

Escuela Superior Politécnica del Litoral

Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra

Diseño paramétrico de viviendas elaboradas con caña de guadua para
comunidades en el oriente ecuatoriano

INGE - 2288

Proyecto Integrador

Previo la obtención del Título de:

Ingeniero Civil

Presentado por:

Sebastián Eduardo González Ramírez

Edgar Ricardo López Vargas

Guayaquil - Ecuador

Año: 2023

Dedicatoria

A mi hermosa familia, mi esposa Arlette y mi hija Sophia, quienes con su amor incondicional me dieron la fuerza necesaria para cumplir y ser parte de uno de mis sueños.

A mis padres Ramón y Roxana quienes son mi inspiración y con gran amor me ayudaron a descubrir mi dirección y camino en la vida.

A mis suegros Julio y Yessenia, quienes al igual que mis padres me brindaron la ayuda necesaria en muchos momentos de dificultad.

A mis hermanas Camila y Stephanie, familiares y amigos, quienes se han mantenido cerca de mí, brindándome su cariño, apoyo y confianza.

Y el más importante, a Dios por su divino proceso, amor incondicional y guía espiritual en cada una de nuestras vidas.

Sebastián Eduardo González Ramírez

Dedicatoria

A mi hermosa familia, mi mama Jenny Vargas y mi abuela Celia Tapia, quienes me apoyaron y brindaron su amor conmensurable para guiar en el camino de la sabiduría de la vida.

A mi cuñado Jorge Luna y mi hermana Anahí Vargas, los cuales me ayudaron a seguir proyectando unas metas y rompiendo los esquemas menos oportunos que se me planteen.

A mi padre Richard López, que me brindo sus consejos en problemas que se me presenten académicamente.

Edgar Ricardo López Vargas

Agradecimientos

Nuestro más sincero agradecimiento a nuestro tutor Carlos Quishpe y nuestro profesor de materia integradora Daniel Falquez quienes forman parte del desarrollo del proyecto, gracias a su tiempo, dedicación, recomendaciones y apoyo a lo largo de todo el camino.

**Sebastián Eduardo González Ramírez &
Edgar Ricardo López Vargas.**

Declaración Expresa

“Los derechos de titularidad y explotación, me(nos) corresponde conforme al reglamento de propiedad intelectual de la institución; (nombre de los participantes) y doy(damos) mi(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”



Sebastián Eduardo
González Ramírez



Edgar Ricardo
López Vargas

Evaluadores



firmado electrónicamente por:
DANIEL ANDRES
FALQUEZ TORRES

MsC. Daniel Andrés Falquez Torres

Profesor de Materia



firmado electrónicamente por:
CARLOS PAUL QUISHPE
OTACOMA

MsC. Carlos Paúl Quishpe Otacoma

Tutor de proyecto

Resumen

En la provincia de Pastaza, existen comunidades como Bolívar, Guayusa y Tambo que enfrentan dificultades en cuanto al acceso vial y se encuentran alejadas de los principales distribuidores de materiales de construcción. Debido a los elevados costos y largas distancias asociadas al transporte de materiales convencionales como el hormigón o el acero, estas comunidades han optado por aprovechar los recursos naturales disponibles en la región para la construcción de viviendas, especialmente debido a su crecimiento poblacional constante. En este sentido, han comenzado a utilizar materiales provenientes de árboles ancestrales presentes en la zona para fabricar diversos objetos, incluyendo muebles y viviendas. El objetivo del proyecto es la parametrización del diseño estructural de viviendas, utilizando la caña de guadua como material principal, con el fin de optimizar los tiempos de diseño y cumplir con las normativas del país.

Para el desarrollo, se propuso una metodología que implica el uso de códigos de programación y parametrización mediante la librería de Matlab Toolbox y SAP2000. Esta estrategia busca aprovechar de manera eficiente los tiempos de diseño, obteniendo resultados que cumplen con lo establecido por la normativa ecuatoriana y la NTC-5525 para la determinación de las propiedades mecánicas del suelo. Posteriormente, se procede a elaborar planos basándose en lo previamente diseñado en el programa.

