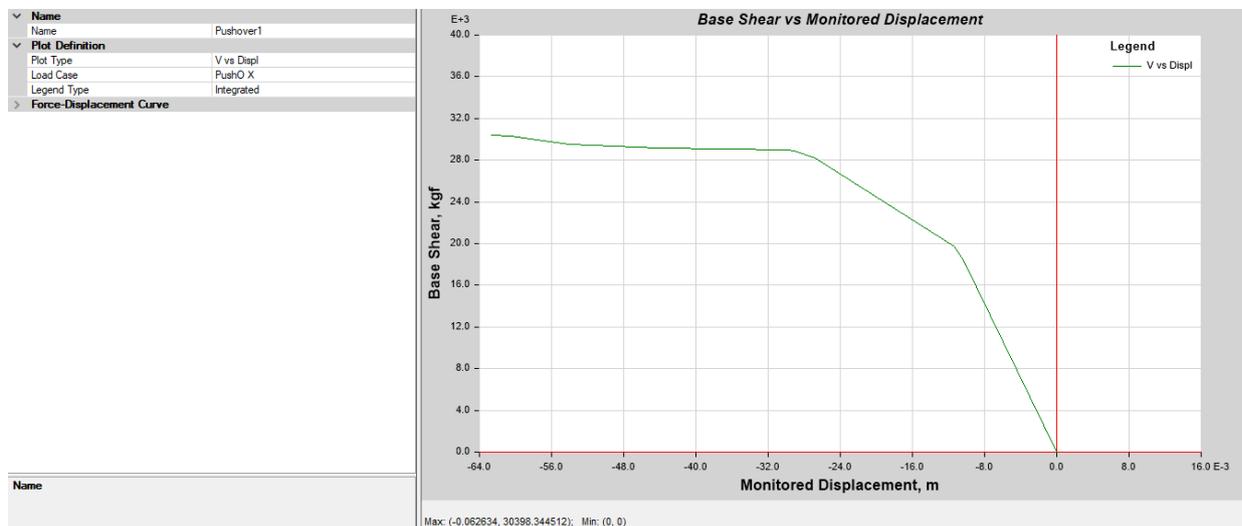


Figura 3.33. Fuerza cortante vs desplazamiento dirección X (Autores)

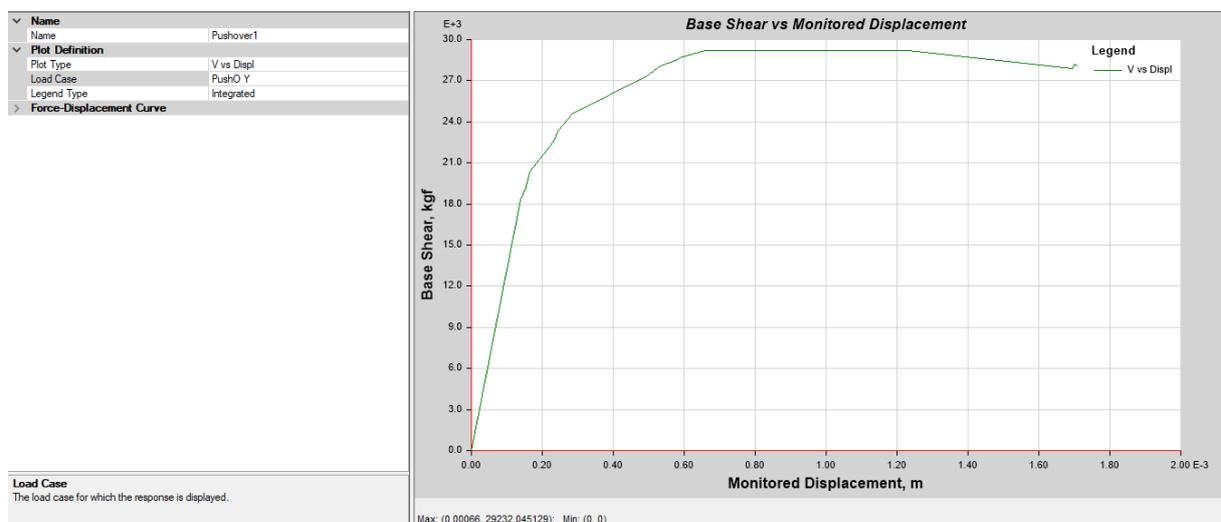


Figura 3.34. Fuerza cortante vs desplazamiento dirección Y (Autores)

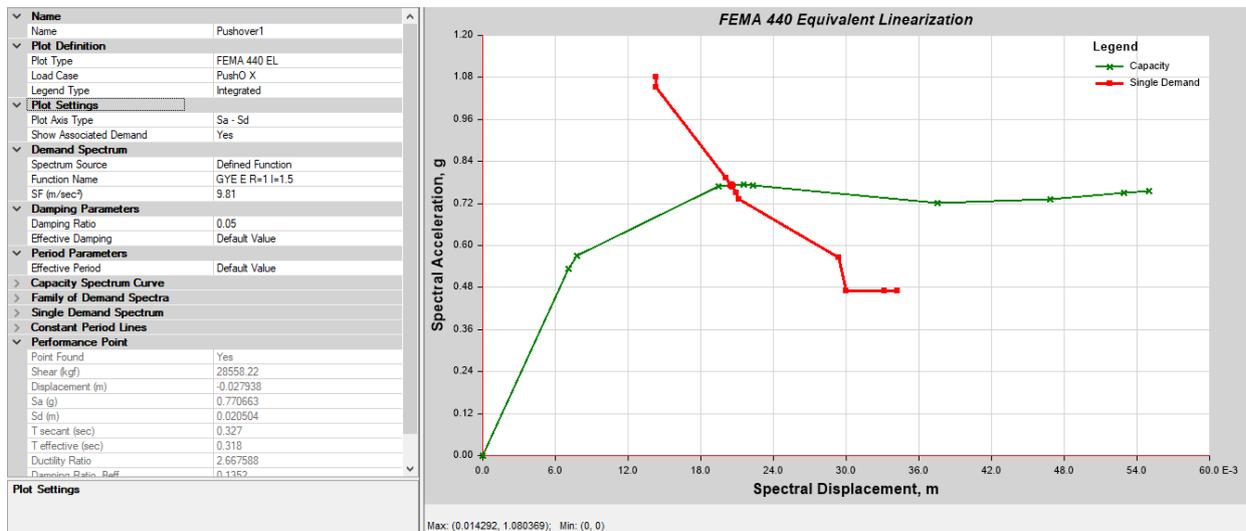


Figura 3.35. Aceleración vs desplazamiento dirección X (Autores)

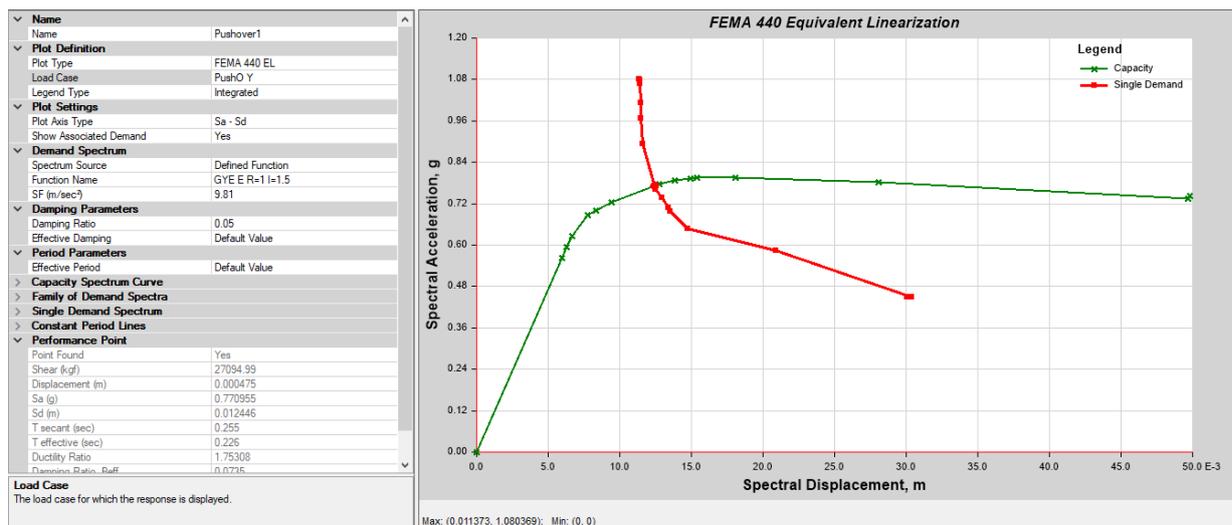
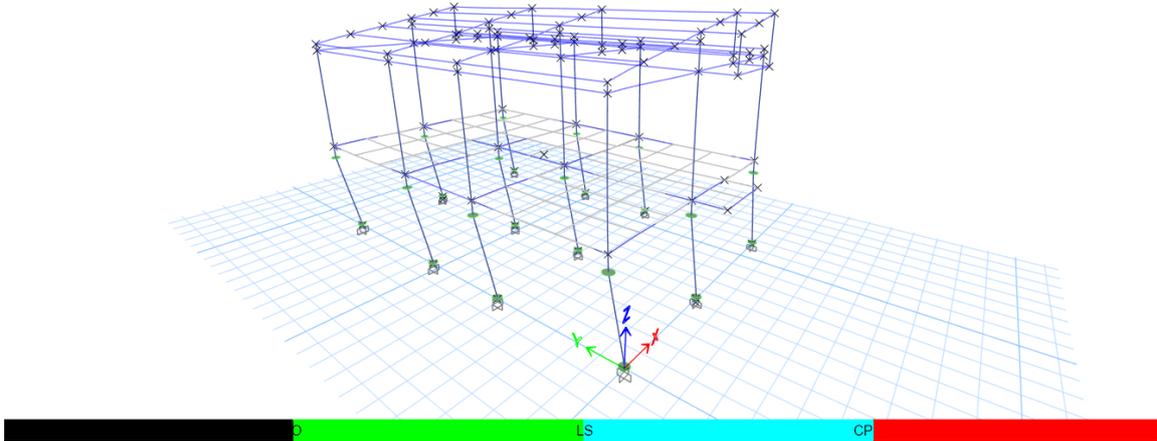


Figura 3.36. Aceleración vs desplazamiento dirección Y (Autores)

Debido a que se realizó un análisis de la estructura en 3D se obtiene como resultado en la Figura 3.33 que mediante una fuerza de 31Ton se obtiene un desplazamiento de 63mm en la dirección en X y en la Figura 3.34 mediante una fuerza de 28Ton se produce un desplazamiento de 1.7mm en la dirección Y.

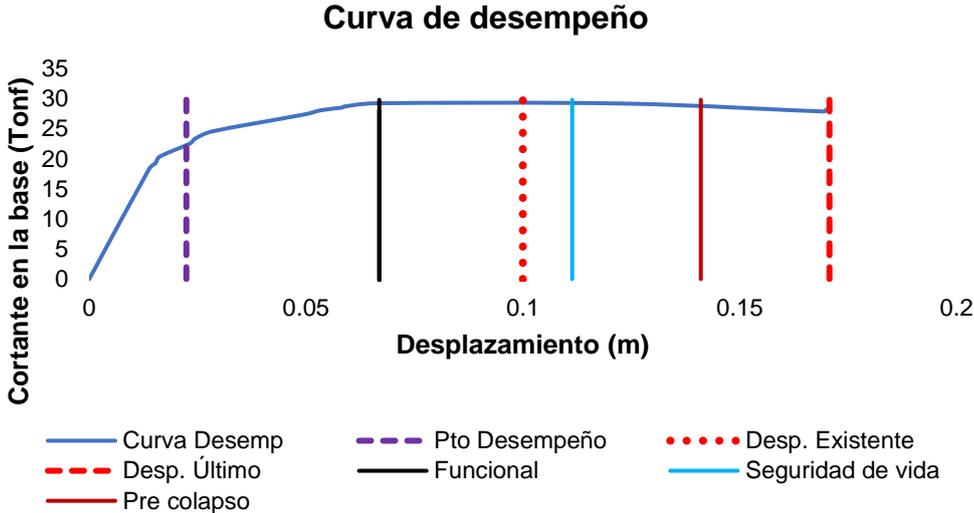
En la Figura 3.35 se observa que mediante una aceleración de 0.78g, se produce un desplazamiento de 21mm en la dirección de X y en la Figura 3.36 observa que a una aceleración que a una aceleración de 0.78g se produce en la dirección Y un desplazamiento de 12.5mm.

La ductilidad como se muestra en la Figura 3.35 es de 2.67 en la dirección X y en la Figura 3.36 una ductilidad de 1.75 en la dirección Y. Figura 1.1



**Figura 3.37. Rótulas de la vivienda de hormigón armado (Autores)**

Se observa que las rótulas se forman en las columnas, pero con menor peligro. Se analizó el nivel de desempeño sísmico considerando un sismo raro con un periodo de retorno de 475 años. Por lo que de acuerdo con la visión 2000 para una estructura de tipo no esencial, el objetivo de desempeño que debe alcanzar es seguridad de vida.



**Figura 3.38. Curva de desempeño sísmico vivienda de hormigón armado (Autores)**

Como se observa en la ilustración anterior la vivienda cumple con los objetivos de desempeño, por lo que se corrobora que el diseño propuesto es correcto y brindará todas las garantías a los usuarios de que corresponde una edificación correctamente diseñada.

### 3.4.2 Vivienda de bahareque

Para la realización del análisis no lineal (Pushover) se debe diseñar los elementos estructurales de la vivienda siguiendo las normativas vigentes y se debe tener en consideración que los elementos deben cumplir con sus propiedades mecánicas.

El análisis se lo realizó en un programa elementos finitos, lo cual se debe colocar a los elementos su correspondiente propiedad, acero, rótulas y tener en consideración que las vigas y columnas trabajan a momento (M3) y las diagonales a carga axial (P).

Se debe tener en cuenta de colocar las respectivas resistencias de los elementos estructural.

**Tabla 3.40. Resistencia de los elementos estructurales (Autores)**

Elemento estructural	Resistencia
Columna 2C2F	36262.99 kg*cm
Viga 2C3F	235942.36 kg*cm
Viga 1C3F	37671.41 kg*cm
Viga 1C2F	799997.41 kg*cm
Diagonal 1C1F	2663.47 kg

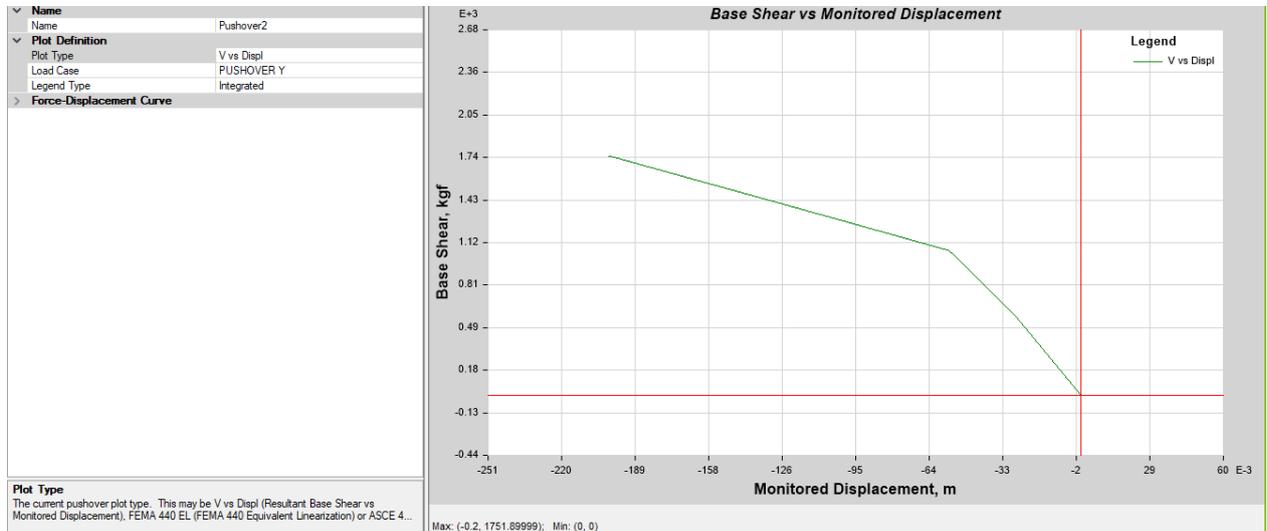


Figura 3.39. Fuerza cortante vs desplazamiento dirección Y (Autores)

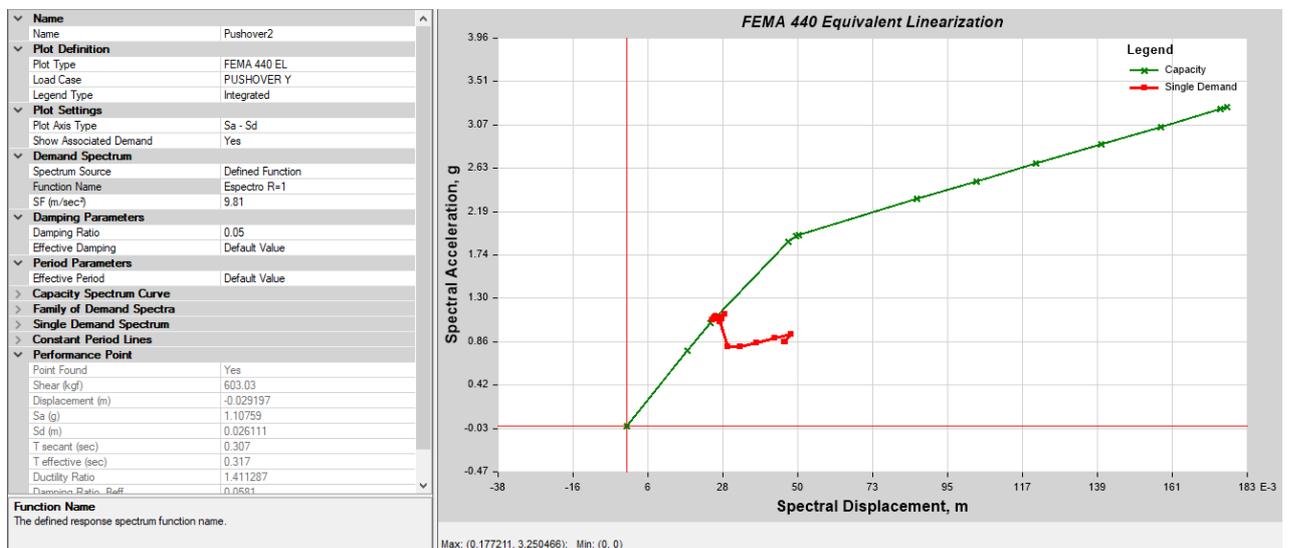


Figura 3.40. Aceleración vs desplazamiento dirección Y (Autores)

Debido a que se realizó un análisis de la estructura de un pórtico que posee diagonales se obtiene como resultado en la

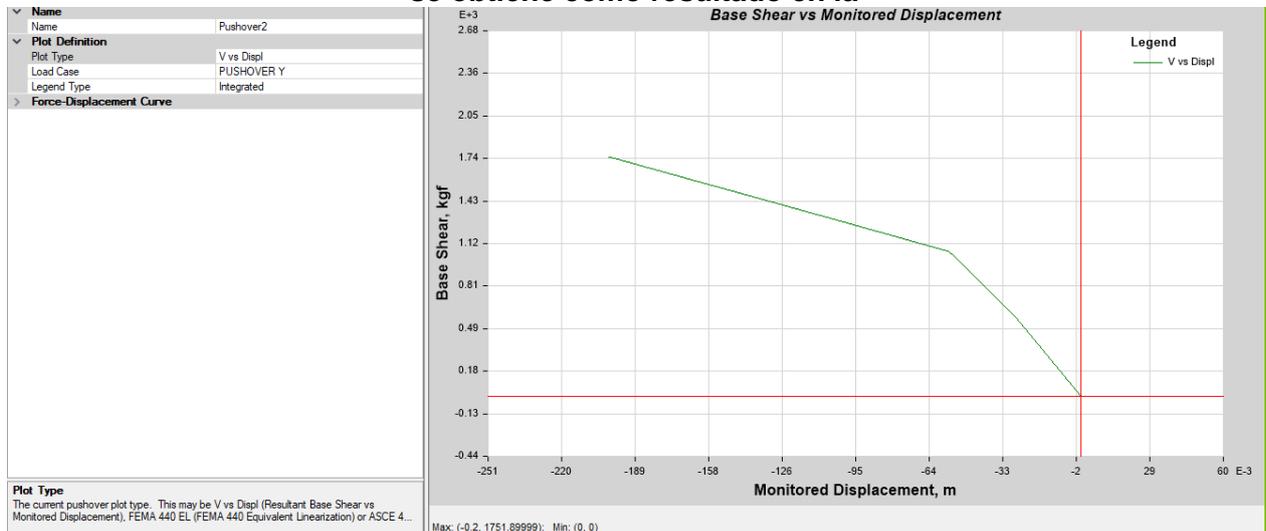


Figura 3.39 que mediante una fuerza de 1.74Ton se obtiene un desplazamiento de 200mm en la dirección en Y.

En la Figura 3.40 se observa que mediante una aceleración de 1.10g, se produce una un desplazamiento de 25mm en la dirección de Y.

La ductilidad como se muestra en la Figura 3.40 es de 1.41 en la dirección Y.Figura 1.1

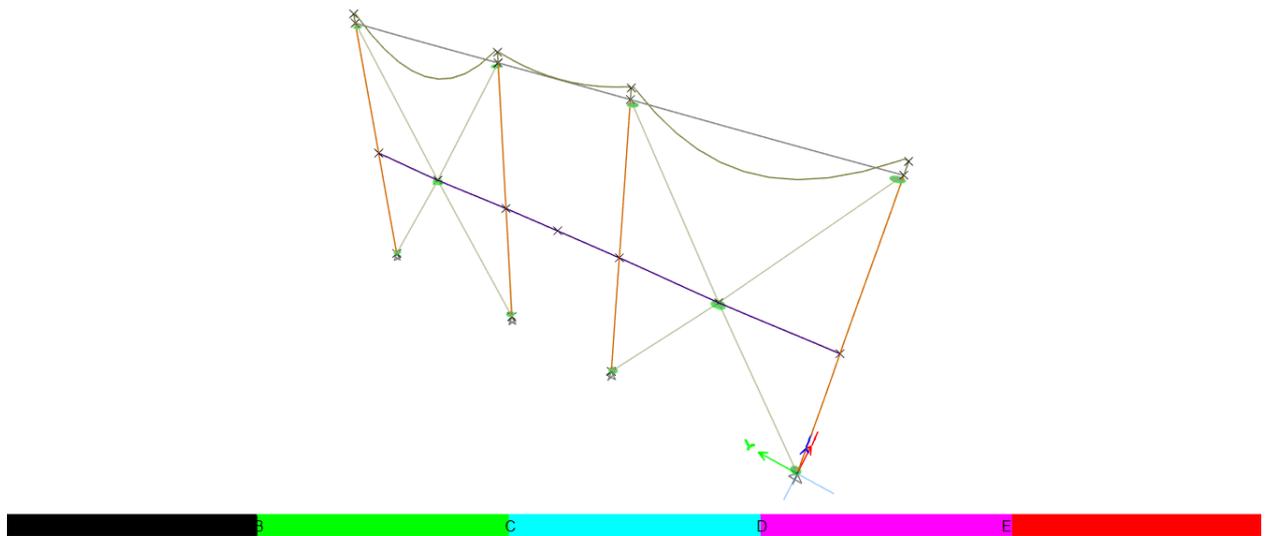
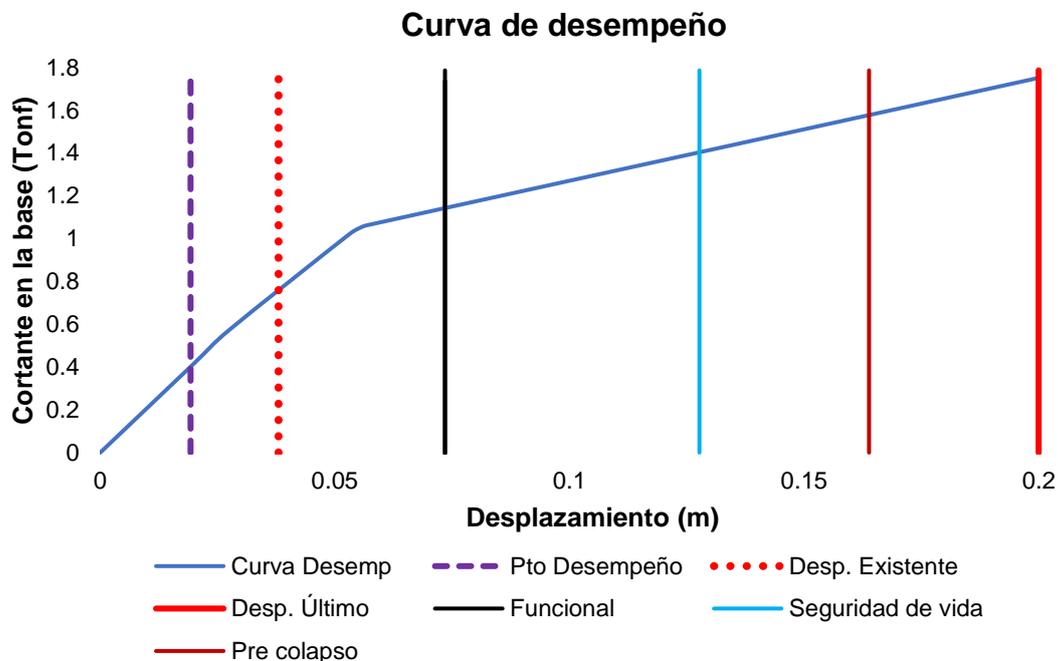


Figura 3.41. Rótulas de la vivienda de bahareque (Autores)

Se observa que las rótulas se forman en las diagonales, después en las vigas y terminando en las columnas.

De igual manera se analizó el nivel de desempeño de la vivienda de bahareque considerando el mismo sismo descrito anteriormente.



**Figura 3.42. Curva de desempeño sísmico vivienda de bahareque (Autores)**

Al igual que la edificación anterior se esperaría como objetivo de desempeño un nivel de seguridad de vida, pero en este caso, con el diseño propuesto la edificación ha alcanzado un nivel funcional, por lo que se esperaría que no existan daños estructurales y medianos daños en elementos no estructurales. De esta forma se puede verificar que este tipo de edificaciones son muy resistentes frente a eventos sísmicos, por lo que considerarlas para viviendas de interés social corresponde una alternativa que puede ser potenciada.

### 3.5 Especificaciones técnicas

#### 3.5.1 Hormigón estructural $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$

- **Descripción**

Para la elaboración del hormigón para los elementos estructurales, se usará el tambor de la mezcladora, lo cual se coloca una cierta cantidad de agua antes de los elementos secos en el siguiente orden: agregados gruesos, cemento, arena y el faltante de agua.

La velocidad que girará el tambor se lo determina por las especificaciones del fabricante.

- **Mano de obra y maquinaria**

El equipo de trabajo para la elaboración del hormigón estructural está comprendido por peón y albañil; y las maquinarias que se usarán son la concretera y vibrador de manguera.

- **Materiales**

**Agregado grueso.-** El agregado grueso para el hormigón estructural, debe seguir los lineamientos de la norma INEN 872 o ASTM 33, lo cual deberán seguir las características como granulometría, peso específico y sustancias perjudiciales.

**Agregado fino.-** El agregado fino para el hormigón estructural, debe seguir los lineamientos de la norma INEN 872, lo cual deberán seguir las características como granulometría, peso específico e impurezas orgánicas

**Aditivos.-** Los aditivos se los usarán para mejorar o modificar las propiedades del hormigón estructural.

**Encofrados.-** Para el encofrado de los elementos estructurales, se utilizarán madera o metal y serán impermeables al hormigón.

**Curado del hormigón.-** El agua que se usará para el curado debe ser limpia, libre de sales, materia orgánica, entre otro, y deberá seguir las especificaciones de la norma INEN 1108, lo cual se recomienda usar agua potable.

**Tabla 3.41. Rubro para hormigón estructural (Autores)**

Rubro	Descripción	Unidad
1	Hormigón estructural $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$	$\text{m}^3$

### 3.5.2 Acero de refuerzo $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$

- **Descripción**

Para este trabajo consistirá en la provisión y colocación de acero en el hormigón estructural de diferentes diámetros según lo especificado en los planos con sus características de tipo y dimensiones.

- **Mano de obra**

El equipo de trabajo para la elaboración del hormigón está comprendido por peón y albañil.

- **Materiales**

Las barras corrugadas y lisa de acero de refuerzo y malla de alambre deberán satisfacer con los lineamientos para este material:

**Tabla 3.42. Propiedades del acero de refuerzo (Autores)**

Diámetro [mm]	Área [mm <sup>2</sup> ]	Masa Kg/m
8	50	0.39
10	79	0.62
12	113	0.89
14	154	1.21
16	201	1.58
18	254	2.00
20	314	2.46
22	380	2.98
25	491	3.85
28	616	4.83
32	804	6.31

El acero de refuerzo deberá seguir las especificaciones de la norma INEN 106 para cuando se muestreará el lugar de aprovisionamiento.

Cada conjunto de acero que se provisionará será identificado con una tarjeta metálica que indique el lugar que se lo adquirió que señale el número de clase y diámetro.

Para el doblado del acero de refuerzo, se deberá realizar según lo indicado en los planos.

Para el radio mínimo de doblado, se deberá seguir los parámetros de la Tabla 3.43.

**Tabla 3.43. Diámetro de doblado (ACI 301S-16, 2018)**

Tamaño de la barra	Diámetro interno de doblado
No. 10 a No. 25	$6d_b$
Estribos de barra No. 10 a No. 16	$4d_b$
No. 29, No. 32 y No. 36	$8d_b$

**Tabla 3.44. Rubro para acero de refuerzo (Autores)**

Rubro	Descripción	Unidad
2	Acero de refuerzo $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$	kg

### 3.5.3 Caña Guadua ft = 190 kg/cm<sup>2</sup>

- **Descripción**

Para este trabajo consistirá en la provisión y colocación de caña Guadua de diferente diámetro como se muestra en los planos con sus características de tipo y dimensiones.

- **Mano de obra y maquinaria**

El equipo de trabajo para la colocación de la caña Guadua está comprendido por peón y albañil; y la maquinaria que se usará es una cortadora para determinar su respectiva longitud.

- **Materiales**

La caña Guadua se seleccionará dependiendo a su color verde claro con franjas blancas y que sea un material tierno.

La caña que poseen huecos hecho por animales o la planta comienza a secarse desde la parte superior hasta la inferior serán desechados.

El corte de la caña se realizará desde el primer nudo inferior, para evitar la acumulación de agua en el tocón y así evitar que la pudrición a corto o largo plazo.

La selección de la caña se lo realizará en base a las especificaciones técnicas del constructor, dependiendo de su diámetro y longitud.

El transporte del material se debe realizar con vehículos cuya longitud sea igual o mayor a la caña requerido por el constructor y así evitar cualquier tipo de impacto.

Cuando se vaya a realizar ruma, colocar las cañas de mayor diámetro en la parte inferior y si se apilan, la altura máxima será de 2m.

Las cañas que se vayan a usar para la construcción de alguna vivienda deberán alcanzar la humedad igual o menor a la humedad del lugar donde se lo vaya a colocar.

**Tabla 3.45. Rubro para caña Guadua (Autores)**

Rubro	Descripción	Unidad
3	Caña Guadua ft = 190 kg/cm <sup>2</sup>	u

# CAPÍTULO 4

## 4. ESTUDIO DEL IMPACTO AMBIENTAL

### 4.1 Objetivos

#### 4.1.1 Objetivo general

Evaluar el ciclo de vida que ocasionan los materiales de las viviendas de interés social de hormigón armado y bahareque en sus aspectos negativos y positivos con el fin de reducir la contaminación ambiental en las construcciones.

#### 4.1.2 Objetivos específicos

- Obtener el carbono incorporado de cada propuesta estructural mediante un análisis de ciclo de vida considerando solo el sistema resistente, para poder establecer las emisiones que generan.
- Establecer un ranking entre ambas propuestas mediante el análisis de diferentes parámetros como las fases propuestas por el ciclo de vida, límites de carbono incorporado establecidos por organismos de control ambiental para obtener la mejor alternativa y conocer de mejor manera el comportamiento de sistemas estructurales emergentes.

### 4.2 Descripción del proyecto

El proyecto comprende la comparación de una vivienda de interés social diseñada en dos sistemas constructivos, los cuales son: hormigón armado y el bahareque, por lo que se procede a realizar un análisis del ciclo de vida para poder determinar la cantidad de carbón emitido y obtener un análisis de cada fase de la construcción de la estructura.

De acuerdo con el Artículo 74 de la Constitución de Ecuador, dependiendo de la actividad para la cual son destinadas las edificaciones se deben cumplir las regularizaciones ambientales pertinentes. Para el caso de este proyecto, al ser la construcción de una vivienda donde no se supera la extensión de 10000 m<sup>2</sup> se considera como de bajo impacto.

El lugar de implantación es considerado como zona residencial. La ubicación geográfica se encuentra en la sección 1.4 del presente documento. Se describirá el proyecto en términos de cada sistema constructivo.

#### **4.2.1 Hormigón armado**

La edificación será utilizada como vivienda residencial, por lo que la estructura resistente propuesta corresponde a pórticos de hormigón armado. Dado que el alcance de este análisis es solamente la parte estructural, se procede a describir las fases de construcción de esta y sus implicaciones ambientales.

##### **Fases del proyecto:**

- **Construcción**

La estructura y subestructura principal se elaborarán de hormigón armado donde se contemplan el uso de materiales como el cemento por desempeño, considerando el cemento de uso general, agua potable del sector, arena y grava. El proceso de fabricación será el que determinen las plantas hormigón, por lo que la elaboración no va a ser in situ, sino provista por los proveedores. El impacto ambiental generado corresponderá a la utilización de recursos naturales para su fabricación, los cuales establecerá la planta de fabricación.

Dentro de los recursos que corresponden a la fundición del hormigón, se tienen las tablas de encofrado, cuarterones, alambre, clavos, sogas y demás, los cuales son obtenidos de proveedores cercanos al sitio de construcción. Además, estos materiales que dependen de su calidad pueden ser reutilizados en las diversas actividades de construcción del proyecto.

El encofrado de elementos que requieran soporte se realizará mediante soportes metálicos, los cuales se obtienen por medio de alquiler.

Para la cubierta se emplearán materiales como perfiles de acero tipo G, que serán obtenidos de igual manera de proveedores locales más cercanos.

- **Operación**

Al ser la estructura principal de hormigón armado, este no requiere de mayor mantenimiento si se han respetado los controles de calidad en el proceso de fundición. Para las cubiertas si se requiere mantenimiento para eliminar cualquier tipo de residuo que pueda taponar las tuberías de desagüe de aguas lluvias.

- **Abandono**

Frente a un abandono por cualquier tipo de situación (catástrofe natural, etc.) si la estructura principal se contempla como inhabitable debido a que sus materiales ya no cumplen con los estados límites determinados en los diseños. Ésta no puede ser utilizada y debe ser derribada. No se puede reutilizar los elementos constituidos por hormigón armado. Los otros elementos como el acero, dependiendo de su estado se puede evaluar su reutilización.

#### **4.2.2 Bahareque**

Debido a la escasez de construcciones con bahareque y la alta comercialización de este material, se escogió esta ubicación con el fin de promover este tipo de vivienda en la ciudad de Guayaquil, ya que se usa edificaciones convencionales como hormigón armado y acero estructural.

La caña Guadua cumple un rol importante en la fase de la construcción debido a que tiene una alta utilidad ecosistémica y sostenibilidad; y protege el suelo de la erosión debido a sus nutrientes que superan a los materiales convencionales. Uno de los problemas de este material es que se ve afectado por agente externo como insectos, problemas ambientales, entre otros, lo cual se debe proteger con sustancias químicas para mantener o mejorar su durabilidad.

El ministerio de Desarrollo y vivienda (MIDUVI), aceptó que el bambú es un material importante para las construcciones de vivienda sismorresistente y además está avalado por la Norma Ecuatoriana de la Construcción como un material ecológico y económico que representa a un 50% de ahorro (Bello & Villacreces, 2021).

### 4.3 Declaración ambiental del producto (EDP)

La declaración ambiental del producto es un documento donde se presenta toda la información relacionada al impacto ambiental que puede generar. Esta herramienta es de suma utilidad para conocer el producto que se está ofertando e incluso determinar medidas que reduzcan el impacto ambiental.

Para la realización de este documento se deben seguir normativas como la ISO 14025 donde se establecen todas las guías y requisitos que las empresas deben seguir para establecer su EDP (Spin, 2021).

El EDP de los materiales está comprendido por los siguientes parámetros.

#### 4.3.1 Densidad

**Tabla 4.1. Densidad de los materiales (Autores)**

Densidad	[ $kg/m^3$ ]
Hormigón	24000
Acero de refuerzo	7850
Bahareque	700

#### 4.3.2 Carbono biogénico

El carbono biogénico es la emisión del carbono debido a la combustión, descomposición, digestión, entre otros de los materiales (Forestal Maderero, 2019).

**Tabla 4.2. Carbono biogénico (Dasso Group, 2020)**

Carbono biogénico	[ $kgCO_2/kg$ ]
Hormigón	0
Acero	0
Bahareque	-1.64

### 4.3.3 Etapa del producto (A1-A3)

Comprende en la adquisición del material, transporte desde la fabricación al sitio y fabricación del material.

**Tabla 4.3. Etapa del producto de bahareque (Dasso Group, 2020)**

<b>Etapa de producto</b>	<b>[kgCO<sub>2</sub>/kg]</b>
Materia prima (A1)	0.39
Transporte (A2)	0.012
Fabricación (A3)	0.45
<b>Total</b>	<b>0.852</b>

**Tabla 4.4. Etapa del producto de hormigón armado (Cbb, 2019)**

<b>Etapa de producto</b>	<b>[kgCO<sub>2</sub>/kg]</b>
<b>Total</b>	<b>0.122</b>

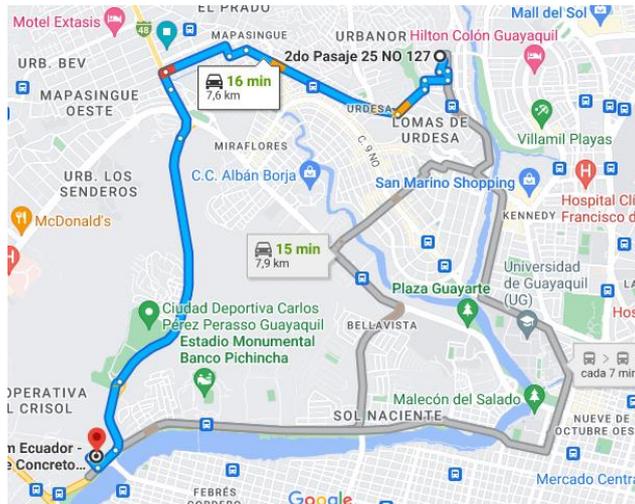
**Tabla 4.5. Etapa del producto de acero de refuerzo (Aceros AZA S.A., 2017)**

<b>Etapa de producto</b>	<b>[kgCO<sub>2</sub>/kg]</b>
<b>Total</b>	<b>0.767</b>

### 4.3.4 Etapa de construcción (A4)

Esta etapa comprende el traslado del material al sitio y construcción.

Para ello se determina la distancia de donde se adquiere los materiales de construcción de las viviendas que son aproximadamente 8km.



**Figura 4.1. Distancia de traslado de material (Google Earth, 2022)**

**Tabla 4.6. Etapa de construcción de bahareque (Dasso Group, 2020)**

<b>Etapa de transporte</b>	<b>[kgCO<sub>2</sub>/kg]</b>
Etapa del proceso de construcción	0.00136

**Tabla 4.7. Etapa de construcción de hormigón armado (Cbb, 2019)**

<b>Etapa de transporte</b>	<b>[kgCO<sub>2</sub>/kg]</b>
Etapa del proceso de construcción	0.0008

**Tabla 4.8. Etapa de construcción de acero de refuerzo (Aceros AZA S.A., 2017)**

<b>Etapa de transporte</b>	<b>[kgCO<sub>2</sub>/kg]</b>
Etapa del proceso de construcción	0.0008

#### 4.3.5 Porcentaje de desperdicio (WR%)

Comprende al desperdicio del material en la obra.

**Tabla 4.9. Porcentaje de desperdicio de bahareque (Gibbons & Orr, 2020)**

<b>Etapa de transporte</b>	<b>Porcentaje</b>
Porcentaje de desperdicio del material	1%

**Tabla 4.10. Porcentaje de desperdicio de hormigón armado (Gibbons & Orr, 2020)**

<b>Etapas de transporte</b>	<b>Porcentaje</b>
Porcentaje de desperdicio del material	5.3%

#### **4.3.6 Etapa de transporte de material (C2)**

Comprende al transporte cuando ya se culminó la obra.

**Tabla 4.11. Etapa de transporte del bahareque (Dasso Group, 2020)**

<b>Etapas de fin de vida</b>	<b>[kgCO<sub>2</sub>/kg]</b>
Transporte de desecho	0.005

**Tabla 4.12. Etapa de transporte del hormigón armado (Gibbons & Orr, 2020)**

<b>Etapas de fin de vida</b>	<b>[kgCO<sub>2</sub>/kg]</b>
Transporte de desecho	0.000

**Tabla 4.13. Etapa de transporte del acero (Gibbons & Orr, 2020)**

<b>Etapas de fin de vida</b>	<b>[kgCO<sub>2</sub>/kg]</b>
Transporte de desecho	0.000

#### **4.3.7 Etapa de eliminación de desecho (C3/C4)**

Comprende al procesamiento y eliminación de desecho en la obra.

**Tabla 4.14. Etapa de eliminación del bahareque (Gibbons & Orr, 2020)**

<b>Etapas de fin de vida</b>	<b>[kgCO<sub>2</sub>/kg]</b>
Procesamiento y eliminación	1.667

**Tabla 4.15. Etapa de eliminación del hormigón armado (Gibbons & Orr, 2020)**

<b>Etapas de fin de vida</b>	<b>[kgCO<sub>2</sub>/kg]</b>
Procesamiento y eliminación	0.013

**Tabla 4.16. Etapa de eliminación del acero (Gibbons & Orr, 2020)**

<b>Etapas de fin de vida</b>	<b>[kgCO<sub>2</sub>/kg]</b>
Procesamiento y eliminación	0.013

#### 4.3.8 Etapa de recuperación de recurso (D)

Comprende a la reutilización y recuperación

**Tabla 4.17. Etapa de recuperación de recurso de bahareque (Gibbons & Orr, 2020)**

Etapa de recuperación de recurso	[kgCO <sub>2</sub> /kg]
Reutilización y recuperación	-0.524

**Tabla 4.18. Etapa de recuperación de recurso de hormigón armado (Gibbons & Orr, 2020)**

Etapa de recuperación de recurso	[kgCO <sub>2</sub> /kg]
Reutilización y recuperación	0.000

**Tabla 4.19. Etapa de recuperación de recurso del acero de refuerzo (Gibbons & Orr, 2020)**

Etapa de recuperación de recurso	[kgCO <sub>2</sub> /kg]
Reutilización y recuperación	-0.79

#### 4.4 Inventario del ciclo de vida

Se estableció un periodo de duración de 40 años para ambos métodos constructivos.

En el caso de la vivienda de hormigón armado se consideró en el inventario de ciclo de vida para todo elemento que conlleve hormigón como un material no reusable una vez fundido. Los valores de carbono incorporado en cada fase mencionada en la sección 4.3 de cada elemento estructural como se muestran en la Tabla 4.20.

En el caso de la vivienda de bahareque se consideró en el inventario de ciclo de vida para todos los elementos estructurales que conlleve bahareque. Los valores de carbono incorporado en cada fase mencionada en la sección 4.3 de cada elemento estructural como se muestran en la Tabla 4.21.

**Tabla 4.20. Inventario de ciclo de vida de vivienda de hormigón armado (Autores)**

Descripción	Especificación	Volumen [m <sup>3</sup> ] o Masa [kg]	Cantidad del material [m <sup>3</sup> , kg]	Carbono incorporado [tCO <sub>2</sub> e]	A1-A3	A4	A5w	B4	C2-C4	D
Cimentación zapatas aisladas	Hormigón armado f'c 210 kg/cm <sup>2</sup>	Volumen [m <sup>3</sup> ]	3	1.0	0.9	0.0	0.1	0.0	0.1	0.0
Vigas			11	3.9	3.3	0.0	0.2	0.0	0.4	0.0
Columnas			4	1.5	1.3	0.0	0.1	0.0	0.1	0.0
Contrapiso			5	1.8	1.5	0.0	0.1	0.0	0.2	0.0
Losa de entrepiso			2	0.7	0.6	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0
Acero de refuerzo Ø8mm	Acero de refuerzo fy 4200 kg/cm <sup>2</sup>	Masa [kg]	77	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.1
Acero de refuerzo Ø10mm			1,230	1.1	0.9	0.0	0.1	0.0	0.0	-1.0
Acero de refuerzo Ø12mm			354	0.3	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.3

**Tabla 4.21. Inventario de ciclo de vida de vivienda de bahareque (Autores)**

Descripción	Especificación	Volumen [m <sup>3</sup> ] o Masa [kg]	Cantidad del material [m <sup>3</sup> , kg]	Carbono incorporado [tCO <sub>2</sub> e]	A1-A3	A4	A5w	B4	C2-C4	D	Carbón biogénico
Vigas	Bahareque ft 190 kg/cm <sup>2</sup>	Volumen [m <sup>3</sup> ]	0.25	0.15	0.15	0.0	0.0	0.0	0.29	-0.09	-0.29
Columnas			0.1	0.06	0.06	0.0	0.0	0.0	0.12	-0.04	-0.12
Cimentación zapatas aisladas	Hormigón armado f'c 210 kg/cm <sup>2</sup>	Volumen [m <sup>3</sup> ]	4.9	1.69	1.44	0.01	0.09	0.0	0.15	0.0	0.0
Acero de refuerzo Ø10mm	Acero de refuerzo fy 4200 kg/cm <sup>2</sup>	Masa [kg]	205	0.18	0.16	0.01	0.01	0.0	0.0	-0.16	0.0
Acero de refuerzo Ø12mm			191	0.16	0.15	0.01	0.01	0.0	0.0	-0.15	0.0
Sobrecimientos	Bloques	Volumen [m <sup>3</sup> ]	1.02	0.35	0.30	0.0	0.02	0.0	0.03	0.0	0.0

4.5 Comparación de propuestas constructivas

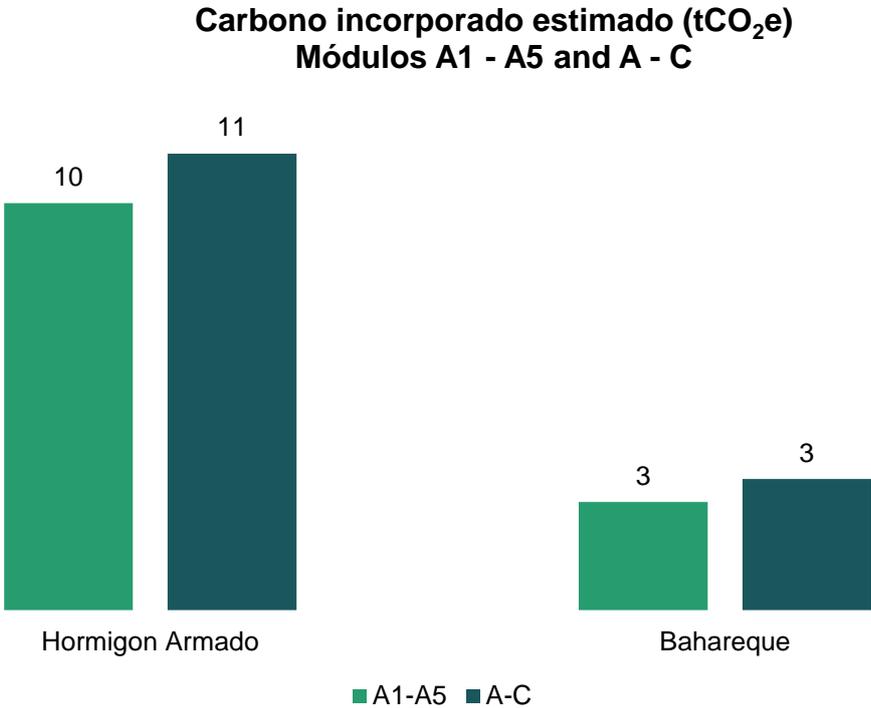
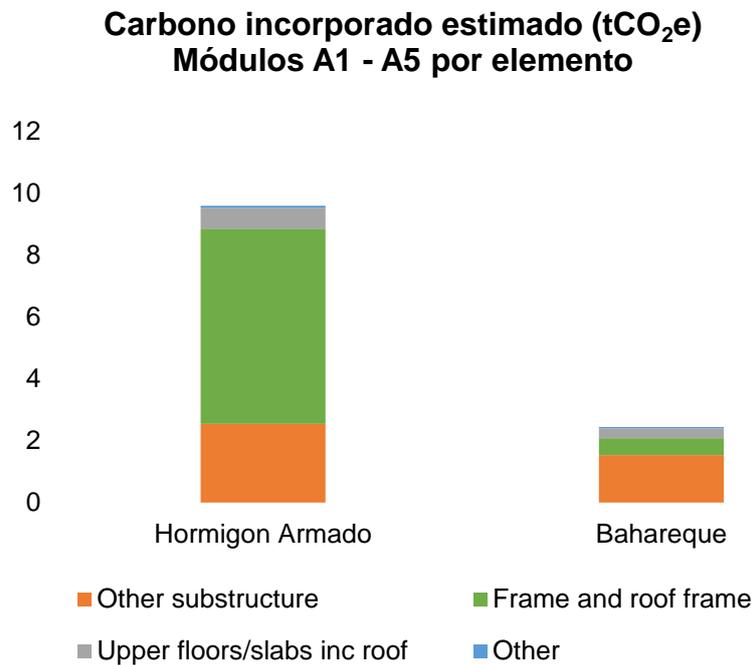


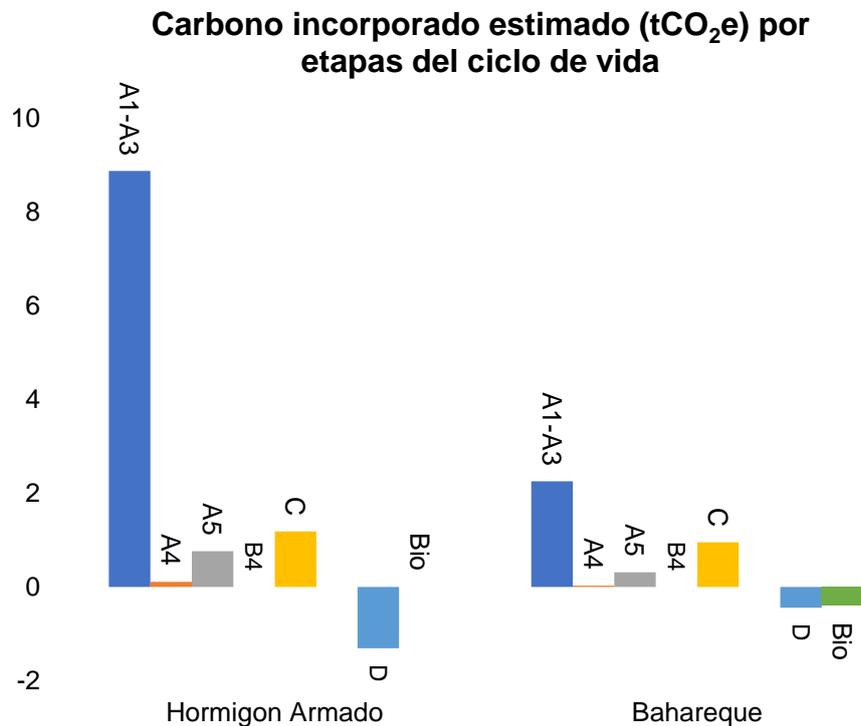
Figura 4.2. Carbono incorporado de las estructuras (Gibbons & Orr, 2020)

En la Figura 4.2 muestra que la vivienda de hormigón tiene un mayor impacto de carbono incorporado que el bahareque ya que depende la fabricación de producto (A1-A3) y al transporte del material al sitio y desperdicio que se puede generar al momento de no utilizarlo (A4-A5). Además, la emisión de carbono durante su vida de diseño en la vivienda de hormigón armado será mayor a la de bahareque ya que depende de los materiales que se esté usando (A-C).



**Figura 4.3 Carbono incorporado por elemento estructural (Gibbons & Orr, 2020)**

En la Figura 4.3 se muestra que en cuanto a la fabricación y transporte del material que se construye, se observa que el elemento estructural que causa una mayor emisión de carbono es la cimentación de hormigón armado debido a que ambas viviendas tienen este mismo material. Para los elementos estructurales de vigas, columnas y losa, se observa una menor emisión de carbono en la vivienda de bahareque debido a que su fabricación no depende de procesos industriales y las cantidades de viajes son menores al ser más ligero.



**Figura 4.4 Carbono incorporado por etapas del ciclo de vida** (Gibbons & Orr, 2020)

Debido a su fabricación (A1-A3), el hormigón y acero debe pasar por procesos industriales para tener una mejor calidad lo cual va a generar una mayor cantidad de carbono.

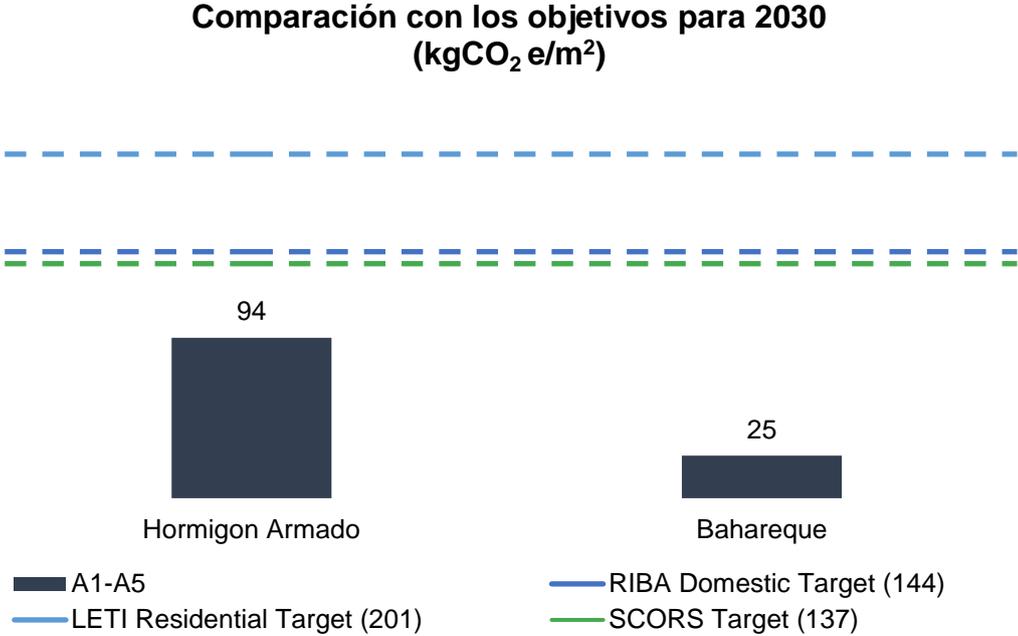
Al momento de transportar el material a la obra (A4), se toma en cuenta que, para el transporte de los materiales para la vivienda de hormigón armado, se debe trasladar muchos materiales como acero, madera y hormigón, lo cual no se realiza en un solo viaje.