Para utilizar el programa, se diseñó una vivienda modelo que abarca los aspectos mencionados anteriormente, junto con sus costos respectivos de obras preliminares y de estructura. Este diseño considera las necesidades de habitabilidad, el crecimiento poblacional y la accesibilidad económica para su desarrollo.

Palabras Clave: Parametrización, viviendas, comunidades, planos, Matlab, SAP2000.

Abstract

In the province of Pastaza, there are communities such as Bolívar, Guayusa, and Tambo that face difficulties in terms of road access and are distant from major construction material distributors. Due to the high costs and long distances associated with the transportation of conventional materials like concrete or steel, these communities have chosen to leverage the natural resources available in the region for building houses, especially due to their constant population growth. In this regard, they have started using materials from ancestral trees found in the area to create various items, including furniture and homes. The project's objective is to parameterize the structural design of houses, using guadua bamboo as the main material, to optimize design times and comply with the country's regulations.

For the development, a methodology was proposed that involves the use of programming codes and parameterization through the Matlab Toolbox and SAP2000 library. This approach aims to efficiently utilize design times, obtaining results that comply with Ecuadorian regulations and NTC-5525 for determining soil mechanical properties. Subsequently, plans are drawn up based on what was previously designed in the program.

To use the program, a model house was designed that encompasses the aspects, along with their respective costs for preliminary and structural works. This design considers the needs of habitability, population growth, and economic accessibility for its development.

Keywords: *Parametrization, houses, communities, plans, Matlab, SAP2000.*

Índice general

Abreviaturas	VIII
Simbología	IX
ÍNDICE DE FIGURAS	XV
Índice de tablas	XVIII
Índice de planos	XX
Capítulo 1	1
1. INTRODUCCIÓN	2
1.1 Antecedentes	2
1.2 Presentación general del problema	3
1.3 Justificación del problema.....	4
1.4 Objetivos.....	6
1.4.1 Objetivo General.....	6
1.4.2 Objetivos Específicos	6
Capítulo 2.....	8
2. MATERIALES Y MÉTODOS	9
2.1 Revisión de literatura.....	9
2.1.1 Caña de Guadua en la construcción	9
2.1.2 Viviendas de caña de Guadua	10
2.1.3 Consideraciones de diseño	13
2.1.4 Propiedades mecánicas	15
2.1.5 Estudios de suelos	15
2.2 Área de estudio	17
2.3 Trabajo de campo y laboratorio	20
2.3.1 Determinación de las propiedades mecánicas	20

2.3.2	Ensayo de compresión	21
2.3.2.1	Procedimiento.....	21
2.3.2.2	Cálculos	23
2.3.3	Ensayo de Tensión	24
2.3.3.1	Procedimiento.....	24
2.3.3.2	Cálculos	26
2.3.4	Ensayo de Corte.....	28
2.3.4.1	Procedimiento.....	28
2.3.4.2	Cálculos	29
2.3.5	Ensayo de contracción	31
2.3.5.1	Procedimiento.....	31
2.3.5.2	Cálculos	32
2.3.6	Ensayo contenido de humedad.....	33
2.3.6.1	Procedimiento.....	33
2.3.6.2	Cálculos	34
2.4	Análisis de Datos	35
2.4.1	Resultados obtenidos de Ensayos de caña de Guadua	35
2.4.2	Comparación con ensayos anteriores	36
2.4.2.1	Ensayo a compresión.....	37
2.4.2.2	Ensayo a tensión	38
2.4.2.3	Ensayo de corte.....	39
2.4.2.4	Tabla comparativa.....	40
2.4.3	Limitaciones.....	43
2.5	Análisis de alternativas	44
2.5.1	Selección del material.....	44
2.5.2	Metodología	49