Una vez ya construido la edificación, el desperdicio de hormigón con el tiempo, emitirá una mayor cantidad de dióxido de carbono ya que sigue reaccionando con el tiempo (C).

Uno de los beneficios que tiene la vivienda de bahareque es que se le puede dar un buen tratamiento a comparación de la otra vivienda, que al hormigón se le puede dar un mantenimiento, pero al acero es muy complejo debido a que no está en la superficie. Pero un beneficio de la vivienda de hormigón armado es que su mantenimiento es a largo plazo (D)

El carbono biogénico (Bio) del bahareque ayuda a no emitir dióxido de carbono debido a sus propiedades a comparación del hormigón que reacciona con temperaturas altas.

En la Figura 4.5 mostrada a continuación se puede observar la comparación de los objetivos propuestos por varias organizaciones para la regulación del carbono incorporado en las edificaciones.



**Figura 4.5. Comparación de los objetivos para 2030 por diferentes organizaciones (Gibbons & Orr, 2020)**

En esta comparativa se analizó las fases comprendidas de A1-A3, las cuales representan la fabricación del producto, y las fases A4 y A5, las cuales representan el transporte del material al lugar de la obra y el desperdicio que genera.

Se ha comparado ambas estructuras considerando tres organizaciones. La primera denominada LETI comprende a un grupo de alrededor de 1000 profesionales que están involucrados en la construcción y que han propuesto reducir las edificaciones en Londres a un nivel de cero emisiones de carbono (LETI, 2020). Esta institución ha definido como límite la emisión de carbono en edificaciones de carácter residencial como un máximo de 201 kgCO<sub>2</sub> e/m<sup>2</sup>.

RIBA al igual que LETI es una organización formada por voluntarios de Reino Unido. En este caso buscan regular el uso de la energía operativa, el agua y el carbono incorporado, estableciendo un reto desafiante para 2030. Este establece un máximo de 144 kgCO<sub>2</sub> e/m<sup>2</sup> de carbono incorporado (RIBA, 2021).

Como se puede observar ninguna edificación se exceden los máximos establecidos. Pero si se observa una notable diferencia en la emisión de ambas edificaciones. La emisión que proporciona la edificación de Bahareque es apenas el 27% de la de Hormigón Armado.

Cómo se observa en la siguiente tabla, el método constructivo con menores emisiones es el Bahareque. En comparación con el esquema de mayor emisión, Hormigón Armado, este esquema ahorra el equivalente a:



8 vuelos de ida de Londres a Nueva York

Consumo de carne, productos lácteos y cerveza de 4 personas durante 1 año

2 coches familiares medios funcionando durante 1 año

En base a todos los análisis antes mencionados, se establece un ranking entre las dos propuestas estructurales.

**Tabla 4.22. Ranking entre ambos métodos constructivos (Gibbons & Orr, 2020)**

Ranking	Material de vivienda	Clasificación SCORS y emisiones A1-A5 (kgCO <sub>2</sub> e/m <sup>2</sup> )
1er	Bahareque	A++ (25)
2do	Hormigón Armado	A+ (94)

La edificación de Bahareque, de acuerdo con el ranking, obtuvo el primer lugar, además de que ostenta una clasificación de A++ en el SCORS de emisiones por metro cuadrado esto es gracias a la baja emisión de carbono que genera. Cabe mencionar que solamente se está analizando la estructura resistente de ambas edificaciones, por lo que la categoría podría aumentar en ambos casos si se analiza todo el proceso constructivo incluyendo instalaciones y acabados.

## **4.6 Medidas de prevención/mitigación**

### **4.6.1 Hormigón armado**

- Una medida de prevención para edificaciones de hormigón armado es la selección del material que se utilizará para la construcción. Optar por proveedores que se involucren en obtener un producto responsable con el medio ambiente, como es el caso de las empresas que someten sus productos a una declaración ambiental del producto, como se observó en los análisis cobra incluso mayor impacto las fases de fabricación que las fases que involucran transporte del material a obra, desechos, entre otros.
- Es de suma importancia como medida de prevención realizar en la etapa de diseño un análisis de ciclo de vida como el propuesto en este capítulo al sistema estructural propuesto. Esto ayudará en gran manera al ingeniero estructural determinar que fases de construcción existe el mayor grado de carbono incorporado, por lo que le permitirá analizar si en estas fases se está sobredimensionando y reducir el carbono incorporado final de la estructura.
- Una medida de mitigación es el control de residuos en el proceso de construcción dado que el hormigón y el mortero son materiales que una vez han fraguado se convierten en inutilizables es importante trate de general el menor desperdicio posible para disminuir el carbono incorporado en la edificación.

### **4.6.2 Bahareque**

- Una medida de prevención para edificaciones de bahareque es la selección del material que se utilizará para la construcción. Constar con proveedor que comercialicen este material ya sea nuevo o reutilizable con el fin de no contaminar el medio ambiente. Este material no pasa por un proceso de fabricación lo cual no genera un mayor impacto ambiental pero cuando ya no se utiliza, lo más recomendable es que se lo reutilice en otro proceso ya sea en edificaciones o manualidades siguiendo las normativas para su correcto uso.

- Es importante tener en cuenta la etapa del diseño, realizar una propuesta de menos uso de material en cuanto al sobrecimiento y cimentación ya que estos elementos son los que generan una mayor cantidad de carbono incorporado. En cuanto al bahareque no genera mucho carbono incorporado, pero al no reutilizar los materiales resultantes, se está contaminado el medio ambiente ya que con el tiempo se combustiona y se degrada.
- Una medida de mitigación es la reutilización de este material en caso de que queden desperdicio, lo cual se lo puede volver a utilizar en otras edificaciones o manualidades siguiendo un buen control de calidad.

#### **4.7 Conclusiones del ciclo de vida**

Este capítulo se centró en el análisis de la obtención del ciclo de vida de ambas propuestas estructurales. Para ello se determinó la cantidad de carbono incorporado que existe en ambas edificaciones, de tal manera que se pueda comparar cada fase estructural de cada propuesta.

La propuesta de bahareque obtuvo analizando solamente el sistema estructural un carbono incorporado de 25 kgCO<sub>2</sub>e/m<sup>2</sup>, siendo este el 27% del carbono incorporado de la vivienda de hormigón armado. En este sentido la vivienda de bahareque con una categoría de A++ representa una construcción sostenible cumpliendo con los desafíos propuesto para 2030 por instituciones internaciones como LETI y RIBA, las cuales proponen valores máximos de carbono incorporado.

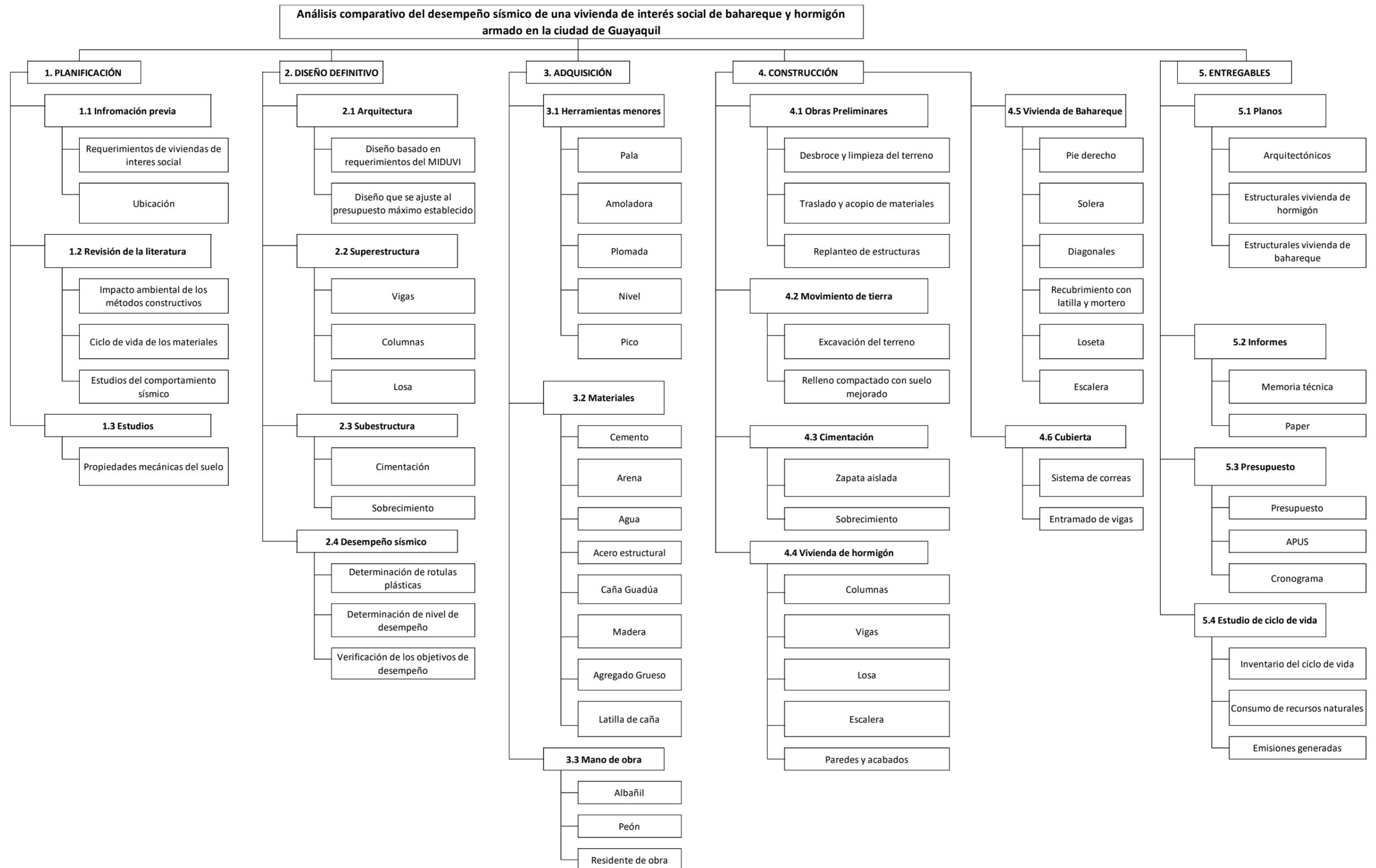
Mediante los análisis mostrados se pudo constatar que en ambos casos las fases donde existe mayor emisión de carbono corresponden a las de fabricación. Para el hormigón armado estas etapas representaron incluso el 90% de todo el carbono incorporado, mientras que en la de bahareque estas fases representaron el 66%.

# CAPÍTULO 5

## 5. PRESUPUESTO

### 5.1 Estructura de descomposición del trabajo (EDT)

En el caso de este proyecto el alcance corresponde hasta el presupuesto estructural de ambas viviendas, por lo que se propone la siguiente estructura de descomposición del trabajo. Este esquema mostrado en la Figura 5.1 nos permite conocer el alcance y responsabilidades que se cubrirán en cada etapa de construcción.



**Figura 5.1. EDT del proyecto (Autores)**

## 5.2 Descripción de rubros

Se tomará en cuenta los rubros que intervengan en la construcción de la estructura principal de las viviendas.

### 5.2.1 Vivienda de hormigón armado

- Obras preliminares:
  - Limpieza de terreno
  - Replanteo de estructuras
  - Trazado de paredes
- Movimiento de tierra:
  - Excavación manual para estructuras
- Estructuras de hormigón armado:
  - Replanteo de H.S.  $f'_c = 140 \text{ kg/cm}^2$  ( $e = 0.05$ )
  - Hormigón estructural de Riostras (inc. encofrado)
  - Hormigón estructural de Zapatas (inc. encofrado)
  - Hormigón estructural de Pilares (inc. encofrado)
  - Hormigón estructural de Vigas (inc. encofrado)
  - Hormigón estructural de Losas y Nervios (inc. encofrado)
  - Hormigón estructural de Escaleras (inc. encofrado).
  - Acero de refuerzo  $f'_y=4200 \text{ kg/cm}^2$
  - Contrapiso de H.A.  $e=0.1$  (inc. compactación de terreno)
- Cubierta:
  - Suministro y montaje de estructura metálica de cubierta.
  - Suministro e instalación de fibrocemento.
- Indirectos:
  - Imprevistos (1% cd)
  - Diseños
  - Pólizas y seguros (1% cd)

### 5.2.2 Vivienda de bahareque

- Obras preliminares:
  - Limpieza de terreno
  - Replanteo de estructuras
  - Trazado de paredes

- Movimiento de tierra:
  - Excavación manual para estructuras
- Cimentación:
  - Replanteo de H.S.  $f'_c = 140 \text{ kg/cm}^2$  ( $e = 0.05$ )
  - Hormigón estructural de Zapatas y dados (inc. encofrado)
  - Acero de refuerzo  $f'_y=4200 \text{ kg/cm}^2$
  - Sobrecimiento de bloque
  - Contrapiso de H.A.  $e=0.1$  (inc. compactación de terreno)
- Componentes estructurales:
  - Columnas de caña Guadua 2C2F
  - Vigas de caña Guadua 2C3F
  - Vigas de caña Guadua 1C3F
  - Vigas de caña Guadua 1C2F
  - Arriostramientos de caña Guadua 1C1F
  - Entrepiso de caña chancada revestido de concreto
- Cubierta:
  - Correas de caña Guadua
  - Cubierta con recubrimiento asfáltico sobre panel de madera
- Indirectos:
  - Imprevistos (1% cd)
  - Diseños
  - Pólizas y seguros (1% cd)

### **5.3 Análisis de costos unitarios**

Se consideró para cada rubro el equipo que requiere, mano de obra, materiales, y otros según corresponda. Para el jornal por hora de la mano de obra se utilizó la tabla de salarios mínimos provistos por la contraloría general del estado para enero del 2022. Para conocer el detalle de cada uno de los Análisis de precios unitarios para cada vivienda remítase a la sección de anexos y planos.

## 5.4 Descripción de cantidades de obra

Para el caso de ambas viviendas, en la sección de anexos se procedió a adjuntar las correspondientes tablas de cantidades de obra que servirán como referencia.

## 5.5 Presupuesto de la estructura

Para el presupuesto de ambas viviendas, se debe tener las cantidades de materiales que se usarán para la parte estructural.

### 5.5.1 Vivienda de hormigón armado

**Tabla 5.1. Presupuesto estructural de vivienda de hormigón armado (Autores)**

ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
<b>A</b>	<b>OBRAS PRELIMINARES</b>				<b>\$420.32</b>
1	Limpieza de terreno	m2	470.00	0.62	\$289.50
2	Replanteo de estructuras	m2	51.96	0.51	\$26.33
3	Trazado de paredes	m2	103.92	1.01	\$104.49
<b>B</b>	<b>MOVIMIENTOS DE TIERRA</b>				<b>\$218.84</b>
4	Excavación manual para estructuras	m3	26.04	8.40	\$218.84
<b>C</b>	<b>ESTRUCTURAS DE HORMIGÓN ARMADO</b>				<b>\$9,580.94</b>
5	Replanteo de H.S. $f'c = 140 \text{ kg/cm}^2$ ( $e = 0.05$ )	m2	51.96	7.81	\$405.70
6	Hormigón estructural de Riostras (inc. encofrado)	m3	1.06	215.09	\$227.99
7	Hormigón estructural de Zapatas (inc. encofrado)	m3	4.38	218.76	\$958.17
8	Hormigón estructural de Pilares (inc. encofrado)	m3	4.40	297.64	\$1,309.61
9	Hormigón estructural de Vigas (inc. encofrado)	m3	2.24	277.64	\$621.91
10	Hormigón estructural de Losas y Nervios (inc. encofrado)	m3	2.80	268.35	\$751.38
11	Hormigón estructural de Escaleras (inc. encofrado)	m3	0.69	273.08	\$188.42
12	Acero de refuerzo $f_y=4200 \text{ kg/cm}^2$	kg	1,711.84	1.74	\$2,982.46
13	Contrapiso de H.A. $e=0.1$ (inc. compactación de terreno)	m2	51.21	41.70	\$2,135.29
<b>D</b>	<b>CUBIERTA</b>				<b>\$1,772.75</b>
14	Acero estructural A36	kg	392.50	2.13	\$834.16
15	Suministro e instalación de fibrocemento	m2	70.02	14.15	\$991.11
<b>E</b>	<b>INDIRECTOS</b>				<b>\$863.38</b>
16	IMPREVISTOS (1% CD)	glb	1.00	119.93	\$119.93
17	DISEÑOS	m2	51.96	12.00	\$623.52
18	PÓLIZAS Y SEGUROS (1% CD)	glb	1.00	119.93	\$119.93

<b>TOTAL COSTO DIRECTO</b>	<b>\$12,045.44</b>
<b>COSTO INDIRECTO</b>	<b>\$864.43</b>
<b>COSTO TOTAL</b>	<b>\$12,909.87</b>

ÁREA DE CONSTRUCCIÓN 103.92 m2

## 5.5.2 Vivienda de bahareque

Tabla 5.2. Presupuesto estructural de vivienda de bahareque (Autores)

ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
<b>A</b>	<b>OBRAS PRELIMINARES</b>				<b>\$420.32</b>
1	Limpieza de terreno	m2	470.00	0.62	\$289.50
2	Replanteo de estructuras	m2	51.96	0.51	\$26.33
3	Trazado de paredes	m2	103.92	1.01	\$104.49
<b>B</b>	<b>MOVIMIENTOS DE TIERRA</b>				<b>\$218.84</b>
4	Excavación manual para estructuras	m3	26.04	8.40	\$218.84
<b>C</b>	<b>CIMENTACIÓN</b>				<b>\$4,112.32</b>
5	Replanteo de H.S. $f'c = 140 \text{ kg/cm}^2$ ( $e = 0.05$ )	m2	51.96	7.81	\$405.70
6	Hormigón estructural de Zapatas y dados (inc. encofrado)	m3	4.88	218.76	\$1,067.55
7	Acero de refuerzo $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$	kg	395.38	1.74	\$688.85
8	Sobrecimiento de bloque	ml	44.33	2.24	\$99.13
9	Contrapiso de H.A. $e = 0.1$ (inc. compactación de terreno)	m2	51.21	36.15	\$1,851.09
<b>D</b>	<b>COMPONENTES ESTRUCTURALES</b>				<b>\$1,850.21</b>
10	Columnas de caña Guadua 2C2F	ml	12.00	7.79	\$93.50
11	Vigas de caña Guadua 2C3F	ml	9.21	10.63	\$97.91
12	Vigas de caña Guadua 1C3F	ml	25.59	6.82	\$174.47
13	Vigas de caña Guadua 1C2F	ml	19.93	5.56	\$110.77
14	Arriostramientos de caña Guadua 1C1F	ml	84.56	4.30	\$363.48
15	Entrepiso de caña chancada revestido de concreto	m2	51.96	19.44	\$1,010.07
<b>E</b>	<b>CUBIERTA</b>				<b>\$1,258.33</b>
16	Correas de caña Guadua	ml	96.76	4.30	\$415.90
17	Cubiertas con fibrocemento	m2	70.02	9.18	\$642.47
<b>F</b>	<b>INDIRECTOS</b>				<b>\$828.68</b>
18	IMPREVISTOS (1% CD)	glb	1.00	60.10	\$76.60
19	DISEÑOS	m2	51.96	13.00	\$675.48
20	PÓLIZAS Y SEGUROS (1% CD)	glb	1.00	60.10	\$76.60

<b>TOTAL COSTO DIRECTO</b>	<b>\$7,660.06</b>
<b>COSTO INDIRECTO</b>	<b>\$828.68</b>
<b>COSTO TOTAL</b>	<b>\$8,488.75</b>

ÁREA DE CONSTRUCCIÓN 103.92 m2

## 5.6 Cronograma de obra

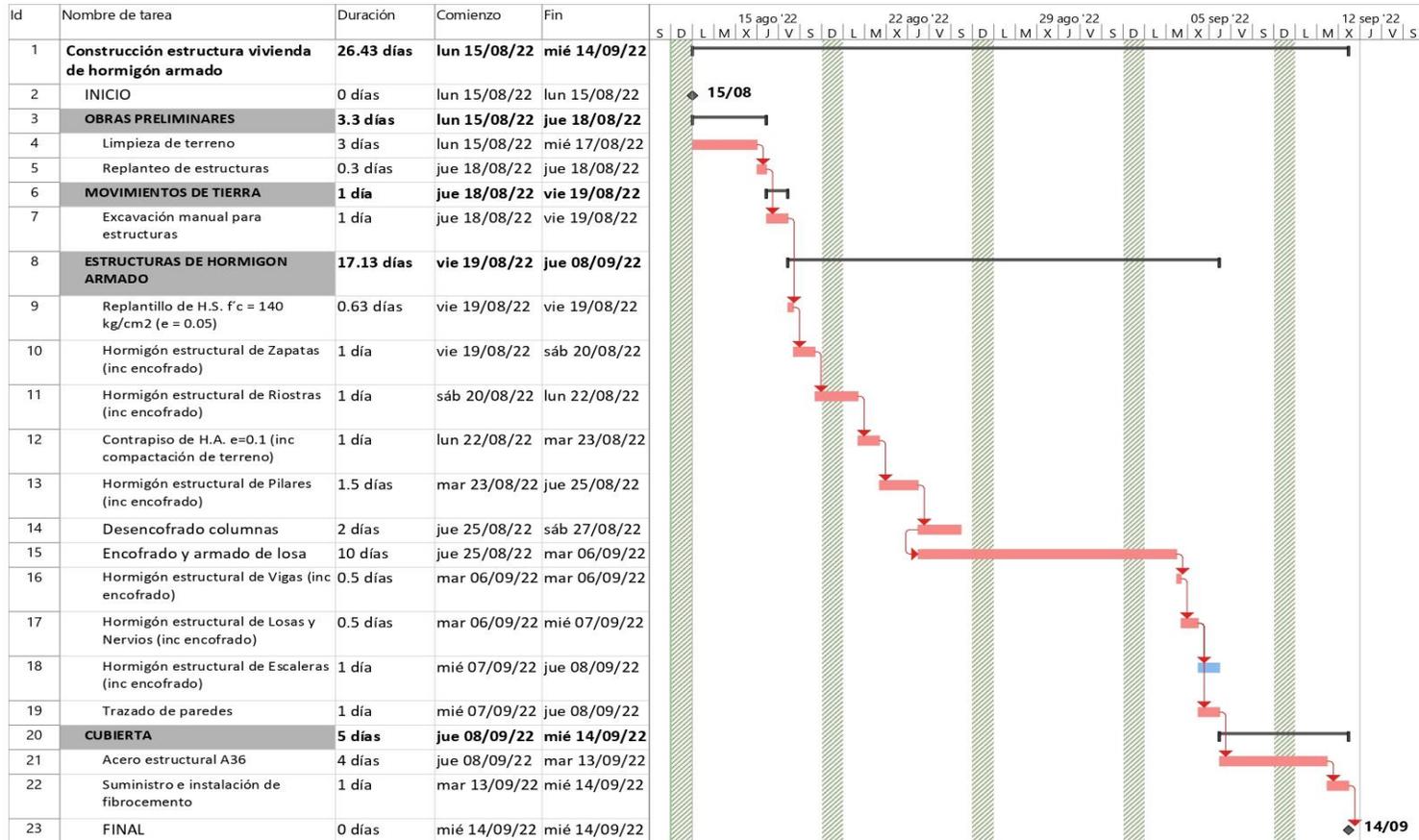
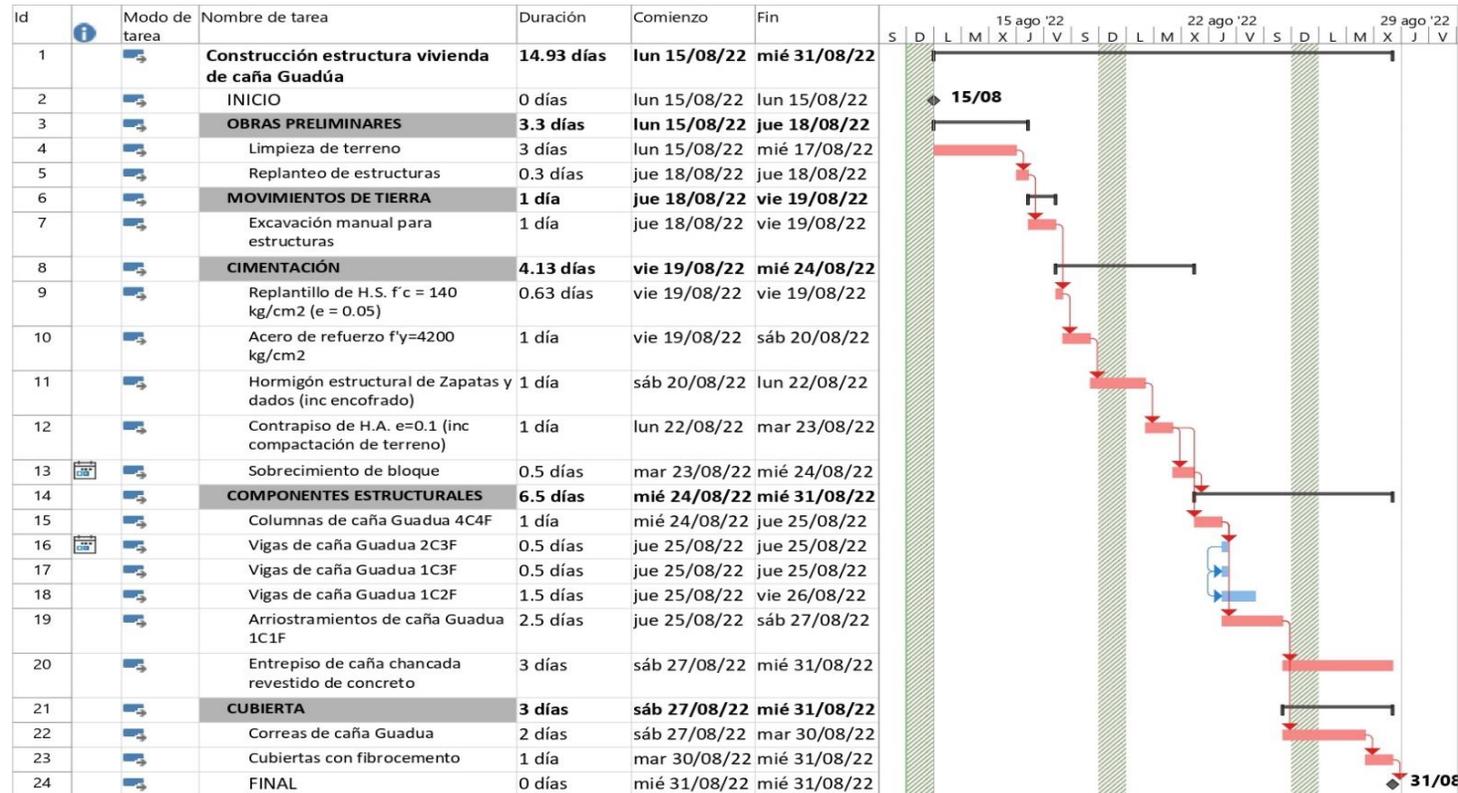


Figura 5.2. Cronograma de obra de vivienda de hormigón armado (Autores)

La Figura 5.2 muestra el cronograma de obra, en el cual se observa que la duración de la construcción de la vivienda es aproximadamente de 27 días.



**Figura 5.3. Cronograma de obra de vivienda de bahareque (Autores)**

La Figura 5.3 muestra el cronograma de obra, en el cual se observa que la duración de la construcción de la vivienda es aproximadamente de 15 días.

# CAPÍTULO 6

## 6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El diseño de la vivienda de hormigón armado y bahareque permite saber que edificación es la óptima y económica para las personas con el fin de que puedan ser usada para habitar sin temor a que falle debido a fuerzas sísmicas, para ello se realizó un diseño estructural considerando las normativas locales e internacionales, adicional se revisó ambas estructuras mediante un análisis no lineal estático (Pushover). También se revisó el ciclo de vida analizando el carbono incorporado en el proceso de construcción de cada material, y se propuso un presupuesto estructural referencial.

### Conclusiones

- Se realizó el análisis y diseño estructural de las viviendas de hormigón armado y de bahareque. El diseño fue basado en pórticos intermedios resistentes a momentos y ordinarios respectivamente. Además, los elementos estructurales para la vivienda de bahareque están compuesta por secciones compuestas de varias cañas del tipo Guadua Angustifolia Kant en la superestructura. Para la cimentación de ambas estructuras, se obtuvo como resultado asentamientos aproximadamente de 8mm, los cuales no superan los máximos permitidos corroborando que el diseño planteado es correcto.
- Se realizó un análisis no lineal estático (Pushover) de ambas viviendas, lo cual arrojó como resultado para la vivienda de hormigón armado un desplazamiento de 63mm con una fuerza de 31 Ton, dando un nivel de desempeño de seguridad de vida y para la vivienda de bahareque con un desplazamiento de 38mm debido a una fuerza de 0.8ton, donde se obtuvo un nivel de desempeño operacional.
- Para el análisis del ciclo de vida, se consideró solamente los componentes de la estructura principal, donde se analizó desde la fabricación, transporte de material a la obra, las cantidades de materiales y su periodo de diseño, lo cual nos indica que la vivienda de hormigón armado es la que posee una mayor cantidad de carbono incorporado, siendo esta la más contaminante,

mientras que la vivienda de bahareque obtuvo una calificación A++ certificando que es una edificación ecológica.

- Para el caso del presupuesto, se consideró todos los rubros correspondientes a la construcción de la estructura principal de las viviendas diseñadas. Dando como resultado que la vivienda de bahareque es 40% menos costosa que la de hormigón, y su tiempo de construcción es aproximadamente la mitad esto implicaría en un ahorro en mano de obra y una puesta en operación mucho más eficiente.

### **Recomendaciones**

- Esta tesis es referencia, por lo que para la revisión del estado límite de servicio se recomienda tener un estudio de suelos donde se tenga la estratigrafía, resistencia y propiedades del suelo donde se requiera desarrollar el proyecto.
- En este caso se realizó un presupuesto solo de la estructura principal, por lo que, para tener un costo más preciso de las viviendas para su construcción, se recomienda tener en cuenta todos los aspectos constructivos como lo es la parte arquitectónica, instalaciones y demás, con el fin de tener un valor exacto para su comercialización.
- Se recomienda impulsar iniciativas que involucren construir viviendas de bahareque con el fin de disminuir la contaminación ambiental, además de que representan una alternativa importante a considerar para viviendas de interés social por su bajo costo y excelente resistencia frente a eventos sísmicos.
- Para realizar un análisis de ciclo de vida más riguroso, se debe tomar en cuenta las distancias más cercanas a la adquisición del material y considerar todas las fases de construcción, no solamente la estructural.

# BIBLIOGRAFÍA

- Aceros AZA S.A. (2017). Declaración Ambiental de Producto Barras de Refuerzo Acero. *The International EPD System*.
- ACI 301S-16. (2018). *Especificaciones Para Concreto Estructural*.
- ACI 318-19. (2019). *American Concrete Institute*. <https://doi.org/10.14359/51716937>
- Ainul, R. (2013). *Seismic Assessment of RC Building Using Pushover Analysis*.
- Alzate, J., & Osorio, J. (2014). *Bahareque como ejemplo de sostenibilidad, una herencia que se transforma*.
- Basbagill, J., Flager, F., Lepech, M., & Fischer, M. (2013). Application of life-cycle assessment to early stage building design for reduced embodied environmental impacts. In *Building and Environment* (Vol. 60, pp. 81–92). <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2012.11.009>
- Bello, J., & Villacreces, C. (2021). *Ventajas y desventajas del sistema constructivo con bambú frente al sistema de hormigón armado en viviendas de interés social*. 6(9), 1987–2011. <https://doi.org/10.23857/pc.v6i9.3152>
- Betancourt, S. (2017). *Materiales para la construcción*. Editorial Feijóo.
- Blankendaal, T., Schuur, P., & Voordijk, H. (2014). Reducing the environmental impact of concrete and asphalt: A scenario approach. *Journal of Cleaner Production*, 66, 27–36. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2013.10.012>
- Cbb. (2019). Concrete Environmental Product Declaration. *Environdec*.
- Ceballos, P. (1992). LAS CONSTRUCCIONES EN TIERRA EN ECUADOR. INNOVACIONES TECNOLÓGICAS. *Invi*, 7(16). <https://doi.org/https://doi.org/10.5354/0718-8358.1992.62012>
- Das, B. M. (2013). *Fundamentos de Ingeniería Geotécnica*.
- Dasso Group. (2020). *Environmental Product Declaration*. 18(Cem lli), 1–10. <https://portal.environdec.com/api/api/v1/EPDLibrary/Files/8a5b645b-298b-4243-b8f6-08d8d1855218/Data>
- Dawson, M. (2020). Cultural Resource Management. *Historic Environment: Policy and Practice*, 11(4), 413–415. <https://doi.org/10.1080/17567505.2020.1844475>
- EFE. (2019). *Ecuador recupera el “acero vegetal” en construcciones antisísmicas*.

<https://www.efe.com/efe/america/cronicas/ecuador-recupera-el-acero-vegetal-en-construcciones-antisismicas/50000490-3955184>

- Escamilla, E., Habert, G., Daza, J., Archilla, H., Echeverry, J., & Trujillo, D. (2018). Industrial or traditional bamboo construction? Comparative life cycle assessment (LCA) of bamboo-based buildings. *Sustainability (Switzerland)*, 10(9). <https://doi.org/10.3390/su10093096>
- Ferrari, V. J., De Hanai, J. B., & De Souza, R. A. (2013). Flexural strengthening of reinforcement concrete beams using high performance fiber reinforcement cement-based composite (HPFRCC) and carbon fiber reinforced polymers (CFRP). *Construction and Building Materials*, 48, 485–498. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2013.07.026>
- Forestal Maderero. (2019). *¿Qué es el carbono biogénico?* <https://www.forestalmaderero.com/articulos/item/que-es-el-carbono-biogenico.html>
- Gibbons, O. P., & Orr, J. J. (2020). How to calculate Embodied Carbon. In *The Institution of Structural Engineers*. <https://www.istructe.org/IStructE/media/Public/Resources/istructe-how-to-calculate-embodied-carbon.pdf>
- González, G., & Gutiérrez, J. (2005). *Structural performance of bamboo “bahareque” walls under cyclic load* (Vol. 4, Issue 4).
- Henneberg, A. M. (2017). *EN EL ESTADO ZULIA . ESTUDIO COMPARATIVO . Trabajo Especial de Grado presentado por: Andrea Mara Henneberg de León. May 2005.* [https://www.researchgate.net/profile/Andrea\\_Henneberg/publication/317722058\\_LA\\_TECNICA\\_CONSTRUCTIVA\\_DEL\\_BAHAREQUE\\_EN\\_EL\\_ESTADO\\_ZULIA\\_ESTUDIO\\_COMPARATIVO/links/594a9874a6fdcc89090cba6f/LA-TECNICA-CONSTRUCTIVA-DEL-BAHAREQUE-EN-EL-ESTADO-ZULIA-ESTUDIO-COMPAR](https://www.researchgate.net/profile/Andrea_Henneberg/publication/317722058_LA_TECNICA_CONSTRUCTIVA_DEL_BAHAREQUE_EN_EL_ESTADO_ZULIA_ESTUDIO_COMPARATIVO/links/594a9874a6fdcc89090cba6f/LA-TECNICA-CONSTRUCTIVA-DEL-BAHAREQUE-EN-EL-ESTADO-ZULIA-ESTUDIO-COMPAR)
- IBC. (2018). *International Building Code*.
- Kakkad, M. D. (2011). *Comparative Study of Bamboo (Ikra) Housing System with Modern Construction Practices*. May, 2–5.
- Koca, G. (2019). *Evaluation of Traditional Şirince Houses According to Sustainable Construction Principles*. 7(1), 30–49. <https://doi.org/10.15320/ICONARP.2019.65-E-ISSN>

- Kr, E., Seleck, I., Vil, S., & Sedl, A. (2020). *Evaluation of Family Houses in Slovakia Using a Building Environmental Assessment System*. <https://doi.org/10.3390/su12166524>
- Kubler, G. (1983). *Arquitectura mexicana del siglo XVI. FONDO DE CULTURA ECONÓMICA (FCE)*.
- LETI. (2020). *LETI Climate Emergency Design Guide How new buildings can meet UK climate change*.
- Lugt, P., Dobbelsteen, A., & Janssen, J. (2006). *An environmental , economic and practical assessment of bamboo as a building material for supporting structures*. 20, 648–656. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2005.02.023>
- Minervini, M., & Dolores, C. (2016). ANÁLISIS DE COLAPSO PROGRESIVO EN ESTRUCTURAS DE CONCRETO POR OCURRENCIA DE EVENTOS EXTRAORDINARIOS. *UCAB*.
- Moňoková, A., & Vilčeková, S. (2020). Multi-criteria analysis of ten single family houses regarding environmental impacts. *MATEC Web of Conferences*, 310, 00065. <https://doi.org/10.1051/matecconf/202031000065>
- Morsi, D., Ismaeel, W., Ehab, A., & Othman, A. (2022). BIM-based life cycle assessment for different structural system scenarios of a residential building. *Ain Shams Engineering Journal*, 13(6), 101802. <https://doi.org/10.1016/j.asej.2022.101802>
- NEC-SE-CG. (2015). CARGAS (NO SÍSMICAS). In *Ministerio de desarrollo Urbano y vivienda*. <https://www.habitatyvivienda.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2014/08/NEC-SE-CG.pdf>
- NEC-SE-DS. (2015). PELIGRO SÍSMICO - DISEÑO SISMO RESISTENTE. In *Norma Ecuatoriana de la Construcción*.
- NEC-SE-GUADÚA. (2016). ESTRUCTURAS DE GUADÚA (GaK). *Norma Ecuatoriana de Construcción*, 94.
- Palacios, A., & Angumba, P. (2021). Bahareque as a Sustainable Construction System: Analysis of Unit Prices. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 1203(3), 032118. <https://doi.org/10.1088/1757-899x/1203/3/032118>
- Plusvalía. (2022). *Venta de terreno*. <https://www.plusvalia.com/propiedades/se-vende-terreno-bosques-del-norte-urdesa-63525660.html>
- RIBA. (2021). *RIBA 2030 climate challenge*. 2, 1–11.
- Sakbana, A., & Mashreib, M. (2020). Análisis de elementos finitos de Vigas de Hormigón

- Armado CFRP. *Revista Ingeniería de Construcción*, 35(2), 148–169.  
<https://doi.org/10.4067/s0718-50732020000200148>
- Salazar, J., & Amezquita, A. (2015). *State of Art in Methodologies of collapse Prediction in Reinforced Concrete Frame Structures*.
- Shehu, R. (2021). Implementation of pushover analysis for seismic assessment of masonry towers: Issues and practical recommendations. *Buildings*, 11(2), 1–21.  
<https://doi.org/10.3390/buildings11020071>
- Sinarta, I., & Pinandika, I. (2017). Comparison Of Pushover Method And Direct Displacement Method In Earthquake Load Analysis With Performance-Based Design Concepts Comparison Of Pushover Method And Direct Displacement Method In Earthquake Load Analysis With Performance-Based Design Concepts. *J. Earthq. Eng*, 21(5), 752–775. <https://doi.org/10.30737/ukarst.v3i2>
- Spin. (2021). *¿QUÉ ES UNA DECLARACIÓN AMBIENTAL DE PRODUCTO Y QUE BENEFICIOS TIENE PARA LA EMPRESA?* <https://spiningenieros.com/que-es-una-declaracion-ambiental-de-producto-y-que-beneficios-tiene-para-la-empresa/>
- Varum, H., Dumaru, R., Furtado, A., Barbosa, A. R., Gautam, D., & Rodrigues, H. (2018). Seismic performance of buildings in Nepal after the Gorkha earthquake. In *Impacts and Insights of the Gorkha Earthquake*. Elsevier Inc. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-812808-4.00003-1>
- William, A., Alcocer, S., & Carrillo, J. (2013). *Propiedades mecánicas del concreto para viviendas de bajo costo Mechanical Properties of Concrete for Low-Cost Housing*. número 2, 285–298.

# PLANOS Y ANEXOS

## ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIOS (APUS)

### Vivienda en hormigón armado

#### ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

NOMBRE DEL PROYECTO: VIVIENDA DE HORMIGÓN ARMADO N 1

RUBRO: Limpieza de terreno UNIDAD: m2

EQUIPO					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	C/HORA	Rend. u/h	COSTO TOTAL
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
Herramientas Menores (3% M.O.)					0.02
SUB - TOTAL (M)					0.02
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HORA	C/HORA	Rend. u/h	COSTO TOTAL
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
Maestro mayor de obra (ESTRUC. OCUP. C1)	0.10	4.29	0.43	0.0500	0.02
Peón (ESTRUC. OCUP. E2) (ESTRUC. OCUP. E2)	3.00	3.83	11.49	0.0500	0.57
SUB - TOTAL (N)					0.60
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UND.	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO TOTAL	
		A	B	C = A x B	
SUB - TOTAL (O)					0.00
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UND.	CANTIDAD	DMT (Km)	TARIFA (Km)	COSTO TOTAL
		A	B	C	D = A x B x C
SUB - TOTAL (P)					0.00
TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)					0.62
DIRECCIÓN TÉCNICA				0.00	0.00
OTROS INDIRECTOS				0.00	0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO					0.62

Estos precios no incluyen I.V.A.

PRECIO OFERTADO EN DOLARES \$ 0.62

### ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

**NOMBRE DEL PROYECTO:**

VIVIENDA DE HORMIGÓN ARMADO

**N 2**

**RUBRO:**

Replanteo de estructuras

**UNIDAD:**

m2

<b>EQUIPO</b>					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	C/HORA	Rend. u/h	COSTO TOTAL
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
Herramientas Menores (3% M.O.)					0.02
Teodolito	1.00	8.00	8.00	0.0100	0.08
<b>SUB - TOTAL (M)</b>					<b>0.10</b>
<b>MANO DE OBRA</b>					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HORA	C/HORA	Rend. u/h	COSTO TOTAL
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
Topógrafo	1.00	4.29	4.29	0.0100	0.04
Cadenero	1.00	3.87	3.87	0.0100	0.04
Maestro mayor de obra (ESTRUC. OCUP. C1)	1.00	4.29	4.29	0.0100	0.04
Peón (ESTRUC. OCUP. E2) (ESTRUC. OCUP. E2)	1.00	3.83	3.83	0.0100	0.04
<b>SUB - TOTAL (N)</b>					<b>0.16</b>
<b>MATERIALES</b>					
DESCRIPCIÓN	UND.	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO TOTAL	
		A	B	C = A x B	
Pintura esmalte	gal	0.01	16.00	0.16	
Cuartón semiduro (inc. IVA)	u	0.03	2.80	0.08	
<b>SUB - TOTAL (O)</b>					<b>0.24</b>
<b>TRANSPORTE</b>					
DESCRIPCIÓN	UND.	CANTIDAD	DMT (Km)	TARIFA (Km)	COSTO TOTAL
		A	B	C	D = A x B x C
<b>SUB - TOTAL (P)</b>					<b>0.00</b>
<b>TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)</b>					<b>0.51</b>
				DIRECCIÓN TÉCNICA	0.00
				OTROS INDIRECTOS	0.00
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>					<b>0.51</b>

Estos precios no incluyen I.V.A.

<b>PRECIO OFERTADO EN DOLARES \$</b>	<b>0.51</b>
--------------------------------------	-------------

**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

**NOMBRE DEL PROYECTO:**

VIVIENDA DE HORMIGÓN ARMADO

**N 3**

**RUBRO:**

Trazado de paredes

**UNIDAD:**

m2

<b>EQUIPO</b>					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	C/HORA	Rend. u/h	COSTO TOTAL
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
Herramientas Menores (3% M.O.)					0.02
SUB - TOTAL (M)					0.02
<b>MANO DE OBRA</b>					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HORA	C/HORA	Rend. u/h	COSTO TOTAL
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
Maestro mayor de obra (ESTRUC. OCUP. C1)	1.00	4.29	4.29	0.0630	0.27
Albañil (ESTRUC. OCUP. E2)	1.00	3.65	3.65	0.0630	0.23
Peón (ESTRUC. OCUP. E2) (ESTRUC. OCUP. E2)	1.00	3.83	3.83	0.0630	0.24
SUB - TOTAL (N)					0.74
<b>MATERIALES</b>					
DESCRIPCIÓN	UND.	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO TOTAL	
		A	B	C = A x B	
Cuartón semiduro (inc. IVA)	u	0.03	2.80	0.08	
Pintura esmalte	gal	0.01	16.00	0.16	
SUB - TOTAL (O)					0.24
<b>TRANSPORTE</b>					
DESCRIPCIÓN	UND.	CANTIDAD	DMT (Km)	TARIFA (Km)	COSTO TOTAL
		A	B	C	D = A x B x C
SUB - TOTAL (P)					0.00
TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)					1.01
DIRECCIÓN TÉCNICA				0.00	0.00
OTROS INDIRECTOS				0.00	0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO					1.01

Estos precios no incluyen I.V.A.

<b>PRECIO OFERTADO EN DOLARES \$</b>	<b>1.01</b>
--------------------------------------	-------------

**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

**NOMBRE DEL PROYECTO:**

VIVIENDA DE HORMIGÓN ARMADO

**N 5**

**RUBRO:**

Excavación manual para estructuras

**UNIDAD:** m3

<b>EQUIPO</b>					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	C/HORA	Rend. u/h	COSTO TOTAL
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
Herramientas Menores (3% M.O.)					0.15
Volqueta	0.50	28.00	14.00	0.2000	2.80
SUB - TOTAL (M)					2.95
<b>MANO DE OBRA</b>					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HORA	C/HORA	Rend. u/h	COSTO TOTAL
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
Maestro mayor de obra (ESTRUC. OCUP. C1)	1.00	4.29	4.29	0.2000	0.86
Peón (ESTRUC. OCUP. E2) (ESTRUC. OCUP. E2)	6.00	3.83	22.98	0.2000	4.60
SUB - TOTAL (N)					5.45
<b>MATERIALES</b>					
DESCRIPCIÓN	UND.	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO TOTAL	
		A	B	C = A x B	
SUB - TOTAL (O)					0.00
<b>TRANSPORTE</b>					
DESCRIPCIÓN	UND.	CANTIDAD	DMT (Km)	TARIFA (Km)	COSTO TOTAL
		A	B	C	D = A x B x C
SUB - TOTAL (P)					0.00
TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)					8.40
DIRECCIÓN TÉCNICA				0.00	0.00
OTROS INDIRECTOS				0.00	0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO					8.40

Estos precios no incluyen I.V.A.

<b>PRECIO OFERTADO EN DOLARES \$</b>	<b>8.40</b>
--------------------------------------	-------------

### ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

**NOMBRE DEL PROYECTO:**

VIVIENDA DE HORMIGÓN ARMADO

**RUBRO:**

Replanteo de H.S.  $f'c = 140 \text{ kg/cm}^2$  (e = 0.05)

**UNIDAD:** m<sup>2</sup>

<b>EQUIPO</b>					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	C/HORA	Rend. u/h	COSTO TOTAL
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
Herramientas Menores (3% M.O.)					0.04
Vibrador (inc. IVA)	0.10	3.50	0.35	0.0800	0.03
<b>SUB - TOTAL (M)</b>					<b>0.07</b>
<b>MANO DE OBRA</b>					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HORA	C/HORA	Rend. u/h	COSTO TOTAL
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
Maestro mayor de obra (ESTRUC. OCUP. C1)	0.10	4.29	0.43	0.0800	0.03
Peón (ESTRUC. OCUP. E2) (ESTRUC. OCUP. E2)	2.00	3.83	7.66	0.0800	0.61
Albañil (ESTRUC. OCUP. E2) (ESTRUC. OCUP. E2)	3.00	3.87	11.61	0.0800	0.93
<b>SUB - TOTAL (N)</b>					<b>1.58</b>
<b>MATERIALES</b>					
DESCRIPCIÓN	UND.	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO TOTAL	
		A	B	C = A x B	
Cuartón semiduro (inc. IVA)	u	0.02	2.80	0.06	
Tira semidura (inc. IVA)	u	0.10	1.68	0.17	
Bomba de hormigón (inc. IVA)	m3	0.06	11.20	0.67	
Hormigón Simple $f'c=140 \text{ kg/cm}^2$ (inc. IVA)	m3	0.06	87.80	5.27	
<b>SUB - TOTAL (O)</b>					<b>6.16</b>
<b>TRANSPORTE</b>					
DESCRIPCIÓN	UND.	CANTIDAD	DMT (Km)	TARIFA (Km)	COSTO TOTAL
		A	B	C	D = A x B x C
<b>SUB - TOTAL (P)</b>					<b>0.00</b>
<b>TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)</b>					<b>7.81</b>
				<b>DIRECCIÓN TÉCNICA</b>	<b>0.00</b>
				<b>OTROS INDIRECTOS</b>	<b>0.00</b>
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>					<b>7.81</b>

Estos precios no incluyen I.V.A.

<b>PRECIO OFERTADO EN DOLARES \$</b>	<b>7.81</b>
--------------------------------------	-------------

### ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

**NOMBRE DEL PROYECTO:** VIVIENDA DE HORMIGÓN ARMADO **N 6**

**RUBRO:** Hormigón estructural de Riostras (inc encofrado) **UNIDAD:** m3

<b>EQUIPO</b>					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	C/HORA	Rend. u/h	COSTO TOTAL
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
Herramientas Menores (3% M.O.)					1.73
Vibrador (inc. IVA)	0.10	3.50	0.35	1.7500	0.61
SUB - TOTAL (M)					2.34
<b>MANO DE OBRA</b>					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HORA	C/HORA	Rend. u/h	COSTO TOTAL
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
Maestro mayor de obra (ESTRUC. OCUP. C1)	1.00	4.29	4.29	1.7500	7.51
Peón (ESTRUC. OCUP. E2)	4.00	3.83	15.32	1.7500	26.81
Albañil (ESTRUC. OCUP. E2)	2.00	3.87	7.74	1.7500	13.55
Carpintero (ESTRUC. OCUP. D2)	2.00	3.87	7.74	1.7500	13.55
SUB - TOTAL (N)					61.41
<b>MATERIALES</b>					
DESCRIPCIÓN	UND.	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO TOTAL	
		A	B	C = A x B	
Encofrado (inc. IVA)	m2	2.00	10.00	20.00	
Curador (inc. IVA)	kg	1.00	5.16	5.16	
Hormigón Premezclado f'c=280 kg/cm2 (inc. IVA)	m3	1.03	111.63	114.98	
Bomba de hormigón (inc. IVA)	m3	1.00	11.20	11.20	
SUB - TOTAL (O)					151.34
<b>TRANSPORTE</b>					
DESCRIPCIÓN	UND.	CANTIDAD	DMT (Km)	TARIFA (Km)	COSTO TOTAL
		A	B	C	D = A x B x C
SUB - TOTAL (P)					0.00
TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)					215.09
DIRECCIÓN TÉCNICA				0.00	0.00
OTROS INDIRECTOS				0.00	0.00

COSTO TOTAL DEL RUBRO	215.09
-----------------------	--------

Estos precios no incluyen I.V.A.

PRECIO OFERTADO EN DOLARES \$	215.09
-------------------------------	--------

**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

**NOMBRE DEL PROYECTO:**

VIVIENDA DE HORMIGÓN ARMADO

**N 7**

**RUBRO:**

Hormigón estructural de Zapatas (inc encofrado)

**UNIDAD:** m3

<b>EQUIPO</b>					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	C/HORA	Rend. u/h	COSTO TOTAL
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
Herramientas Menores (3% M.O.)					1.66
Vibrador (inc. IVA)	0.10	3.50	0.35	1.6700	0.58
SUB - TOTAL (M)					2.24
<b>MANO DE OBRA</b>					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HORA	C/HORA	Rend. u/h	COSTO TOTAL
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
Maestro mayor de obra (ESTRUC. OCUP. C1)	1.00	4.04	4.04	1.6700	6.75
Peón (ESTRUC. OCUP. E2)	4.00	3.60	14.40	1.6700	24.05
Albañil (ESTRUC. OCUP. E2)	2.00	3.65	7.30	1.6700	12.19
Carpintero (ESTRUC. OCUP. D2)	2.00	3.65	7.30	1.6700	12.19
SUB - TOTAL (N)					55.18
<b>MATERIALES</b>					
DESCRIPCIÓN	UND.	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO TOTAL	
		A	B	C = A x B	
Encofrado (inc. IVA)	m2	3.00	10.00	30.00	
Curador (inc. IVA)	kg	1.00	5.16	5.16	
Hormigón Premezclado f'c=280 kg/cm2 (inc. IVA)	m3	1.03	111.63	114.98	
Bomba de hormigón (inc. IVA)	m3	1.00	11.20	11.20	
SUB - TOTAL (O)					161.34
<b>TRANSPORTE</b>					
DESCRIPCIÓN	UND.	CANTIDAD	DMT (Km)	TARIFA (Km)	COSTO TOTAL
		A	B	C	D = A x B x C
SUB - TOTAL (P)					0.00
TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)					218.76
DIRECCIÓN TÉCNICA				0.00	0.00
OTROS INDIRECTOS				0.00	0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO					218.76

Estos precios no incluyen I.V.A.

<b>PRECIO OFERTADO EN DOLARES \$</b>	<b>218.76</b>
--------------------------------------	---------------

### ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

**NOMBRE DEL PROYECTO:**

VIVIENDA DE HORMIGÓN ARMADO

**N 8**

**RUBRO:**

Hormigón estructural de Pilares (inc encofrado)

**UNIDAD:** m3

<b>EQUIPO</b>					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	C/HORA	Rend. u/h	COSTO TOTAL
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
Herramientas Menores (3% M.O.)					1.80
Vibrador (inc. IVA)	0.10	3.50	0.35	1.8200	0.64
SUB - TOTAL (M)					2.44
<b>MANO DE OBRA</b>					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HORA	C/HORA	Rend. u/h	COSTO TOTAL
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
Maestro mayor de obra (ESTRUC. OCUP. C1)	1.00	4.29	4.29	1.8200	7.81
Peón (ESTRUC. OCUP. E2)	4.00	3.83	15.32	1.8200	27.88
Albañil (ESTRUC. OCUP. E2)	2.00	3.87	7.74	1.8200	14.09
Carpintero (ESTRUC. OCUP. D2)	2.00	3.87	7.74	1.8200	14.09
SUB - TOTAL (N)					63.86
<b>MATERIALES</b>					
DESCRIPCIÓN	UND.	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO TOTAL	
		A	B	C = A x B	
Encofrado (inc. IVA)	m2	10.00	10.00	100.00	
Curador (inc. IVA)	kg	1.00	5.16	5.16	
Hormigón Premezclado f'c=280 kg/cm2 (inc. IVA)	m3	1.03	111.63	114.98	
Bomba de hormigón (inc. IVA)	m3	1.00	11.20	11.20	
SUB - TOTAL (O)					231.34
<b>TRANSPORTE</b>					
DESCRIPCIÓN	UND.	CANTIDAD	DMT (Km)	TARIFA (Km)	COSTO TOTAL
		A	B	C	D = A x B x C
SUB - TOTAL (P)					0.00
TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)					297.64
DIRECCIÓN TÉCNICA				0.00	0.00
OTROS INDIRECTOS				0.00	0.00

COSTO TOTAL DEL RUBRO	297.64
-----------------------	--------

Estos precios no incluyen I.V.A.

PRECIO OFERTADO EN DOLARES \$	297.64
-------------------------------	--------

#### ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

**NOMBRE DEL PROYECTO:** VIVIENDA DE HORMIGÓN ARMADO **N 9**

**RUBRO:** Hormigón estructural de Vigas (inc encofrado) **UNIDAD:** m3

<b>EQUIPO</b>					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	C/HORA	Rend. u/h	COSTO TOTAL
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
Herramientas Menores (3% M.O.)					1.80
Vibrador (inc. IVA)	0.10	3.50	0.35	1.8200	0.64
SUB - TOTAL (M)					2.44
<b>MANO DE OBRA</b>					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HORA	C/HORA	Rend. u/h	COSTO TOTAL
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
Maestro mayor de obra (ESTRUC. OCUP. C1)	1.00	4.29	4.29	1.8200	7.81
Peón (ESTRUC. OCUP. E2)	4.00	3.83	15.32	1.8200	27.88
Albañil (ESTRUC. OCUP. E2)	2.00	3.87	7.74	1.8200	14.09
Carpintero (ESTRUC. OCUP. D2)	2.00	3.87	7.74	1.8200	14.09
SUB - TOTAL (N)					63.86
<b>MATERIALES</b>					
DESCRIPCIÓN	UND.	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO TOTAL	
		A	B	C = A x B	
Encofrado (inc. IVA)	m2	8.00	10.00	80.00	
Curador (inc. IVA)	kg	1.00	5.16	5.16	
hormigón Premezclado f'c=280 kg/cm2 (inc. IVA)	m3	1.03	111.63	114.98	
Bomba de hormigón (inc. IVA)	m3	1.00	11.20	11.20	
SUB - TOTAL (O)					211.34
<b>TRANSPORTE</b>					
DESCRIPCIÓN	UND.	CANTIDAD	DMT (Km)	TARIFA (Km)	COSTO TOTAL
		A	B	C	D = A x B x C
SUB - TOTAL (P)					0.00
TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)					277.64
DIRECCIÓN TÉCNICA				0.00	0.00
OTROS INDIRECTOS				0.00	0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO					277.64

Estos precios no incluyen I.V.A.

PRECIO OFERTADO EN DOLARES \$	277.64
-------------------------------	--------

### ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

**NOMBRE DEL PROYECTO:**

VIVIENDA DE HORMIGÓN ARMADO

**N 10**

**RUBRO:**

Hormigón estructural de Losas y Nervios  
(inc encofrado)

**UNIDAD:** m3

<b>EQUIPO</b>					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	C/HORA	Rend. u/h	COSTO TOTAL
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
Herramientas Menores (3% M.O.)					2.31
Vibrador (inc. IVA)	0.10	3.50	0.35	2.1000	0.74
<b>SUB - TOTAL (M)</b>					<b>3.05</b>
<b>MANO DE OBRA</b>					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HORA	C/HORA	Rend. u/h	COSTO TOTAL
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
Maestro mayor de obra (ESTRUC. OCUP. C1)	1.00	4.29	4.29	2.1000	9.01
Albañil (ESTRUC. OCUP. E2)	2.00	3.87	7.74	2.1000	16.25
Carpintero (ESTRUC. OCUP. D2)	2.00	3.87	7.74	2.1000	16.25
Peón (ESTRUC. OCUP. E2)	5.00	3.83	19.15	2.1000	40.22
<b>SUB - TOTAL (N)</b>					<b>81.73</b>
<b>MATERIALES</b>					
DESCRIPCIÓN	UND.	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO TOTAL	
		A	B	C = A x B	
hormigón Premezclado f'c=280 kg/cm2 (inc. IVA)	m3	1.05	111.63	117.21	
Bomba de hormigón (inc. IVA)	m3	1.00	11.20	11.20	
Encofrado (inc. IVA)	m2	5.00	10.00	50.00	
Curador (inc. IVA)	kg	1.00	5.16	5.16	
<b>SUB - TOTAL (O)</b>					<b>183.57</b>
<b>TRANSPORTE</b>					
DESCRIPCIÓN	UND.	CANTIDAD	DMT (Km)	TARIFA (Km)	COSTO TOTAL
		A	B	C	D = A x B x C
<b>SUB - TOTAL (P)</b>					<b>0.00</b>
<b>TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)</b>					<b>268.35</b>
<b>DIRECCIÓN TÉCNICA</b>				0.00	0.00
<b>OTROS INDIRECTOS</b>				0.00	0.00
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>					<b>268.35</b>

Estos precios no incluyen I.V.A.

<b>PRECIO OFERTADO EN DOLARES \$</b>	<b>268.35</b>
--------------------------------------	---------------

**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

**NOMBRE DEL PROYECTO:**

VIVIENDA DE HORMIGÓN ARMADO

**N 11**

**RUBRO:**

Hormigón estructural de Escaleras (inc encofrado)

**UNIDAD:** m3

<b>EQUIPO</b>					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	C/HORA	Rend. u/h	COSTO TOTAL
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
Herramientas Menores (3% M.O.)					1.68
Vibrador (inc. IVA)	0.10	3.50	0.35	1.9000	0.67
<b>SUB - TOTAL (M)</b>					<b>2.35</b>
<b>MANO DE OBRA</b>					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HORA	C/HORA	Rend. u/h	COSTO TOTAL
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
Maestro mayor de obra (ESTRUC. OCUP. C1)	1.00	4.29	4.29	1.9000	8.15
Peón (ESTRUC. OCUP. E2)	3.00	3.83	11.49	1.9000	21.83
Albañil (ESTRUC. OCUP. E2)	2.00	3.87	7.74	1.9000	14.71
Carpintero (ESTRUC. OCUP. D2)	2.00	3.87	7.74	1.9000	14.71
<b>SUB - TOTAL (N)</b>					<b>59.39</b>
<b>MATERIALES</b>					
DESCRIPCIÓN	UND.	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO TOTAL	
		A	B	C = A x B	
Encofrado (inc. IVA)	m2	8.00	10.00	80.00	
Curador (inc. IVA)	kg	1.00	5.16	5.16	
Hormigón Premezclado f'c=280 kg/cm2 (inc. IVA)	m3	1.03	111.63	114.98	
Bomba de hormigón (inc. IVA)	m3	1.00	11.20	11.20	
<b>SUB - TOTAL (O)</b>					<b>211.34</b>
<b>TRANSPORTE</b>					
DESCRIPCIÓN	UND.	CANTIDAD	DMT (Km)	TARIFA (Km)	COSTO TOTAL
		A	B	C	D = A x B x C
<b>SUB - TOTAL (P)</b>					<b>0.00</b>
TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)					273.08
DIRECCIÓN TÉCNICA				0.00	0.00
OTROS INDIRECTOS				0.00	0.00
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>					<b>273.08</b>

Estos precios no incluyen I.V.A.

<b>PRECIO OFERTADO EN DOLARES \$</b>	<b>273.08</b>
--------------------------------------	---------------

**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

**NOMBRE DEL PROYECTO:**

VIVIENDA DE HORMIGÓN ARMADO

**N 12**

**RUBRO:**

Acero de refuerzo f'y=4200 kg/cm2

**UNIDAD:** kg

<b>EQUIPO</b>					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	C/HORA	Rend. u/h	COSTO TOTAL
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
Cortadora dobladora de Hierro	0.10	4.50	0.45	0.0440	0.02
SUB - TOTAL (M)					0.02
<b>MANO DE OBRA</b>					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HORA	C/HORA	Rend. u/h	COSTO TOTAL
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
Maestro mayor de obra (ESTRUC. OCUP. C1)	0.10	4.29	0.43	0.0440	0.02
Fierrero (ESTRUC. OCUP. D2)	2.00	3.87	7.74	0.0440	0.34
Peón (ESTRUC. OCUP. E2)	1.00	3.83	3.83	0.0440	0.17
SUB - TOTAL (N)					0.53
<b>MATERIALES</b>					
DESCRIPCIÓN	UND.	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO TOTAL	
		A	B	C = A x B	
Acero de refuerzo f'c 4200 kg/cm2 (inc. IVA)	kg	1.05	0.92	0.97	
Alambre recocido #18 (inc. IVA)	kg	0.04	2.00	0.08	
Desoxidante (caneca 20 KG)	kg	0.09	1.65	0.15	
SUB - TOTAL (O)					1.19
<b>TRANSPORTE</b>					
DESCRIPCIÓN	UND.	CANTIDAD	DMT (Km)	TARIFA (Km)	COSTO TOTAL
		A	B	C	D = A x B x C
SUB - TOTAL (P)					0.00
TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)					1.74
DIRECCIÓN TÉCNICA				0.00	0.00
OTROS INDIRECTOS				0.00	0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO					1.74
Estos precios no incluyen I.V.A.					<b>PRECIO OFERTADO EN DOLARES \$</b>
					<b>1.74</b>

**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

**NOMBRE DEL PROYECTO:**

VIVIENDA DE HORMIGÓN ARMADO

**N 13**

**RUBRO:**

Contrapiso de H.A. e=0.1 (inc compactación de terreno)

**UNIDAD:** m2

<b>EQUIPO</b>					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	C/HORA	Rend. u/h	COSTO TOTAL
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
Vibrador (inc. IVA)	0.10	3.50	0.35	0.2420	0.08
<b>SUB - TOTAL (M)</b>					0.08
<b>MANO DE OBRA</b>					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HORA	C/HORA	Rend. u/h	COSTO TOTAL
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
Maestro mayor de obra (ESTRUC. OCUP. C1)	0.10	4.29	0.43	0.2420	0.10
Albañil (ESTRUC. OCUP. E2)	4.00	3.87	15.48	0.2420	3.75
Fierrero (ESTRUC. OCUP. D2)	1.00	3.87	3.87	0.2420	0.94
Peón (ESTRUC. OCUP. E2)	4.00	3.83	15.32	0.2420	3.71
<b>SUB - TOTAL (N)</b>					8.49
<b>MATERIALES</b>					
DESCRIPCIÓN	UND.	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO TOTAL	
		A	B	C = A x B	
Hormigón Premezclado f'c=210 kg/cm2 (inc. IVA)	m3	0.08	105.00	8.40	
Bomba de hormigón (inc. IVA)	m3	0.08	11.20	0.90	
Bloque de arcilla 9x30x41 (inc. IVA)	u	18.00	0.62	11.16	
Placa colaborante deck e=0.65mm (inc. IVA)	m2	1.01	8.47	8.55	
Curador (inc. IVA)	kg	0.20	5.16	1.03	
Malla electrosoldada 5.5-15 (inc. IVA)	u	0.07	44.00	3.08	
<b>SUB - TOTAL (O)</b>					33.12
<b>TRANSPORTE</b>					
DESCRIPCIÓN	UND.	CANTIDAD	DMT (Km)	TARIFA (Km)	COSTO TOTAL
		A	B	C	D = A x B x C
<b>SUB - TOTAL (P)</b>					0.00
<b>TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)</b>					<b>41.70</b>
<b>DIRECCIÓN TÉCNICA</b>				0.00	0.00
<b>OTROS INDIRECTOS</b>				0.00	0.00
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>					<b>41.70</b>
<b>PRECIO OFERTADO EN DOLARES \$</b>					<b>41.70</b>

Estos precios no incluyen I.V.A.

**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

**NOMBRE DEL PROYECTO:**

VIVIENDA DE HORMIGÓN ARMADO

**N 14**

**RUBRO:**

Acero estructural A36

**UNIDAD:**

kg

<b>EQUIPO</b>					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	C/HORA	Rend. u/h	COSTO TOTAL
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
Soldadora	1.00	10.00	10.00	0.0267	0.27
Pulidora	1.00	2.50	2.50	0.0267	0.07
Cortadora de Hierro	1.00	0.63	0.63	0.0267	0.02
<b>SUB - TOTAL (M)</b>					<b>0.00</b>
<b>SUB - TOTAL (M)</b>					<b>0.35</b>
<b>MANO DE OBRA</b>					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HORA	C/HORA	Rend. u/h	COSTO TOTAL
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
Maestro Soldador Especializado Categoría C1	1.00	4.29	4.29	0.0270	0.12
Peón (ESTRUC. OCUP. E2)	1.00	3.83	3.83	0.0270	0.10
<b>SUB - TOTAL (N)</b>					<b>0.22</b>
<b>MATERIALES</b>					
DESCRIPCIÓN	UND.	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO TOTAL	
		A	B	C = A x B	
Soldadura 6011 x 1/8"	kg	0.03	3.16	0.10	
Pintura Anticorrosiva	Gln	0.01	22.45	0.25	
Acero estructural A36 (inc. IVA)	kg	1.05	1.15	1.21	
<b>SUB - TOTAL (O)</b>					<b>1.56</b>
<b>TRANSPORTE</b>					
DESCRIPCIÓN	UND.	CANTIDAD	DMT (Km)	TARIFA (Km)	COSTO TOTAL
		A	B	C	D = A x B x C
<b>SUB - TOTAL (P)</b>					<b>0.00</b>
<b>TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)</b>					<b>2.13</b>
<b>DIRECCIÓN TÉCNICA</b>				0.00	0.00
<b>OTROS INDIRECTOS</b>				0.00	0.00
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>					<b>2.13</b>
Estos precios no incluyen I.V.A.					<b>PRECIO OFERTADO EN DOLARES \$</b>
					<b>2.13</b>

**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

**NOMBRE DEL PROYECTO:**

VIVIENDA DE HORMIGÓN ARMADO

**N 15**

**RUBRO:**

Suministro e instalación de fibrocemento

**UNIDAD:**

m2

<b>EQUIPO</b>					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	C/HORA	Rend. u/h	COSTO TOTAL
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
Herramientas Menores (3% M.O.)					0.15
SUB - TOTAL (M)					0.15
<b>MANO DE OBRA</b>					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HORA	C/HORA	Rend. u/h	COSTO TOTAL
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
SC MDO Instalación de fibrocemento	1.00	5.00	5.00	1.0000	5.00
SUB - TOTAL (N)					5.00
<b>MATERIALES</b>					
DESCRIPCIÓN	UND.	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO TOTAL	
		A	B	C = A x B	
fibrocemento	m2	1.00	8.40	8.40	
Gancho J-4" para fibrocemento	u	3.00	0.20	0.60	
SUB - TOTAL (O)					9.00
<b>TRANSPORTE</b>					
DESCRIPCIÓN	UND.	CANTIDAD	DMT (Km)	TARIFA (Km)	COSTO TOTAL
		A	B	C	D = A x B x C
SUB - TOTAL (P)					0.00
TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)					14.15
DIRECCIÓN TÉCNICA				0.00	0.00
OTROS INDIRECTOS				0.00	0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO					14.15

Estos precios no incluyen I.V.A.

<b>PRECIO OFERTADO EN DOLARES \$</b>	<b>14.15</b>
--------------------------------------	--------------

**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

**NOMBRE DEL PROYECTO:**

VIVIENDA DE HORMIGÓN ARMADO

**N 17**

**RUBRO:**

DISEÑOS

**UNIDAD:**

m2

<b>EQUIPO</b>					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	C/HORA	Rend. u/h	COSTO TOTAL
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
SUB - TOTAL (M)					0.00
<b>MANO DE OBRA</b>					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HORA	C/HORA	Rend. u/h	COSTO TOTAL
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
SUB - TOTAL (N)					0.00
<b>MATERIALES</b>					
DESCRIPCIÓN	UND.	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO TOTAL	
		A	B	C = A x B	
SUB - TOTAL (O)					0.00
<b>TRANSPORTE</b>					
DESCRIPCIÓN	UND.	CANTIDAD	DMT (Km)	TARIFA (Km)	COSTO TOTAL
		A	B	C	D = A x B x C
SUB - TOTAL (P)					0.00
<b>OTROS</b>					
DESCRIPCIÓN	UND.	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO TOTAL	
		A	B	C = A x B	
SC Diseño Estructural	m2	1	2	2.00	
SC Diseño Arquitectónico	m2	1	4	4.00	
SUB - TOTAL (Q)					6.00
TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P+Q)					6.00
DIRECCIÓN TÉCNICA				0.00	0.00
OTROS INDIRECTOS				0.00	0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO					12.00

Estos precios no incluyen I.V.A.

<b>PRECIO OFERTADO EN DOLARES \$</b>	<b>12.00</b>
--------------------------------------	--------------

# Vivienda en bahareque

## ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

NOMBRE DEL PROYECTO:

VIVIENDA DE BAHAREQUE

N 1

RUBRO:

Limpieza de terreno

UNIDAD:

m2

EQUIPO					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	C/HORA	Rend. u/h	COSTO TOTAL
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
Herramientas Menores (3% M.O.)					0.02
SUB - TOTAL (M)					0.02
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HORA	C/HORA	Rend. u/h	COSTO TOTAL
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
Maestro mayor de obra (ESTRUC. OCUP. C1)	0.10	4.29	0.43	0.0500	0.02
Peón (ESTRUC. OCUP. E2) (ESTRUC. OCUP. E2)	3.00	3.83	11.49	0.0500	0.57
SUB - TOTAL (N)					0.60
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UND.	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO TOTAL	
		A	B	C = A x B	
SUB - TOTAL (O)					0.00
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UND.	CANTIDAD	DMT (Km)	TARIFA (Km)	COSTO TOTAL
		A	B	C	D = A x B x C
SUB - TOTAL (P)					0.00
TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)					0.62
DIRECCIÓN TÉCNICA				0.00	0.00
OTROS INDIRECTOS				0.00	0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO					0.62

Estos precios no incluyen I.V.A.

<b>PRECIO OFERTADO EN DOLARES \$</b>	<b>0.62</b>
--------------------------------------	-------------

### ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

NOMBRE DEL PROYECTO:

VIVIENDA DE BAHAREQUE

N 2

RUBRO:

Replanteo de estructuras

UNIDAD: m2

EQUIPO					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	C/HORA	Rend. u/h	COSTO TOTAL
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
Herramientas Menores (3% M.O.)					0.02
Teodolito	1.00	8.00	8.00	0.0100	0.08
SUB - TOTAL (M)					0.10
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HORA	C/HORA	Rend. u/h	COSTO TOTAL
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
Topógrafo	1.00	4.29	4.29	0.0100	0.04
Cadenero	1.00	3.87	3.87	0.0100	0.04
Maestro mayor de obra (ESTRUC. OCUP. C1)	1.00	4.29	4.29	0.0100	0.04
Peón (ESTRUC. OCUP. E2) (ESTRUC. OCUP. E2)	1.00	3.83	3.83	0.0100	0.04
SUB - TOTAL (N)					0.16
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UND.	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO TOTAL	
		A	B	C = A x B	
Pintura esmalte	gal	0.01	16.00	0.16	
Cuartón semiduro (inc. IVA)	u	0.03	2.80	0.08	
SUB - TOTAL (O)					0.24
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UND.	CANTIDAD	DMT (Km)	TARIFA (Km)	COSTO TOTAL
		A	B	C	D = A x B x C
SUB - TOTAL (P)					0.00
TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)					0.51
				DIRECCIÓN TÉCNICA 0.00	0.00
				OTROS INDIRECTOS 0.00	0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO					0.51
Estos precios no incluyen I.V.A.					PRECIO OFERTADO EN DOLARES \$
					0.51

**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

**NOMBRE DEL PROYECTO:**

VIVIENDA DE BAHAREQUE

**N 3**

**RUBRO:**

Trazado de paredes

**UNIDAD:**

m2

<b>EQUIPO</b>					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	C/HORA	Rend. u/h	COSTO TOTAL
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
Herramientas Menores (3% M.O.)					0.02
<b>SUB - TOTAL (M)</b>					0.02
<b>MANO DE OBRA</b>					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HORA	C/HORA	Rend. u/h	COSTO TOTAL
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
Maestro mayor de obra (ESTRUC. OCUP. C1)	1.00	4.29	4.29	0.0630	0.27
Albañil (ESTRUC. OCUP. E2)	1.00	3.65	3.65	0.0630	0.23
Peón (ESTRUC. OCUP. E2) (ESTRUC. OCUP. E2)	1.00	3.83	3.83	0.0630	0.24
<b>SUB - TOTAL (N)</b>					0.74
<b>MATERIALES</b>					
DESCRIPCIÓN	UND.	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO TOTAL	
		A	B	C = A x B	
Cuartón semiduro (inc. IVA)	u	0.03	2.80	0.08	
Pintura esmalte	gal	0.01	16.00	0.16	
<b>SUB - TOTAL (O)</b>					0.24
<b>TRANSPORTE</b>					
DESCRIPCIÓN	UND.	CANTIDAD	DMT (Km)	TARIFA (Km)	COSTO TOTAL
		A	B	C	D = A x B x C
<b>SUB - TOTAL (P)</b>					0.00
TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)					1.01
DIRECCIÓN TÉCNICA				0.00	0.00
OTROS INDIRECTOS				0.00	0.00
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>					<b>1.01</b>

Estos precios no incluyen I.V.A.

<b>PRECIO OFERTADO EN DOLARES \$</b>	<b>1.01</b>
--------------------------------------	-------------

**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

**NOMBRE DEL PROYECTO:**

VIVIENDA DE BAHAREQUE

**N 4**

**RUBRO:**

Excavación manual para estructuras

**UNIDAD:** m3

<b>EQUIPO</b>					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	C/HORA	Rend. u/h	COSTO TOTAL
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
Herramientas Menores (3% M.O.)					0.15
Volqueta	0.50	28.00	14.00	0.2000	2.80
<b>SUB - TOTAL (M)</b>					<b>2.95</b>
<b>MANO DE OBRA</b>					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HORA	C/HORA	Rend. u/h	COSTO TOTAL
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
Maestro mayor de obra (ESTRUC. OCUP. C1)	1.00	4.29	4.29	0.2000	0.86
Peón (ESTRUC. OCUP. E2) (ESTRUC. OCUP. E2)	6.00	3.83	22.98	0.2000	4.60
<b>SUB - TOTAL (N)</b>					<b>5.45</b>
<b>MATERIALES</b>					
DESCRIPCIÓN	UND.	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO TOTAL	
		A	B	C = A x B	
<b>SUB - TOTAL (O)</b>					<b>0.00</b>
<b>TRANSPORTE</b>					
DESCRIPCIÓN	UND.	CANTIDAD	DMT (Km)	TARIFA (Km)	COSTO TOTAL
		A	B	C	D = A x B x C
<b>SUB - TOTAL (P)</b>					<b>0.00</b>
<b>TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)</b>					<b>8.40</b>
<b>DIRECCIÓN TÉCNICA</b>				0.00	0.00
<b>OTROS INDIRECTOS</b>				0.00	0.00
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>					<b>8.40</b>

Estos precios no incluyen I.V.A.

<b>PRECIO OFERTADO EN DOLARES \$</b>	<b>8.40</b>
--------------------------------------	-------------

**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

**NOMBRE DEL PROYECTO:**

VIVIENDA DE BAHAREQUE

**N 5**

**RUBRO:**

Replanteo de H.S. f'c = 140 kg/cm2 (e = 0.05)

**UNIDAD:** m2

<b>EQUIPO</b>					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	C/HORA	Rend. u/h	COSTO TOTAL
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
Herramientas Menores (3% M.O.)					0.04
Vibrador (inc. IVA)	0.10	3.50	0.35	0.0800	0.03
<b>SUB - TOTAL (M)</b>					<b>0.07</b>
<b>MANO DE OBRA</b>					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HORA	C/HORA	Rend. u/h	COSTO TOTAL
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
Maestro mayor de obra (ESTRUC. OCUP. C1)	0.10	4.29	0.43	0.0800	0.03
Peón (ESTRUC. OCUP. E2) (ESTRUC. OCUP. E2)	2.00	3.83	7.66	0.0800	0.61
Albañil (ESTRUC. OCUP. E2) (ESTRUC. OCUP. E2)	3.00	3.87	11.61	0.0800	0.93
<b>SUB - TOTAL (N)</b>					<b>1.58</b>
<b>MATERIALES</b>					
DESCRIPCIÓN	UND.	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO TOTAL	
		A	B	C = A x B	
Cuartón semiduro (inc. IVA)	u	0.02	2.80	0.06	
Tira semidura (inc. IVA)	u	0.10	1.68	0.17	
Bomba de hormigón (inc. IVA)	m3	0.06	11.20	0.67	
Hormigón Simple f'c=140 kg/cm2 (inc. IVA)	m3	0.06	87.80	5.27	
<b>SUB - TOTAL (O)</b>					<b>6.16</b>
<b>TRANSPORTE</b>					
DESCRIPCIÓN	UND.	CANTIDAD	DMT (Km)	TARIFA (Km)	COSTO TOTAL
		A	B	C	D = A x B x C
<b>SUB - TOTAL (P)</b>					<b>0.00</b>
<b>TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)</b>					<b>7.81</b>
<b>DIRECCIÓN TÉCNICA</b>				0.00	0.00
<b>OTROS INDIRECTOS</b>				0.00	0.00
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>					<b>7.81</b>

Estos precios no incluyen I.V.A.

<b>PRECIO OFERTADO EN DOLARES \$</b>	<b>7.81</b>
--------------------------------------	-------------

**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

**NOMBRE DEL PROYECTO:**

VIVIENDA DE BAHAREQUE

**N 6**

**RUBRO:**

Hormigón estructural de Zapatas y dados (inc encofrado)

**UNIDAD:**

m3

<b>EQUIPO</b>					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	C/HORA	Rend. u/h	COSTO TOTAL
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
Herramientas Menores (3% M.O.)					1.66
Vibrador (inc. IVA)	0.10	3.50	0.35	1.6700	0.58
SUB - TOTAL (M)					2.24
<b>MANO DE OBRA</b>					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HORA	C/HORA	Rend. u/h	COSTO TOTAL
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
Maestro mayor de obra (ESTRUC. OCUP. C1)	1.00	4.04	4.04	1.6700	6.75
Peón (ESTRUC. OCUP. E2)	4.00	3.60	14.40	1.6700	24.05
Albañil (ESTRUC. OCUP. E2)	2.00	3.65	7.30	1.6700	12.19
Carpintero (ESTRUC. OCUP. D2)	2.00	3.65	7.30	1.6700	12.19
SUB - TOTAL (N)					55.18
<b>MATERIALES</b>					
DESCRIPCIÓN	UND.	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO TOTAL	
		A	B	C = A x B	
Encofrado (inc. IVA)	m2	3.00	10.00	30.00	
Curador (inc. IVA)	kg	1.00	5.16	5.16	
Hormigón Premezclado f'c=280 kg/cm2 (inc. IVA)	m3	1.03	111.63	114.98	
Bomba de hormigón (inc. IVA)	m3	1.00	11.20	11.20	
SUB - TOTAL (O)					161.34
<b>TRANSPORTE</b>					
DESCRIPCIÓN	UND.	CANTIDAD	DMT (Km)	TARIFA (Km)	COSTO TOTAL
		A	B	C	D = A x B x C
SUB - TOTAL (P)					0.00
TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)					218.76
DIRECCIÓN TÉCNICA				0.00	0.00
OTROS INDIRECTOS				0.00	0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO					218.76

Estos precios no incluyen I.V.A.

<b>PRECIO OFERTADO EN DOLARES \$</b>	<b>218.76</b>
--------------------------------------	---------------

**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

**NOMBRE DEL PROYECTO:**

VIVIENDA DE BAHAREQUE

**N 7**

**RUBRO:**

Acero de refuerzo f'y=4200 kg/cm2

**UNIDAD:**

kg

<b>EQUIPO</b>					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	C/HORA	Rend. u/h	COSTO TOTAL
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
Cortadora dobladora de Hierro	0.10	4.50	0.45	0.0440	0.02
SUB - TOTAL (M)					0.02
<b>MANO DE OBRA</b>					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HORA	C/HORA	Rend. u/h	COSTO TOTAL
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
Maestro mayor de obra (ESTRUC. OCUP. C1)	0.10	4.29	0.43	0.0440	0.02
Fierrero (ESTRUC. OCUP. D2)	2.00	3.87	7.74	0.0440	0.34
Peón (ESTRUC. OCUP. E2)	1.00	3.83	3.83	0.0440	0.17
SUB - TOTAL (N)					0.53
<b>MATERIALES</b>					
DESCRIPCIÓN	UND.	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO TOTAL	
		A	B	C = A x B	
Acero de refuerzo f'c 4200 kg/cm2 (inc. IVA)	kg	1.05	0.92	0.97	
Alambre recocido #18 (inc. IVA)	kg	0.04	2.00	0.08	
Desoxidante (caneca 20 KG)	kg	0.09	1.65	0.15	
SUB - TOTAL (O)					1.19
<b>TRANSPORTE</b>					
DESCRIPCIÓN	UND.	CANTIDAD	DMT (Km)	TARIFA (Km)	COSTO TOTAL
		A	B	C	D = A x B x C
SUB - TOTAL (P)					0.00
TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)					1.74
DIRECCIÓN TÉCNICA				0.00	0.00
OTROS INDIRECTOS				0.00	0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO					1.74
Estos precios no incluyen I.V.A.					<b>PRECIO OFERTADO EN DOLARES \$</b>
					<b>1.74</b>

**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

**NOMBRE DEL PROYECTO:**

VIVIENDA DE BAHAREQUE

**N 8**

**RUBRO:**

Sobrecimiento de bloque

**UNIDAD:**

ml

<b>EQUIPO</b>					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	C/HORA	Rend. u/h	COSTO TOTAL
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
Herramientas menores 5% MO					0.05
<b>SUB - TOTAL (M)</b>					<b>0.05</b>
<b>MANO DE OBRA</b>					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HORA	C/HORA	Rend. u/h	COSTO TOTAL
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
Maestro mayor de obra (ESTRUC. OCUP. C1)	0.10	4.29	0.43	0.2420	0.10
Peón (ESTRUC. OCUP. E2)	1.00	3.83	3.83	0.2420	0.93
<b>SUB - TOTAL (N)</b>					<b>1.03</b>
<b>MATERIALES</b>					
DESCRIPCIÓN	UND.	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO TOTAL	
		A	B	C = A x B	
Bloque 19x9x39	u	2.50	0.30	0.75	
Mortero	m3	0.00	87.80	0.40	
<b>SUB - TOTAL (O)</b>					<b>1.15</b>
<b>TRANSPORTE</b>					
DESCRIPCIÓN	UND.	CANTIDAD	DMT (Km)	TARIFA (Km)	COSTO TOTAL
		A	B	C	D = A x B x C
<b>SUB - TOTAL (P)</b>					<b>0.00</b>
TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)					2.24
DIRECCIÓN TÉCNICA				0.00	0.00
OTROS INDIRECTOS				0.00	0.00
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>					<b>2.24</b>

Estos precios no incluyen I.V.A.

<b>PRECIO OFERTADO EN DOLARES \$</b>	<b>2.24</b>
--------------------------------------	-------------

**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

**NOMBRE DEL PROYECTO:**

VIVIENDA DE BAHAREQUE

**N 9**

**RUBRO:**

Contrapiso de H.A. e=0.1 (inc compactación de terreno)

**UNIDAD:**

m2

<b>EQUIPO</b>					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	C/HORA	Rend. u/h	COSTO TOTAL
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
Vibrador (inc. IVA)	0.10	3.50	0.35	0.2420	0.08
<b>SUB - TOTAL (M)</b>					0.08
<b>MANO DE OBRA</b>					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HORA	C/HORA	Rend. u/h	COSTO TOTAL
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
Maestro mayor de obra (ESTRUC. OCUP. C1)	0.10	4.29	0.43	0.2420	0.10
Albañil (ESTRUC. OCUP. E2)	2.00	3.87	7.74	0.2420	1.87
Fierrero (ESTRUC. OCUP. D2)	1.00	3.87	3.87	0.2420	0.94
Peón (ESTRUC. OCUP. E2)	1.00	3.83	3.83	0.2420	0.93
<b>SUB - TOTAL (N)</b>					3.84
<b>MATERIALES</b>					
DESCRIPCIÓN	UND.	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO TOTAL	
		A	B	C = A x B	
Hormigón Premezclado f'c=210 kg/cm2 (inc. IVA)	m3	0.08	105.00	8.40	
Bloque de arcilla 9x30x41 (inc. IVA)	u	18.00	0.62	11.16	
Placa colaborante deck e=0.65mm (inc. IVA)	m2	1.01	8.47	8.55	
Curador (inc. IVA)	kg	0.20	5.16	1.03	
Malla electrosoldada 5.5-15 (inc. IVA)	u	0.07	44.00	3.08	
<b>SUB - TOTAL (O)</b>					32.23
<b>TRANSPORTE</b>					
DESCRIPCIÓN	UND.	CANTIDAD	DMT (Km)	TARIFA (Km)	COSTO TOTAL
		A	B	C	D = A x B x C
<b>SUB - TOTAL (P)</b>					0.00
<b>TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)</b>					<b>36.15</b>
<b>DIRECCIÓN TÉCNICA</b>				0.00	0.00
<b>OTROS INDIRECTOS</b>				0.00	0.00
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>					<b>36.15</b>

Estos precios no incluyen I.V.A.

<b>PRECIO OFERTADO EN DOLARES \$</b>	<b>36.15</b>
--------------------------------------	--------------

**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

NOMBRE DEL PROYECTO:

VIVIENDA DE BAHAREQUE

N 10

RUBRO:

Columnas de caña Guadua 4C4F

UNIDAD: ml

<b>EQUIPO</b>					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	C/HORA	Rend. u/h	COSTO TOTAL
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
Herramientas menores 5% MO					0.14
SUB - TOTAL (M)					0.14
<b>MANO DE OBRA</b>					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HORA	C/HORA	Rend. u/h	COSTO TOTAL
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
Maestro mayor de obra (ESTRUC. OCUP. C1)	0.10	4.29	0.43	0.2420	0.10
Peón (ESTRUC. OCUP. E2)	2.00	3.83	7.66	0.2420	1.85
Carpintero (ESTRUC. OCUP. D2)	1.00	3.87	3.87	0.2420	0.94
SUB - TOTAL (N)					2.89
<b>MATERIALES</b>					
DESCRIPCIÓN	UND.	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO TOTAL	
		A	B	C = A x B	
Caña Guadua Gak (L=6m, D=12cm, t=1.4cm)	m	4.00	0.50	2.00	
Tuerca 1/2"	u	1.33	0.12	0.16	
Arandela 1/2"	u	1.33	0.12	0.16	
Varilla roscada 1/2"	m	1.00	2.43	2.43	
SUB - TOTAL (O)					4.75
<b>TRANSPORTE</b>					
DESCRIPCIÓN	UND.	CANTIDAD	DMT (Km)	TARIFA (Km)	COSTO TOTAL
		A	B	C	D = A x B x C
SUB - TOTAL (P)					0.00
TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)					7.79
DIRECCIÓN TÉCNICA				0.00	0.00
OTROS INDIRECTOS				0.00	0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO					7.79
Estos precios no incluyen I.V.A.					<b>PRECIO OFERTADO EN DOLARES \$</b>
					<b>7.79</b>

**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

**NOMBRE DEL PROYECTO:**

VIVIENDA DE BAHAREQUE

**N 11**

**RUBRO:**

Vigas de caña Guadua 2C3F

**UNIDAD:**

ml

<b>EQUIPO</b>					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	C/HORA	Rend. u/h	COSTO TOTAL
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
Herramientas menores 5% MO					0.14
SUB - TOTAL (M)					0.14
<b>MANO DE OBRA</b>					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HORA	C/HORA	Rend. u/h	COSTO TOTAL
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
Maestro mayor de obra (ESTRUC. OCUP. C1)	0.10	4.29	0.43	0.2420	0.10
Peón (ESTRUC. OCUP. E2)	2.00	3.83	7.66	0.2420	1.85
Carpintero (ESTRUC. OCUP. D2)	1.00	3.87	3.87	0.2420	0.94
SUB - TOTAL (N)					2.89
<b>MATERIALES</b>					
DESCRIPCIÓN	UND.	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO TOTAL	
		A	B	C = A x B	
Caña Guadua Gak (L=6m, D=12cm, t=1.4cm)	m	6.00	0.50	3.00	
Tuerca 1/2"	u	3.78	0.12	0.45	
Arandela 1/2"	u	3.78	0.12	0.45	
Varilla roscada 1/2"	m	1.51	2.43	3.68	
SUB - TOTAL (O)					7.59
<b>TRANSPORTE</b>					
DESCRIPCIÓN	UND.	CANTIDAD	DMT (Km)	TARIFA (Km)	COSTO TOTAL
		A	B	C	D = A x B x C
SUB - TOTAL (P)					0.00
TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)					10.63
DIRECCIÓN TÉCNICA				0.00	0.00
OTROS INDIRECTOS				0.00	0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO					10.63
Estos precios no incluyen I.V.A.					
<b>PRECIO OFERTADO EN DOLARES \$</b>					<b>10.63</b>

**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

**NOMBRE DEL PROYECTO:**

VIVIENDA DE BAHAREQUE

**N 12**

**RUBRO:**

Vigas de caña Guadua 1C3F

**UNIDAD:** ml

<b>EQUIPO</b>					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	C/HORA	Rend. u/h	COSTO TOTAL
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
Herramientas menores 5% MO					0.14
SUB - TOTAL (M)					0.14
<b>MANO DE OBRA</b>					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HORA	C/HORA	Rend. u/h	COSTO TOTAL
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
Maestro mayor de obra (ESTRUC. OCUP. C1)	0.10	4.29	0.43	0.2420	0.10
Peón (ESTRUC. OCUP. E2)	2.00	3.83	7.66	0.2420	1.85
Carpintero (ESTRUC. OCUP. D2)	1.00	3.87	3.87	0.2420	0.94
SUB - TOTAL (N)					2.89
<b>MATERIALES</b>					
DESCRIPCIÓN	UND.	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO TOTAL	
		A	B	C = A x B	
Caña Guadua Gak (L=6m, D=12cm, t=1.4cm)	m	3.00	0.50	1.50	
Tuerca 1/2"	u	1.89	0.12	0.23	
Arandela 1/2"	u	1.89	0.12	0.23	
Varilla roscada 1/2"	m	0.75	2.43	1.83	
SUB - TOTAL (O)					3.78
<b>TRANSPORTE</b>					
DESCRIPCIÓN	UND.	CANTIDAD	DMT (Km)	TARIFA (Km)	COSTO TOTAL
		A	B	C	D = A x B x C
SUB - TOTAL (P)					0.00
TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)					6.82
DIRECCIÓN TÉCNICA				0.00	0.00
OTROS INDIRECTOS				0.00	0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO					6.82

Estos precios no incluyen I.V.A.

<b>PRECIO OFERTADO EN DOLARES \$</b>	<b>6.82</b>
--------------------------------------	-------------

**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

**NOMBRE DEL PROYECTO:**

VIVIENDA DE BAHAREQUE

**N 13**

**RUBRO:**

Vigas de caña Guadua 1C2F

**UNIDAD:**

ml

<b>EQUIPO</b>					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	C/HORA	Rend. u/h	COSTO TOTAL
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
Herramientas menores 5% MO					0.14
SUB - TOTAL (M)					0.14
<b>MANO DE OBRA</b>					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HORA	C/HORA	Rend. u/h	COSTO TOTAL
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
Maestro mayor de obra (ESTRUC. OCUP. C1)	0.10	4.29	0.43	0.2420	0.10
Peón (ESTRUC. OCUP. E2)	2.00	3.83	7.66	0.2420	1.85
Carpintero (ESTRUC. OCUP. D2)	1.00	3.87	3.87	0.2420	0.94
SUB - TOTAL (N)					2.89
<b>MATERIALES</b>					
DESCRIPCIÓN	UND.	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO TOTAL	
		A	B	C = A x B	
Caña Guadua Gak (L=6m, D=12cm, t=1.4cm)	m	2.00	0.50	1.00	
Tuerca 1/2"	u	1.26	0.12	0.15	
Arandela 1/2"	u	1.26	0.12	0.15	
Varilla roscada 1/2"	m	0.50	2.43	1.22	
SUB - TOTAL (O)					2.52
<b>TRANSPORTE</b>					
DESCRIPCIÓN	UND.	CANTIDAD	DMT (Km)	TARIFA (Km)	COSTO TOTAL
		A	B	C	D = A x B x C
SUB - TOTAL (P)					0.00
TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)					5.56
DIRECCIÓN TÉCNICA				0.00	0.00
OTROS INDIRECTOS				0.00	0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO					5.56

Estos precios no incluyen I.V.A.

<b>PRECIO OFERTADO EN DOLARES \$</b>	<b>5.56</b>
--------------------------------------	-------------

**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

**NOMBRE DEL PROYECTO:**

VIVIENDA DE BAHAREQUE

**N 14**

**RUBRO:**

Arriostramientos de caña Guadua 1C1F

**UNIDAD:**

ml

<b>EQUIPO</b>					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	C/HORA	Rend. u/h	COSTO TOTAL
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
Herramientas menores 5% MO					0.14
<b>SUB - TOTAL (M)</b>					<b>0.14</b>
<b>MANO DE OBRA</b>					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HORA	C/HORA	Rend. u/h	COSTO TOTAL
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
Maestro mayor de obra (ESTRUC. OCUP. C1)	0.10	4.29	0.43	0.2420	0.10
Peón (ESTRUC. OCUP. E2)	2.00	3.83	7.66	0.2420	1.85
Carpintero (ESTRUC. OCUP. D2)	1.00	3.87	3.87	0.2420	0.94
<b>SUB - TOTAL (N)</b>					<b>2.89</b>
<b>MATERIALES</b>					
DESCRIPCIÓN	UND.	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO TOTAL	
		A	B	C = A x B	
Caña Guadua Gak (L=6m, D=12cm, t=1.4cm)	m	1.00	0.50	0.50	
Tuerca 1/2"	u	0.63	0.12	0.08	
Arandela 1/2"	u	0.63	0.12	0.08	
Varilla roscada 1/2"	m	0.25	2.43	0.61	
<b>SUB - TOTAL (O)</b>					<b>1.26</b>
<b>TRANSPORTE</b>					
DESCRIPCIÓN	UND.	CANTIDAD	DMT (Km)	TARIFA (Km)	COSTO TOTAL
		A	B	C	D = A x B x C
<b>SUB - TOTAL (P)</b>					<b>0.00</b>
TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)					4.30
DIRECCIÓN TÉCNICA				0.00	0.00
OTROS INDIRECTOS				0.00	0.00
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>					<b>4.30</b>

Estos precios no incluyen I.V.A.

<b>PRECIO OFERTADO EN DOLARES \$</b>	<b>4.30</b>
--------------------------------------	-------------

**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

**NOMBRE DEL PROYECTO:**

VIVIENDA DE BAHAREQUE

**N 15**

**RUBRO:**

Entrepiso de caña chancada revestido de concreto

**UNIDAD:**

m2

<b>EQUIPO</b>					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	C/HORA	Rend. u/h	COSTO TOTAL
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
Herramientas menores 5% MO					0.15
<b>SUB - TOTAL (M)</b>					0.15
<b>MANO DE OBRA</b>					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HORA	C/HORA	Rend. u/h	COSTO TOTAL
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
Maestro mayor de obra (ESTRUC. OCUP. C1)	0.10	4.29	0.43	0.2420	0.10
Carpintero (ESTRUC. OCUP. D2)	1.00	3.87	3.87	0.2420	0.94
Fierrero (ESTRUC. OCUP. D2)	0.20	3.87	0.77	0.2420	0.19
Peón (ESTRUC. OCUP. E2)	2.00	3.83	7.66	0.2420	1.85
<b>SUB - TOTAL (N)</b>					3.08
<b>MATERIALES</b>					
DESCRIPCIÓN	UND.	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO TOTAL	
		A	B	C = A x B	
Hormigón Premezclado f'c=210 kg/cm2 (inc. IVA)	m3	0.05	105.00	5.25	
Clavos 1 1/2"	kg	0.01	2.40	0.02	
Esterilla GaK (1m2)	m2	1.00	4.85	4.85	
Caña Guadua	m	6.00	0.50	3.00	
Malla electrosoldada 5.5-15 (inc. IVA)	u	0.07	44.00	3.08	
<b>SUB - TOTAL (O)</b>					16.20
<b>TRANSPORTE</b>					
DESCRIPCIÓN	UND.	CANTIDAD	DMT (Km)	TARIFA (Km)	COSTO TOTAL
		A	B	C	D = A x B x C
<b>SUB - TOTAL (P)</b>					0.00
TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)					19.44
DIRECCIÓN TÉCNICA				0.00	0.00
OTROS INDIRECTOS				0.00	0.00
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>					19.44
Estos precios no incluyen I.V.A.					<b>PRECIO OFERTADO EN DOLARES \$</b>
					<b>19.44</b>

**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

**NOMBRE DEL PROYECTO:**

VIVIENDA DE BAHAREQUE

**N 16**

**RUBRO:**

Correas de caña Guadua

**UNIDAD:**

ml

<b>EQUIPO</b>					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	C/HORA	Rend. u/h	COSTO TOTAL
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
Herramientas menores 5% MO					0.14
<b>SUB - TOTAL (M)</b>					0.14
<b>MANO DE OBRA</b>					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HORA	C/HORA	Rend. u/h	COSTO TOTAL
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
Maestro mayor de obra (ESTRUC. OCUP. C1)	0.10	4.29	0.43	0.2420	0.10
Peón (ESTRUC. OCUP. E2)	2.00	3.83	7.66	0.2420	1.85
Carpintero (ESTRUC. OCUP. D2)	1.00	3.87	3.87	0.2420	0.94
<b>SUB - TOTAL (N)</b>					2.89
<b>MATERIALES</b>					
DESCRIPCIÓN	UND.	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO TOTAL	
		A	B	C = A x B	
Caña Guadua Gak (L=6m, D=12cm, t=1.4cm)	m	1.00	0.50	0.50	
Tuerca 1/2"	u	0.63	0.12	0.08	
Arandela 1/2"	u	0.63	0.12	0.08	
Varilla roscada 1/2"	m	0.25	2.43	0.61	
<b>SUB - TOTAL (O)</b>					1.26
<b>TRANSPORTE</b>					
DESCRIPCIÓN	UND.	CANTIDAD	DMT (Km)	TARIFA (Km)	COSTO TOTAL
		A	B	C	D = A x B x C
<b>SUB - TOTAL (P)</b>					0.00
TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)					4.30
DIRECCIÓN TÉCNICA				0.00	0.00
OTROS INDIRECTOS				0.00	0.00
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>					4.30

Estos precios no incluyen I.V.A.

<b>PRECIO OFERTADO EN DOLARES \$</b>	<b>4.30</b>
--------------------------------------	-------------

**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

**NOMBRE DEL PROYECTO:**

VIVIENDA DE BAHAREQUE

**N 17**

**RUBRO:**

Cubiertas con fibrocemento

**UNIDAD:**

m2

<b>EQUIPO</b>					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	C/HORA	Rend. u/h	COSTO TOTAL
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
Herramientas Menores (3% M.O.)					0.09
Andamios	2.00	0.12	0.24	0.2000	0.05
<b>SUB - TOTAL (M)</b>					<b>0.13</b>
<b>MANO DE OBRA</b>					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HORA	C/HORA	Rend. u/h	COSTO TOTAL
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
Maestro mayor de obra (ESTRUC. OCUP. C1)	1.00	4.29	4.29	0.2420	1.04
Peón (ESTRUC. OCUP. E2)	2.00	3.83	7.66	0.2420	1.85
<b>SUB - TOTAL (N)</b>					<b>2.89</b>
<b>MATERIALES</b>					
DESCRIPCIÓN	UND.	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO TOTAL	
		A	B	C = A x B	
fibrocemento	m2	1.00	8.40	8.40	
Gancho J-4" para fibrocemento	u	3.00	0.20	0.60	
<b>SUB - TOTAL (O)</b>					<b>9.00</b>
<b>TRANSPORTE</b>					
DESCRIPCIÓN	UND.	CANTIDAD	DMT (Km)	TARIFA (Km)	COSTO TOTAL
		A	B	C	D = A x B x C
<b>SUB - TOTAL (P)</b>					<b>0.00</b>
<b>TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)</b>					<b>12.03</b>
<b>DIRECCIÓN TÉCNICA</b>				0.00	0.00
<b>OTROS INDIRECTOS</b>				0.00	0.00
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>					<b>12.03</b>

Estos precios no incluyen I.V.A.

<b>PRECIO OFERTADO EN DOLARES \$</b>	<b>12.03</b>
--------------------------------------	--------------

### ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

NOMBRE DEL PROYECTO: VIVIENDA DE BAHAREQUE

N 19

RUBRO: DISEÑOS

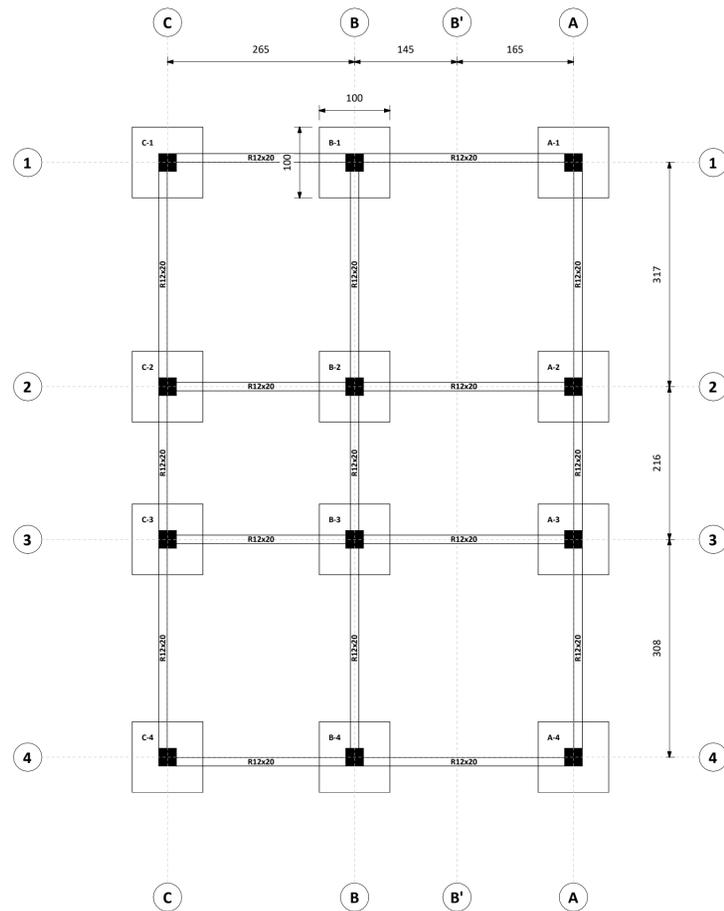
UNIDAD: m2

<b>EQUIPO</b>					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	C/HORA	Rend. u/h	COSTO TOTAL
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
SUB - TOTAL (M)					0.00
<b>MANO DE OBRA</b>					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HORA	C/HORA	Rend. u/h	COSTO TOTAL
	A	B	C = A x B	R	D = C x R
SUB - TOTAL (N)					0.00
<b>MATERIALES</b>					
DESCRIPCIÓN	UND.	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO TOTAL	
		A	B	C = A x B	
SUB - TOTAL (O)					0.00
<b>TRANSPORTE</b>					
DESCRIPCIÓN	UND.	CANTIDAD	DMT (Km)	TARIFA (Km)	COSTO TOTAL
		A	B	C	D = A x B x C
SUB - TOTAL (P)					0.00
<b>OTROS</b>					
DESCRIPCIÓN	UND.	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO TOTAL	
		A	B	C = A x B	
SC Diseño Estructural	m2	1	2.5	2.50	
SC Diseño Arquitectónico	m2	1	4	4.00	
SUB - TOTAL (Q)					6.50
TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P+Q)					6.50
DIRECCIÓN TÉCNICA				0.00	0.00
OTROS INDIRECTOS				0.00	0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO					13.00

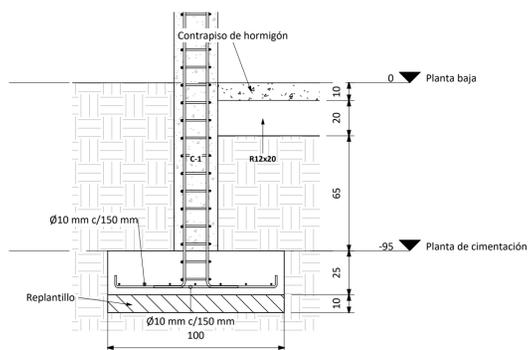
Estos precios no incluyen I.V.A.

<b>PRECIO OFERTADO EN DOLARES \$</b>	<b>13.00</b>
--------------------------------------	--------------

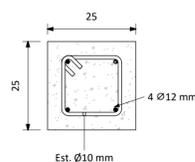
## PLANOS



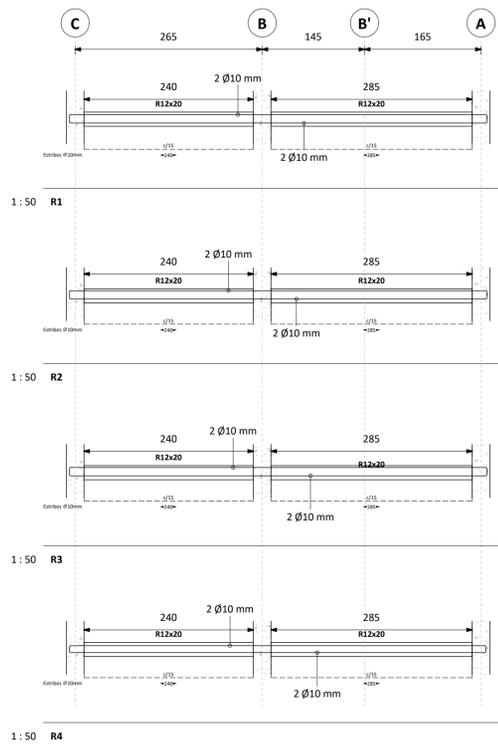
1: 50 Planta de cimentación



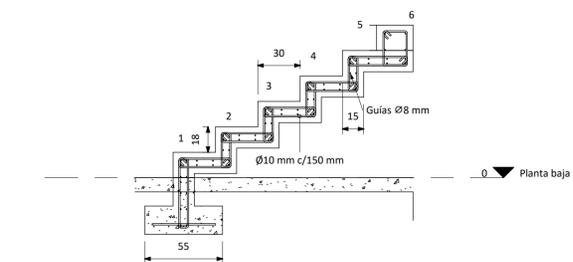
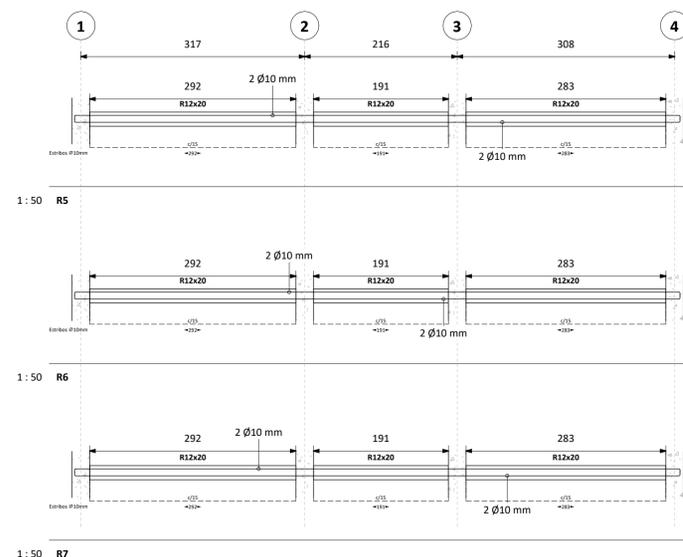
1: 20 Detalle de zapata



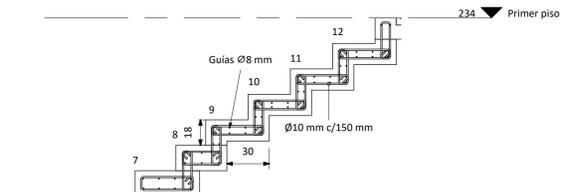
1: 10 Detalle de columna



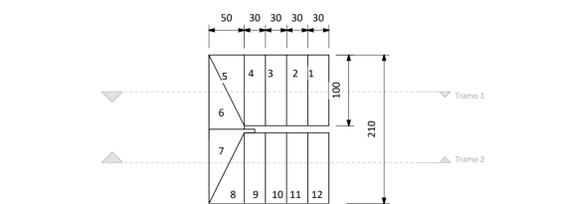
1: 25 Alzado de columna



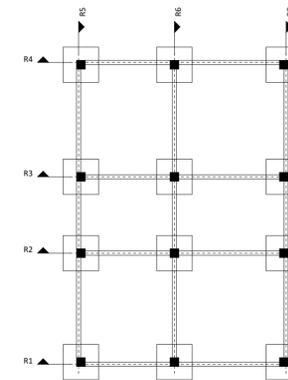
1: 25 Tramo 1



1: 25 Tramo 2



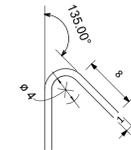
1: 50 Planta de escalera



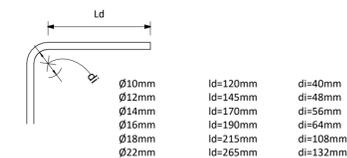
1: 100 Riostros

Usar materiales de las siguientes características:  
 Hormigón:  $f_c = 21 \text{ MPa}$   
 Acero: INEN 2167  $f_y = 420 \text{ MPa}$   
 Recubrimiento libre:  
 En cimentaciones: 4 cm  
 En columnas y vigas: 4 cm  
 En contrapisos y losas: 2 cm  
 Estribos:  
 - Los estribos empiezan como máximo a 5 cm de la cara de los nudos.  
 - Vigas:  $\varnothing 10 \text{ mm}$  cada 8/10-15/8 cm  
 - Columnas:  
 -  $\varnothing 10 \text{ mm}$  cada 10 cm en zonas hasta 1/3 de la altura de las columnas.  
 -  $\varnothing 10 \text{ mm}$  cada 15 cm en el centro de la columna.

Las medidas expuestas están en centímetros a no ser que indiquen con sufijo la unidad. Bajo ningún concepto se permite atravesar los elementos estructurales con cables o tuberías.



1: 5 Gancho de estribos



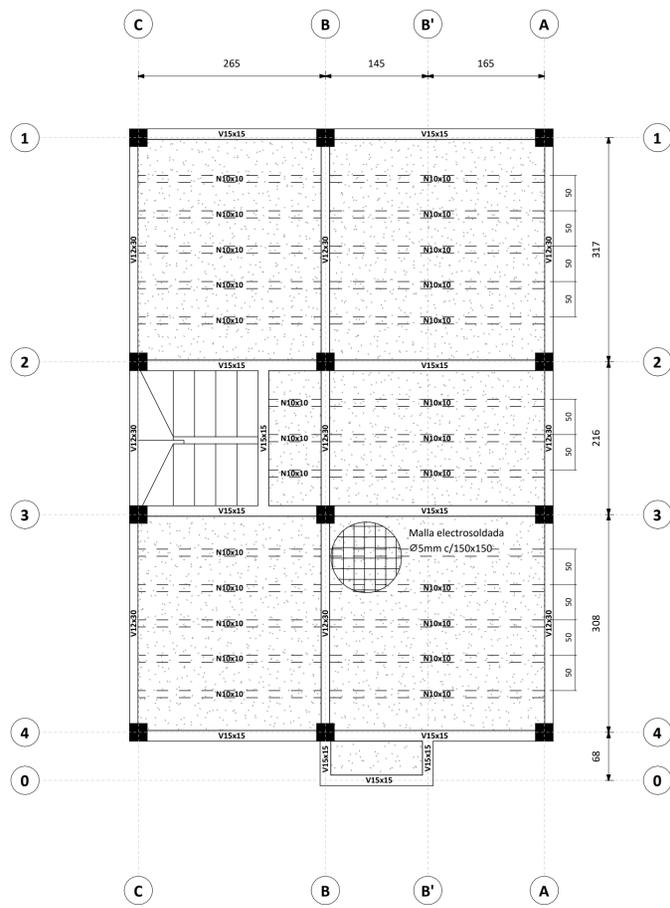
1: 5 Longitud de anclaje

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL**  
 FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA

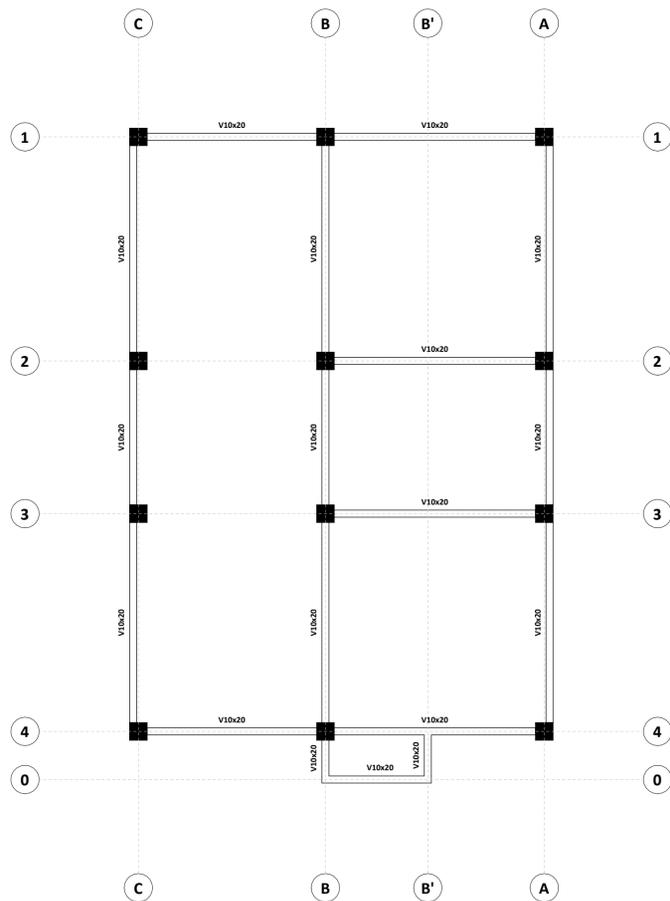
PROYECTO:  
**Análisis comparativo del desempeño sísmico de una vivienda de interés social de bahareque y hormigón armado en la ciudad de Guayaquil**

CONTENIDO:  
**Detalle de cimentación y alzado de columnas**

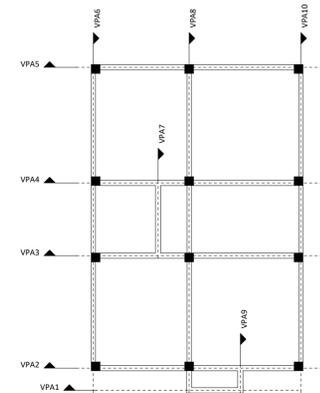
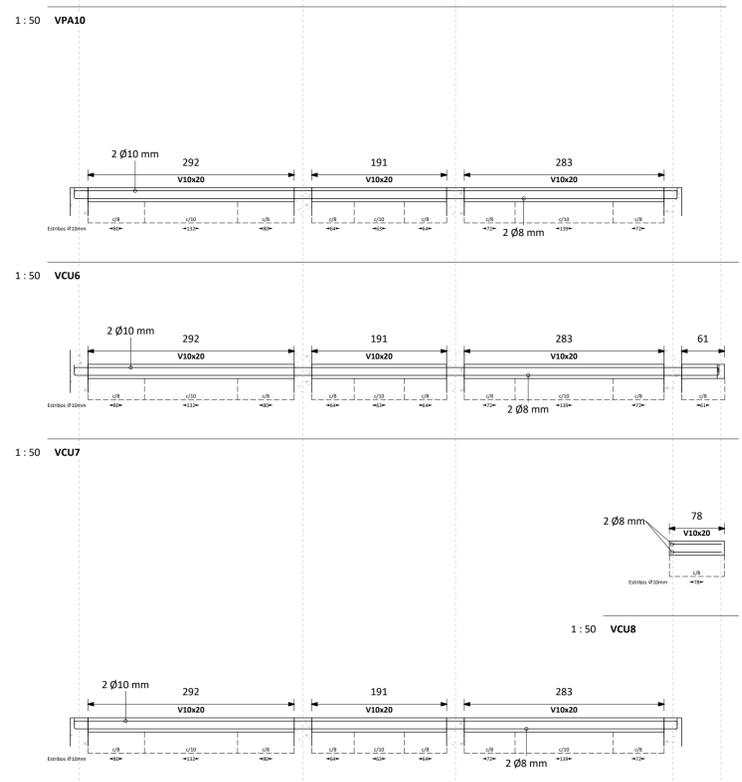
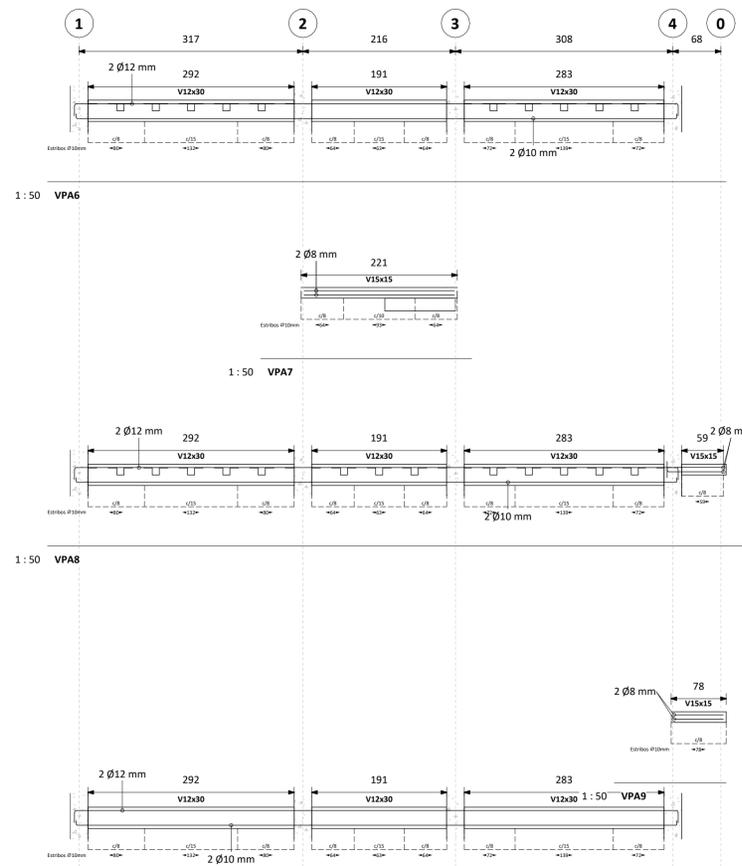
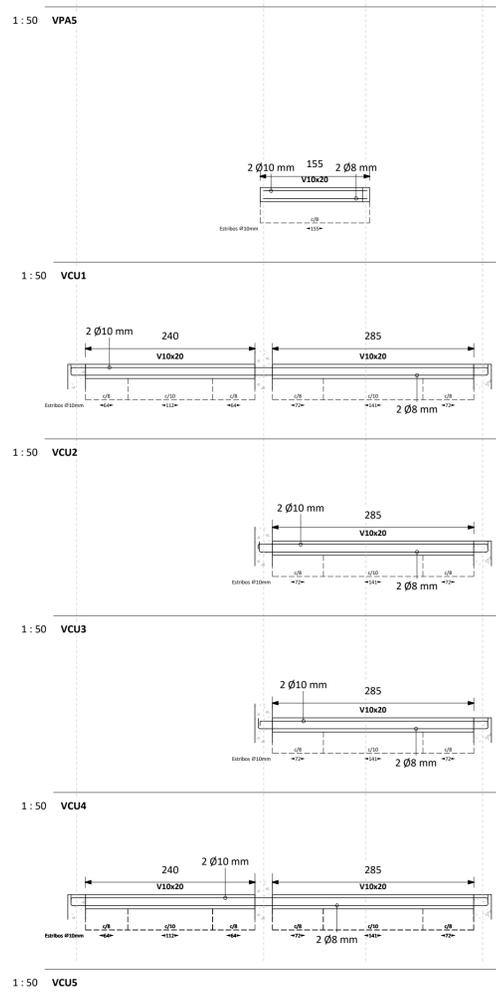
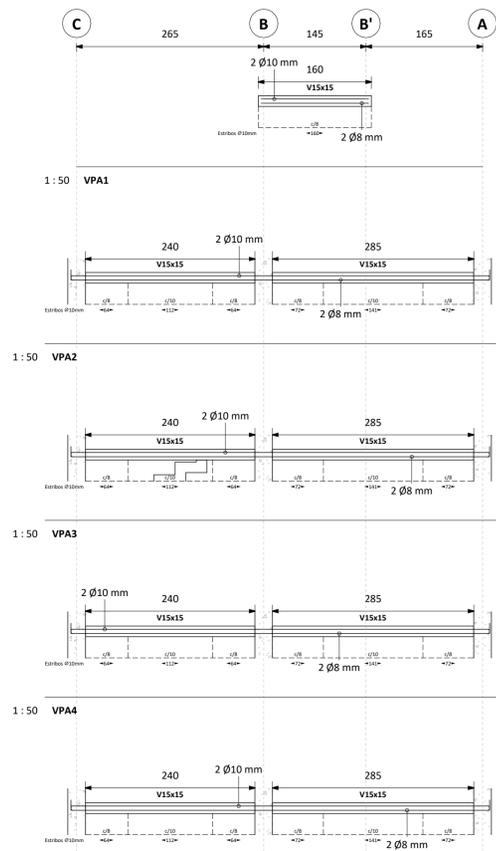
Materia: Integradora	Integrantes: Ken Francisco Tello Ayala Julio César Narváez Morán	Ubicación: Ciudadela Urdesa, Guayaquil	Fecha de emisión: 28/6/2022
Tutor: PhD. Natividad García			Lámina: 1 / 2
			Escala: Como se indica



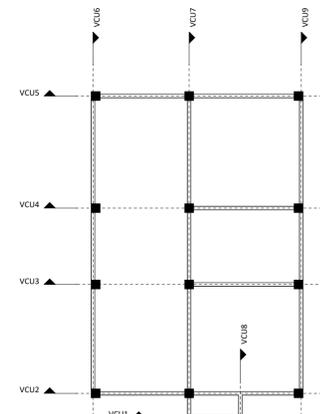
1:50 Primer piso



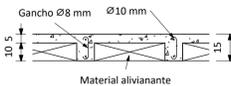
1:50 Entramado



1:100 Vigas de primer piso



1:100 Vigas de cubierta

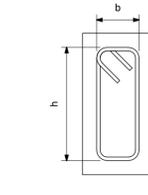


1:20 Detalle de losa

<b>ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL</b>			
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA			
PROYECTO: <b>Análisis comparativo del desempeño sísmico de una vivienda de interés social de bahareque y hormigón armado en la ciudad de Guayaquil</b>			
CONTENIDO: <b>Plantas y alzados de viga de primer piso y entramado</b>			
Materia:	Integradora	Integrantes:	Ken Francisco Tello Ayala Julio César Narváez Morán
Tutor:	PhD. Natividad García	Ubicación:	Ciudadela Urdesa, Guayaquil
		Fecha de emisión:	28/6/2022
		Lámina:	2 / 2
		Escala:	Cómo se indica

Cantidad de estribos				
Tipo de anfitrión	b	h	Cantidad	Longitud de corte
Columnas				
Columnas	17	17	680	740 mm
Riostras				
Riostras	12	18	313	660 mm
Vigas de entramado				
Vigas de entramado	4	14	21	420 mm
Vigas de entramado	6	14	53	440 mm
Vigas de entramado	6	14	384	460 mm
Vigas de entramado	7	14	19	480 mm

Vigas de planta alta				
Vigas de planta alta	6	24	46	660 mm
Vigas de planta alta	8	24	45	680 mm
Vigas de planta alta	8	24	129	700 mm
Vigas de planta alta	9	9	118	420 mm
Vigas de planta alta	9	11	118	440 mm
Vigas de planta alta	9	11	53	460 mm



1 : 10 Estribo

Cantidades de hormigón		
Familia y tipo	Material: Volumen	Material: Nombre
Hormigón de contrapiso		
Suelo: Contrapiso de hormigón	5.12 m <sup>3</sup>	Hormigón de contrapiso
Suelo: Losa de hormigón	2.12 m <sup>3</sup>	Hormigón de contrapiso
	7.24 m <sup>3</sup>	
Hórmigón 21 MPa		
M_Hormigón-Rectangular-Pilar: 250x250	4.40 m <sup>3</sup>	Hórmigón 21 MPa
M_Hormigón-Viga rectangular: N10x10	0.68 m <sup>3</sup>	Hórmigón 21 MPa
M_Hormigón-Viga rectangular: R12x20	1.06 m <sup>3</sup>	Hórmigón 21 MPa
M_Hormigón-Viga rectangular: V10x20	0.84 m <sup>3</sup>	Hórmigón 21 MPa
M_Hormigón-Viga rectangular: V12x30	0.83 m <sup>3</sup>	Hórmigón 21 MPa
M_Hormigón-Viga rectangular: V15x15	0.57 m <sup>3</sup>	Hórmigón 21 MPa
M_Zapata-Rectangular: Z100x100	3.00 m <sup>3</sup>	Hórmigón 21 MPa
	11.37 m <sup>3</sup>	

Cantidades de varillas					
Diámetro de barra	Área	Longitud total de varilla	Volumen de refuerzo	Peso	Varillas de 12 m
5 mm	20 mm <sup>2</sup>	1302.02 m	25565.1 cm <sup>3</sup>	200.69 kg	108.5
8 mm	50 mm <sup>2</sup>	194.29 m	9766.1 cm <sup>3</sup>	76.66 kg	16.2
10 mm	79 mm <sup>2</sup>	1995.41 m	156719.1 cm <sup>3</sup>	1230.25 kg	166.3
12 mm	113 mm <sup>2</sup>	398.18 m	45033.1 cm <sup>3</sup>	353.51 kg	33.2

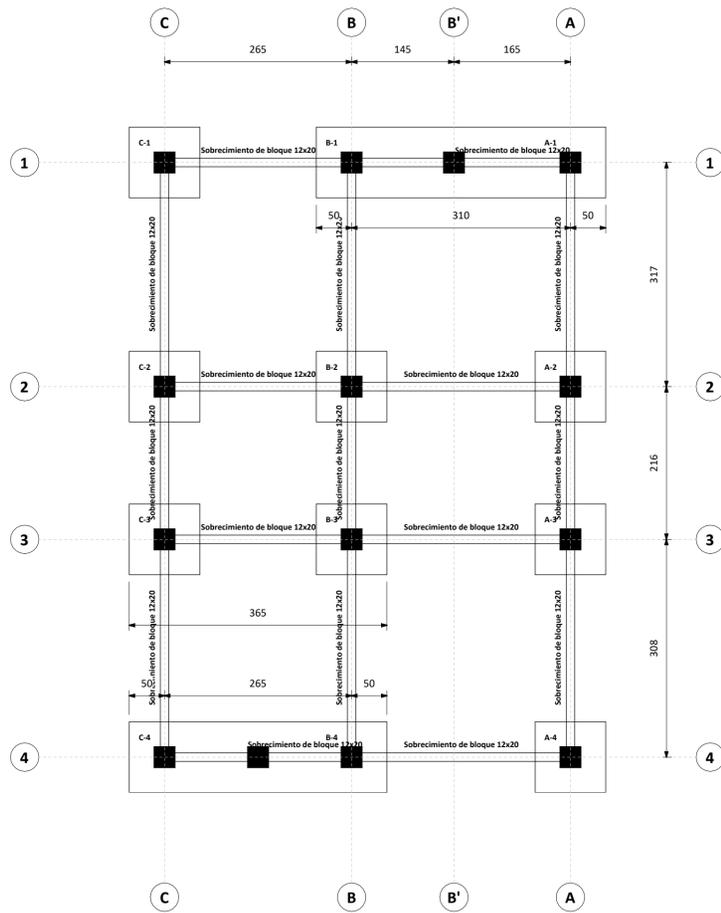
Acero de refuerzo por anfitrión					
Categoría de anfitrión	Diámetro de barra	Área	Longitud total de barra	Volumen de refuerzo	Peso
Armazón estructural	8 mm	50.27 mm <sup>2</sup>	94 m	4720.93 cm <sup>3</sup>	37.06 kg
Armazón estructural	10 mm	78.54 mm <sup>2</sup>	1167 m	91621.41 cm <sup>3</sup>	719.23 kg
Armazón estructural	12 mm	113.10 mm <sup>2</sup>	53 m	6019.04 cm <sup>3</sup>	47.25 kg
Cimentación estructural	10 mm	78.54 mm <sup>2</sup>	185 m	14561.28 cm <sup>3</sup>	114.31 kg
Escaleras	8 mm	50.27 mm <sup>2</sup>	100 m	5045.15 cm <sup>3</sup>	39.60 kg
Escaleras	10 mm	78.54 mm <sup>2</sup>	147 m	11549.28 cm <sup>3</sup>	90.66 kg
Pilar estructural	10 mm	78.54 mm <sup>2</sup>	496 m	38987.16 cm <sup>3</sup>	306.05 kg
Pilar estructural	12 mm	113.10 mm <sup>2</sup>	345 m	39014.06 cm <sup>3</sup>	306.26 kg
Suelo	5 mm	19.63 mm <sup>2</sup>	1302 m	25565.10 cm <sup>3</sup>	200.69 kg

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL**  
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA

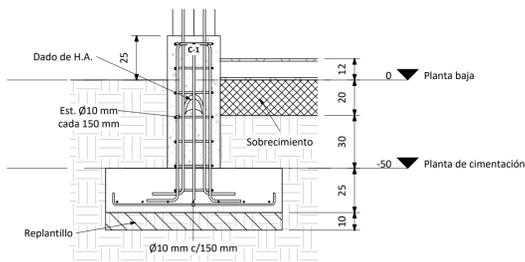
PROYECTO:  
**Análisis comparativo del desempeño sísmico de una vivienda de interés social de bahareque y hormigón armado en la ciudad de Guayaquil**

CONTENIDO:  
**Tabla de cantidades**

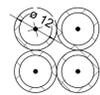
Materia: <b>Integradora</b>	Integrantes: Ken Francisco Tello Ayala Julio César Narváez Morán	Ubicación: Ciudadela Urdesa, Guayaquil	Fecha de emisión: 07/11/22
Tutor: PhD. Natividad García		Lámina: T1 / 1	Escala: 1 : 10



1 : 50 Planta de cimentación

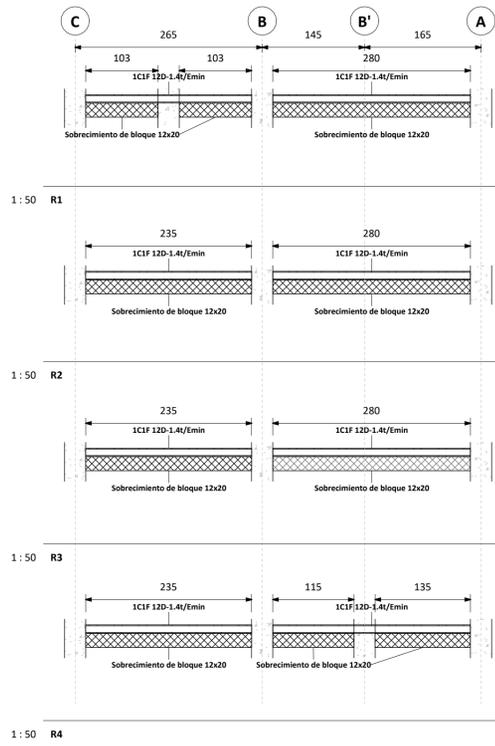


1 : 20 Detalle de zapata

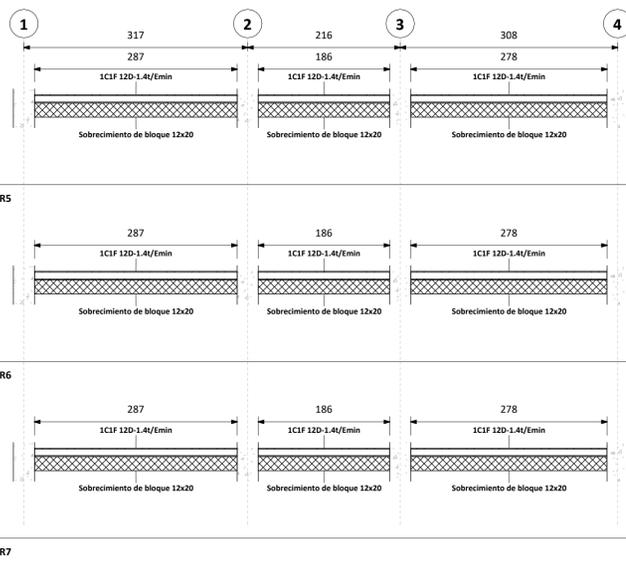
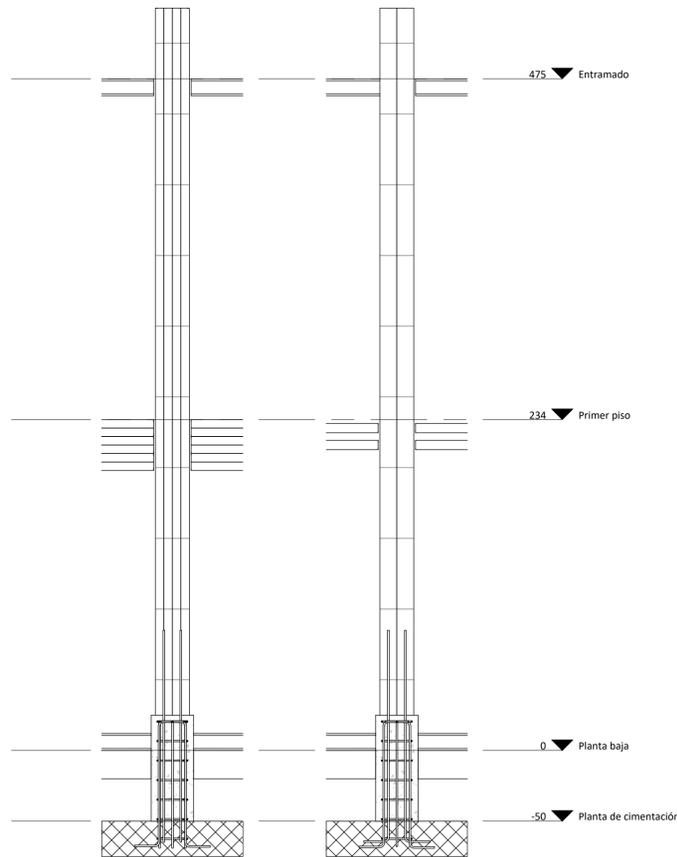


2x2 cañas de 12 mm de diámetro y espesor mínimo de 14 mm

1 : 10 Detalle de columna



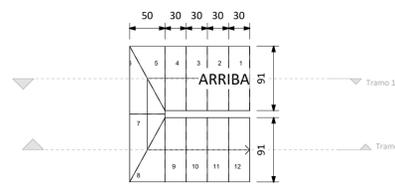
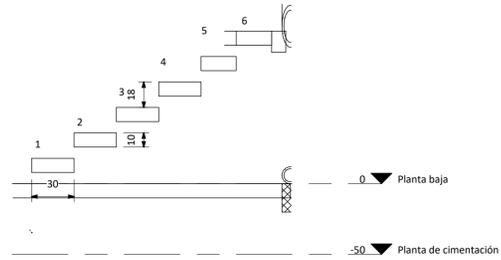
1 : 25 Alzado de columna



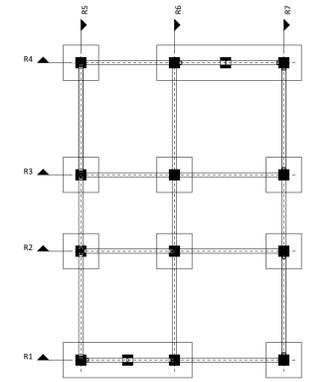
1 : 25 Tramo 1

1 : 25 Tramo 2

1 : 50 Planta de escalera



Armadura de dados

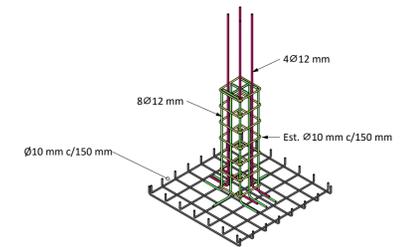


1 : 100 Sobrecimientos

Usar materiales de las siguientes características:  
 Caña: Emin = 4 GPa  
 Recubrimiento libre:  
 En cimentaciones: 4 cm

Las secciones de caña deben ser de al menos 120 mm de diámetro exterior y con espesor mínimo de 14 mm.

Las medidas expuestas están en centímetros a no ser que indiquen con sufijo la unidad. Bajo ningún concepto se permite atravesar los elementos estructurales con cables o tuberías.

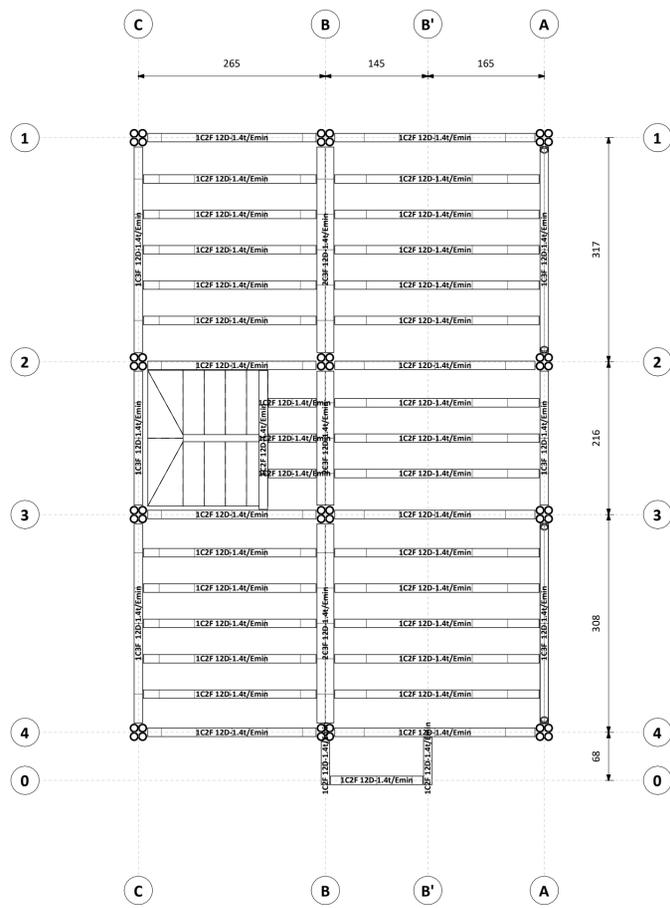


**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL**  
 FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA

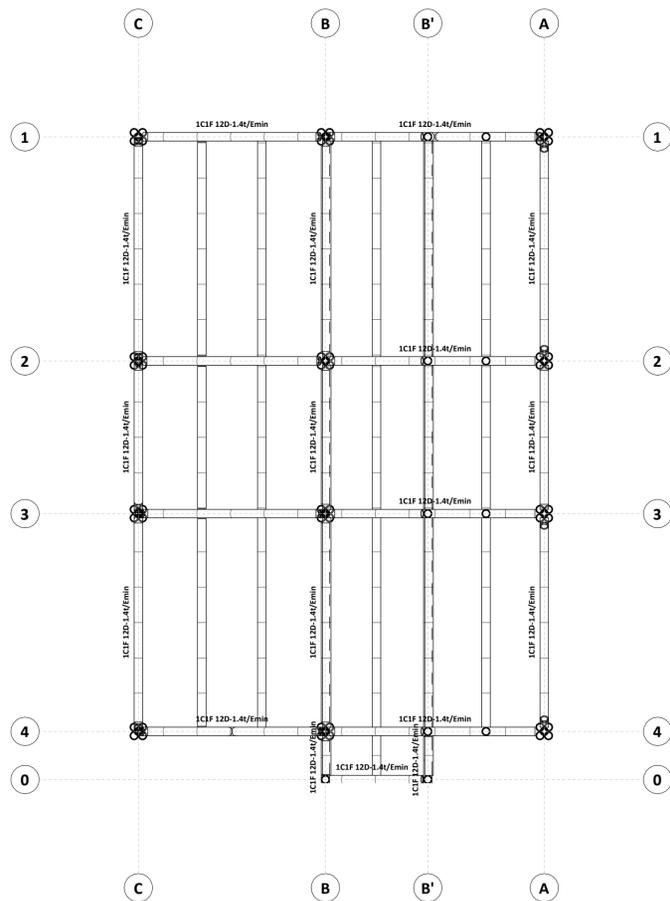
PROYECTO:  
**Análisis comparativo del desempeño sísmico de una vivienda de interés social de bahareque y hormigón armado en la ciudad de Guayaquil**

CONTENIDO:  
**Detalle de cimentación y alzado de columnas**

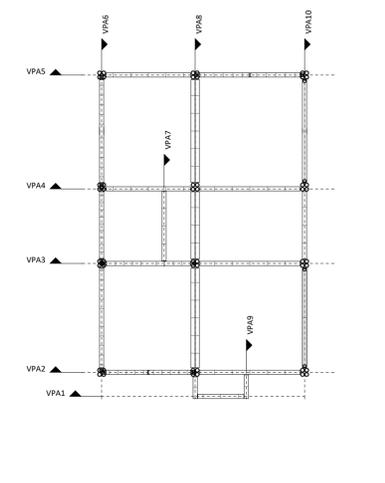
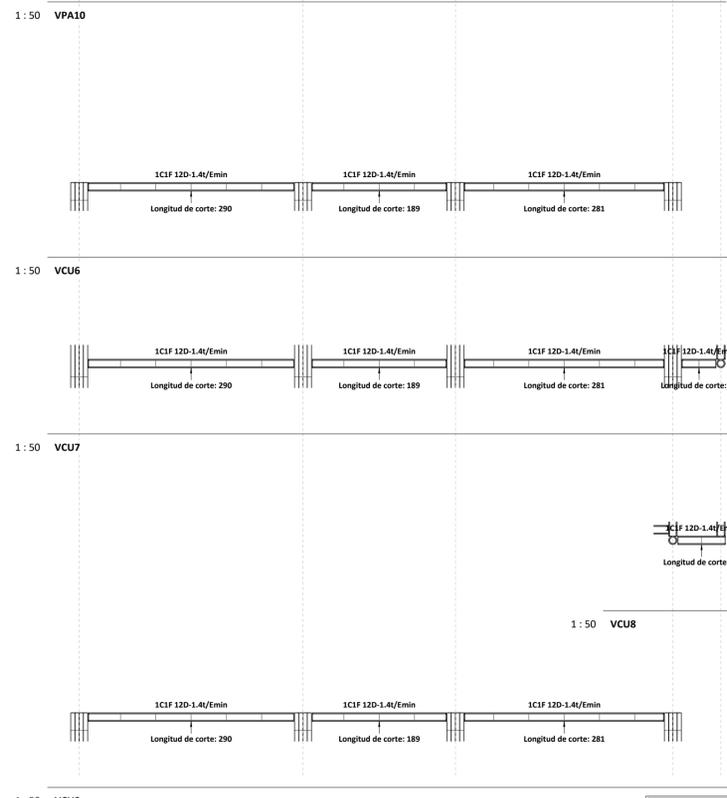
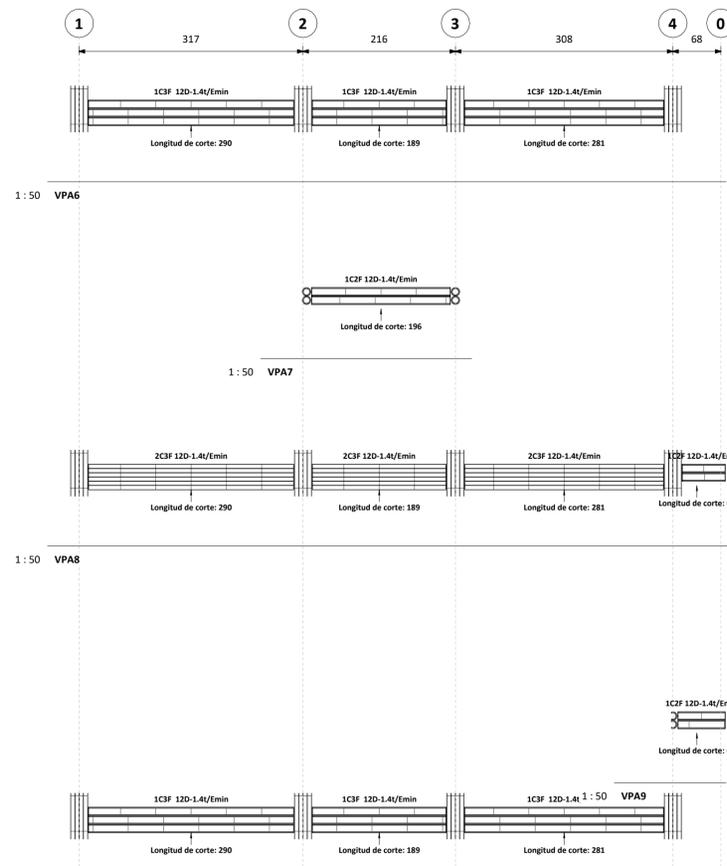
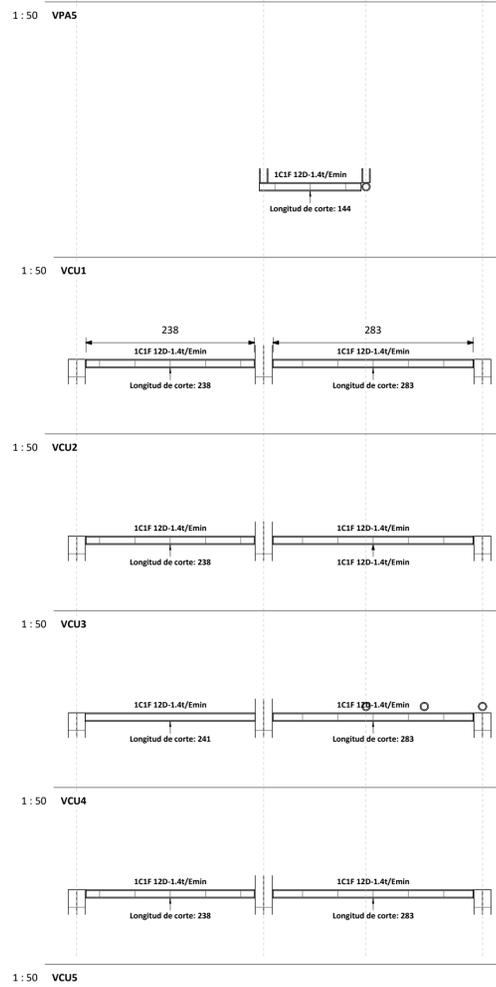
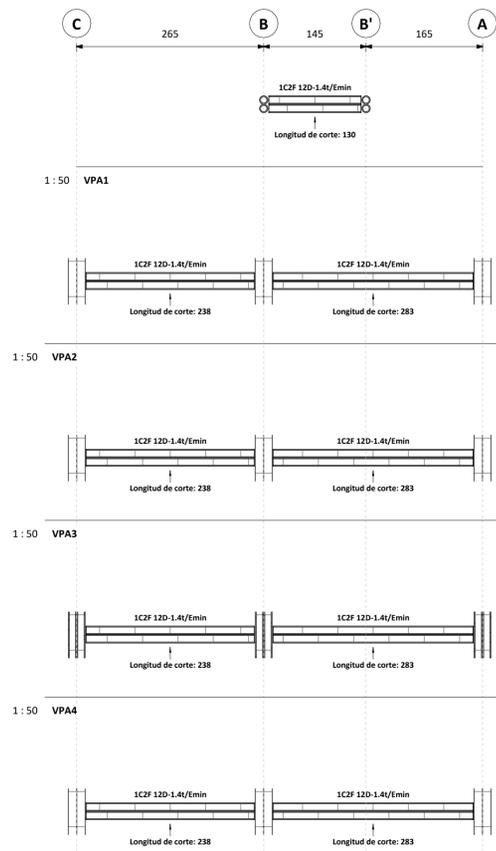
Materia: Integradora	Integrantes: Ken Francisco Tello Ayala Julio César Narváez Morán	Ubicación: Ciudadela Urdesa, Guayaquil	Fecha de emisión: 28/6/2022
Tutor: PhD. Natividad Gracia			Lámina: 1 / 3
			Escala: Como se indica



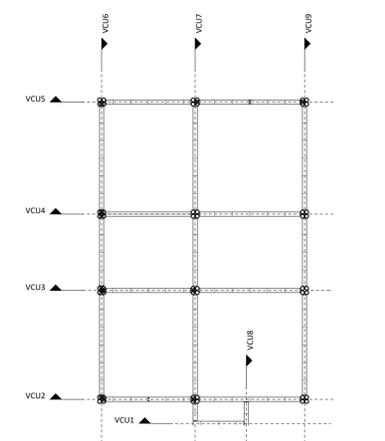
1:50 Primer piso



1:50 Entramado

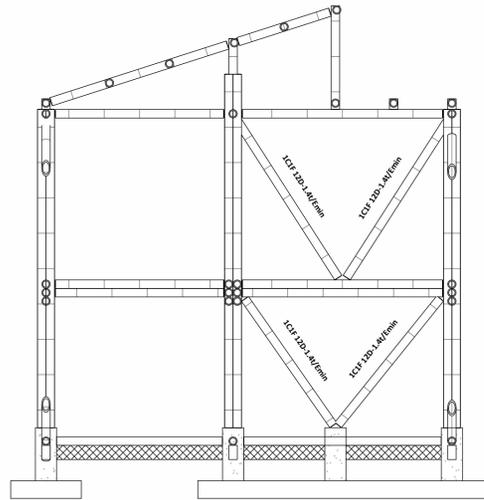


1:100 Vigas de primer piso

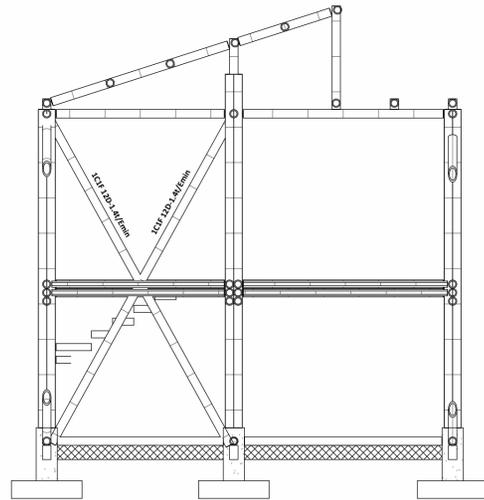


1:100 Vigas de cubierta

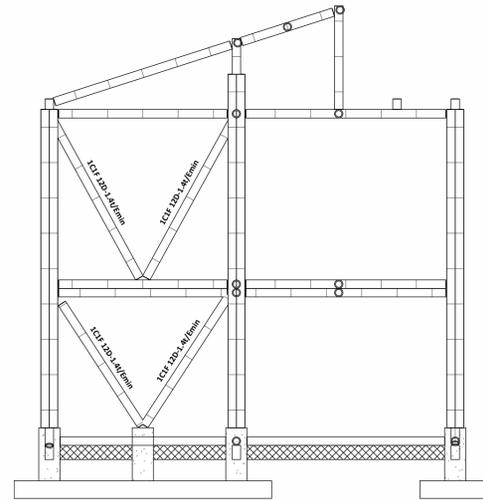
<b>ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL</b> FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA			
PROYECTO: <b>Análisis comparativo del desempeño sísmico de una vivienda de interés social de bahareque y hormigón armado en la ciudad de Guayaquil</b>			
CONTENIDO: <b>Plantas y alzados de viga de primer piso y entramado</b>			
Materia:	Integradora	Integrantes:	Ken Francisco Tello Ayala Julio César Narváez Morán
Tutor:	PhD. Natividad Gracia	Ubicación:	Ciudadela Urdesa, Guayaquil
		Fecha de emisión:	28/6/2022
		Lámina:	2 / 3
		Escala:	Como se indica



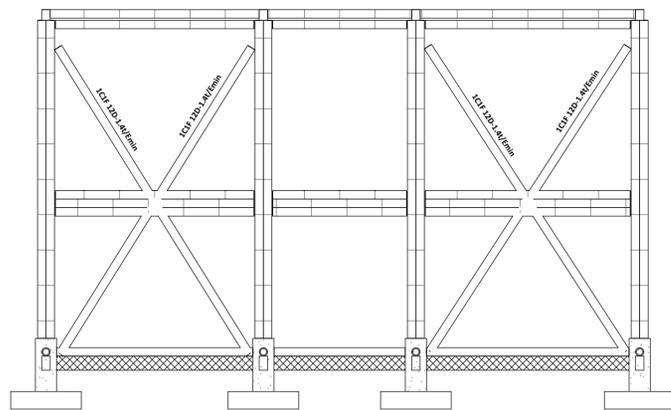
1:50 Eje 1



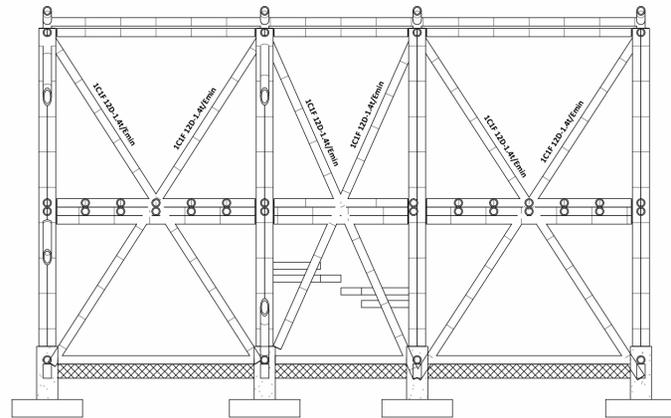
1:50 Eje 3



1:50 Eje 4



1:50 Eje A



1:50 Eje C



Escalera

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL**  
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA

PROYECTO:  
**Análisis comparativo del desempeño sísmico de una vivienda de interés social de bahareque y hormigón armado en la ciudad de Guayaquil**

CONTENIDO:  
**Arriostramientos**

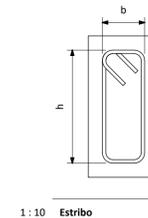
Materia: <b>Integradora</b>	Integrantes: Ken Francisco Tello Ayala Julio César Narváez Morán	Ubicación: Ciudadela Urdesa, Guayaquil	Fecha de emisión: <b>06/30/22</b>
Tutor: PhD. Natividad Gracia			Lámina: <b>3 / 3</b> Escala: 1:50

Tabla de planificación de armazones estructurales						
Tipo	Recuento	Área	Longitud de corte	Volumen	Cantidad de cañas	Longitud total
1C1F 12D-1.4t/Emin	1	4662.12 mm <sup>2</sup>	47	0.00 m <sup>3</sup>	1	47
1C1F 12D-1.4t/Emin	3	4662.12 mm <sup>2</sup>	56	0.01 m <sup>3</sup>	1	168
1C1F 12D-1.4t/Emin	1	4662.12 mm <sup>2</sup>	67	0.00 m <sup>3</sup>	1	67
1C1F 12D-1.4t/Emin	5	4662.12 mm <sup>2</sup>	136	0.03 m <sup>3</sup>	1	682
1C1F 12D-1.4t/Emin	1	4662.12 mm <sup>2</sup>	144	0.01 m <sup>3</sup>	1	144
1C1F 12D-1.4t/Emin	3	4662.12 mm <sup>2</sup>	186	0.03 m <sup>3</sup>	1	558
1C1F 12D-1.4t/Emin	3	4662.12 mm <sup>2</sup>	189	0.03 m <sup>3</sup>	1	568
1C1F 12D-1.4t/Emin	1	4662.12 mm <sup>2</sup>	201	0.01 m <sup>3</sup>	1	201
1C1F 12D-1.4t/Emin	7	4662.12 mm <sup>2</sup>	204	0.07 m <sup>3</sup>	1	1428
1C1F 12D-1.4t/Emin	1	4662.12 mm <sup>2</sup>	206	0.01 m <sup>3</sup>	1	206
1C1F 12D-1.4t/Emin	1	4662.12 mm <sup>2</sup>	213	0.01 m <sup>3</sup>	1	213
1C1F 12D-1.4t/Emin	1	4662.12 mm <sup>2</sup>	218	0.01 m <sup>3</sup>	1	218
1C1F 12D-1.4t/Emin	1	4662.12 mm <sup>2</sup>	229	0.01 m <sup>3</sup>	1	229
1C1F 12D-1.4t/Emin	1	4662.12 mm <sup>2</sup>	230	0.01 m <sup>3</sup>	1	230
1C1F 12D-1.4t/Emin	4	4662.12 mm <sup>2</sup>	235	0.04 m <sup>3</sup>	1	940
1C1F 12D-1.4t/Emin	3	4662.12 mm <sup>2</sup>	238	0.03 m <sup>3</sup>	1	715
1C1F 12D-1.4t/Emin	1	4662.12 mm <sup>2</sup>	241	0.01 m <sup>3</sup>	1	241
1C1F 12D-1.4t/Emin	2	4662.12 mm <sup>2</sup>	257	0.02 m <sup>3</sup>	1	513
1C1F 12D-1.4t/Emin	4	4662.12 mm <sup>2</sup>	262	0.05 m <sup>3</sup>	1	1050
1C1F 12D-1.4t/Emin	1	4662.12 mm <sup>2</sup>	265	0.01 m <sup>3</sup>	1	265
1C1F 12D-1.4t/Emin	1	4662.12 mm <sup>2</sup>	271	0.01 m <sup>3</sup>	1	271
1C1F 12D-1.4t/Emin	3	4662.12 mm <sup>2</sup>	278	0.04 m <sup>3</sup>	1	834
1C1F 12D-1.4t/Emin	4	4662.12 mm <sup>2</sup>	280	0.05 m <sup>3</sup>	1	1120
1C1F 12D-1.4t/Emin	3	4662.12 mm <sup>2</sup>	281	0.04 m <sup>3</sup>	1	844
1C1F 12D-1.4t/Emin	4	4662.12 mm <sup>2</sup>	283	0.05 m <sup>3</sup>	1	1134
1C1F 12D-1.4t/Emin	3	4662.12 mm <sup>2</sup>	287	0.04 m <sup>3</sup>	1	861
1C1F 12D-1.4t/Emin	3	4662.12 mm <sup>2</sup>	290	0.04 m <sup>3</sup>	1	871
1C1F 12D-1.4t/Emin	1	4662.12 mm <sup>2</sup>	293	0.01 m <sup>3</sup>	1	293
1C1F 12D-1.4t/Emin	7	4662.12 mm <sup>2</sup>	296	0.10 m <sup>3</sup>	1	2072
1C1F 12D-1.4t/Emin	1	4662.12 mm <sup>2</sup>	302	0.01 m <sup>3</sup>	1	302
1C1F 12D-1.4t/Emin	8	4662.12 mm <sup>2</sup>	305	0.11 m <sup>3</sup>	1	2440
1C1F 12D-1.4t/Emin	1	4662.12 mm <sup>2</sup>	314	0.01 m <sup>3</sup>	1	314
1C1F 12D-1.4t/Emin	1	4662.12 mm <sup>2</sup>	483	0.02 m <sup>3</sup>	1	483
1C1F 12D-1.4t/Emin	2	4662.12 mm <sup>2</sup>	511	0.05 m <sup>3</sup>	1	1022
1C1F 12D-1.4t/Emin	2	4662.12 mm <sup>2</sup>	514	0.05 m <sup>3</sup>	1	1028
1C1F 12D-1.4t/Emin	1	4662.12 mm <sup>2</sup>	527	0.02 m <sup>3</sup>	1	527
1C1F 12D-1.4t/Emin	2	4662.12 mm <sup>2</sup>	528	0.05 m <sup>3</sup>	1	1056
1C1F 12D-1.4t/Emin	1	4662.12 mm <sup>2</sup>	543	0.03 m <sup>3</sup>	1	543
1C1F 12D-1.4t/Emin	1	4662.12 mm <sup>2</sup>	558	0.03 m <sup>3</sup>	1	558
1C1F 12D-1.4t/Emin	2	4662.12 mm <sup>2</sup>	571	0.05 m <sup>3</sup>	1	1142
1C2F 12D-1.4t/Emin	1	4662.12 mm <sup>2</sup>	61	0.00 m <sup>3</sup>	2	121
1C2F 12D-1.4t/Emin	4	4662.12 mm <sup>2</sup>	67	0.01 m <sup>3</sup>	2	538
1C2F 12D-1.4t/Emin	1	4662.12 mm <sup>2</sup>	130	0.01 m <sup>3</sup>	2	261
1C2F 12D-1.4t/Emin	1	4662.12 mm <sup>2</sup>	196	0.01 m <sup>3</sup>	2	393
1C2F 12D-1.4t/Emin	4	4662.12 mm <sup>2</sup>	238	0.04 m <sup>3</sup>	2	1908
1C2F 12D-1.4t/Emin	10	4662.12 mm <sup>2</sup>	244	0.11 m <sup>3</sup>	2	4889
1C2F 12D-1.4t/Emin	4	4662.12 mm <sup>2</sup>	283	0.05 m <sup>3</sup>	2	2268
1C2F 12D-1.4t/Emin	13	4662.12 mm <sup>2</sup>	289	0.18 m <sup>3</sup>	2	7526
1C3F 12D-1.4t/Emin	2	4662.12 mm <sup>2</sup>	189	0.02 m <sup>3</sup>	3	1137
1C3F 12D-1.4t/Emin	2	4662.12 mm <sup>2</sup>	281	0.03 m <sup>3</sup>	3	1689
1C3F 12D-1.4t/Emin	2	4662.12 mm <sup>2</sup>	290	0.03 m <sup>3</sup>	3	1743
2C3F 12D-1.4t/Emin	1	4662.12 mm <sup>2</sup>	189	0.01 m <sup>3</sup>	6	1137
2C3F 12D-1.4t/Emin	1	4662.12 mm <sup>2</sup>	281	0.01 m <sup>3</sup>	6	1689
2C3F 12D-1.4t/Emin	1	4662.12 mm <sup>2</sup>	290	0.01 m <sup>3</sup>	6	1743
				1.75 m <sup>3</sup>		53442

Tabla de planificación de pilares estructurales				
Tipo	Recuento	Longitud	Cantidad de cañas	Longitud total
1C1F 12D-1.4t/Emin	12	15	1	180
1C1F 12D-1.4t/Emin	4	50	1	200
1C1F 12D-1.4t/Emin	1	100	1	100
1C1F 12D-1.4t/Emin	5	147	1	733
2C2F 12D-1.4t/Emin	8	450	4	14400
2C2F 12D-1.4t/Emin	4	500	4	8000
				23613

Tabla de planificación de armaduras					
Diámetro de barra	Área	Longitud total de barra	Volumen de refuerzo	Peso	Varillas de 12m
10 mm	78.54 mm <sup>2</sup>	331.81 m	26060.30 cm <sup>3</sup>	204.57 kg	27.65
12 mm	113.10 mm <sup>2</sup>	214.92 m	24306.88 cm <sup>3</sup>	190.81 kg	17.91

Tabla de planificación de estribos			
b	h	Cantidad de estribos	Longitud de corte
220 mm	220 mm	98	930 mm



Volumen de hormigón		
Familia	Tipo	Material: Volumen
Dado de hormigón	250x250	0.95 m <sup>3</sup>
Sobrecimiento	Sobrecimiento de bloque 12x20	1.02 m <sup>3</sup>
Zapata rectangular	Z100x100	2.00 m <sup>3</sup>
Zapata rectangular	Z365x100	0.91 m <sup>3</sup>
Zapata rectangular	Z410x100	1.03 m <sup>3</sup>
		5.90 m <sup>3</sup>

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL			
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA			
PROYECTO: <b>Análisis comparativo del desempeño sísmico de una vivienda de interés social de bahareque y hormigón armado en la ciudad de Guayaquil</b>			
CONTENIDO: <b>Tabla de cantidades</b>			
Materia: Integradora	Integrantes: Ken Francisco Tello Ayala Julio César Narváez Morán	Ubicación: Ciudadela Urdesa, Guayaquil	Fecha de emisión: 07/12/22
Tutor: PhD. Natividad Gracia		Lámina: T1 / 1	Escala: 1:10