Capítulo 3.....	51
3. DISEÑOS Y ESPECIFICACIONES	52
3.1 Diseños	52
3.1.1 Identificación de la GaK en plantación.	52
3.1.2 Identificación de la GaK para construcción.	52
3.1.3 Propiedades de la GaK.....	53
3.1.4 Geometría de la GaK.....	54
3.1.5 Definición de cargas.	54
3.1.6 Combinaciones de carga.	55
3.1.7 Configuraciones de vanos	55
3.1.8 Espectro de diseño	56
3.1.9 Periodo fundamental.....	57
3.1.10 Cortante Basal de diseño.....	58
3.1.11 Diseño de viga secundaria.....	59
3.1.11.1 Verificación a flexión	63
3.1.11.2 Verificación a cortante:.....	66
3.1.11.3 Verificación a aplastamiento	67
3.1.11.4 Verificación a Tensión:.....	68
3.1.12 Diseño de viga principal	69
3.1.12.1 Verificación a flexión	72
3.1.12.2 Verificación a cortante:.....	73
3.1.12.3 Verificación a aplastamiento:	73
3.1.12.4 Verificación a Tensión:.....	74
3.1.13 Diseño de columna	75
3.1.13.1 Verificación compresión axial:	77
3.1.13.2 Verificación tensión axial.....	78

3.1.13.3 Verificación flexo-compresión axial.....	79
3.1.14 Diseño de Cimentación.....	80
3.1.15 Conexiones.....	85
3.1.15.1 Uniones cimentación y sobrecimiento.	85
3.1.15.2 Tipos de cortes.....	86
3.1.15.3 Requisitos para uniones.	87
3.1.15.4 Uniones pernos – arandelas	88
3.1.15.5 Uniones viga – columna.....	88
3.1.15.6 Recubrimiento de latillas de guadua.	90
3.2 Especificaciones técnicas	96
Capítulo 4.....	97
4. ESTUDIO DEL IMPACTO AMBIENTAL.....	98
4.1 Descripción del proyecto.....	98
4.2 Línea base ambiental	99
4.3 Actividades del proyecto.....	103
4.4 Identificación de impactos ambientales.....	105
4.5 Valoración de impactos ambientales.....	106
4.6 Medidas de prevención/mitigación.....	110
Capítulo 5.....	112
5. PRESUPUESTO	113
5.1 Estructura Desglosada de Trabajo	113
5.2 Rubros y análisis de precios unitarios	114
5.3 Descripción de cantidades de obra	116
5.4 Valoración integral del costo del proyecto	118
5.5 Cronograma de obra	121
Capítulo 6.....	123

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	124
6.1 Conclusiones (máximo 750 palabras)	124
6.2 Recomendaciones.....	126
Referencias	128
PLANOS Y ANEXOS	132
ANEXO A: HOJAS DE CÁLCULO	132
ANEXO B: CÓDIGO DE CASA MODELO	147
ANEXO C: ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE RUBROS	173
ANEXO D: PRESUPUESTO Y APU	188
ANEXO E: PLANOS	208

Abreviaturas

ESPOL	Escuela Superior Politécnica del Litoral
NEC	Normativa Ecuatoriana de la Construcción
NTC	Norma Técnica Colombiana
IMBAR	Instituto Internacional del Bambú y Ratán
GaK	Guadua angustifolia Kunth
MAG	Ministerio de Agricultura y Ganadería
FICT	Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra
EPN	Escuela Politécnica Nacional
UCSG	Univerdad Católica Santiago de Guayaquil
CO ₂	Dióxido de Oxígeno
CH	Contenido de Humedad
INEC	Instituto Nacional de Estadística y Censo

Simbología

MPa	Mega-Pascales
N	Newton
GPa	Giga-Pascales
gr	Gramos
mm	Milímetros
kN	Kilo-Newton
cm	Centímetros
m	Metro
kgf	Kilogramo-fuerza
Kgf/m ²	Kilogramo-fuerza por metro cuadrado
Kgf/m ³	Kilogramo-fuerza por metro cúbico
T	Toneladas
T/m	Toneladas por metro
T/m ²	Toneladas por metro cuadrado
T/m ³	Toneladas por metro cúbico
s	Segundos
kg	Kilogramo
g	Gravedad
CV	Carga viva
CM	Carga muerta
F _y	Límite de fluencia de acero
F' _c	Resistencia a la compresión
F _v	Resistencia al cortante

Fu	Resistencia a la tracción
ϕ	Angulo de fricción
Pu	Carga ultima
Mu	Momento Ultimo
Yc	Centro de gravedad en dirección y
Xc	Centro de gravedad en dirección x
F	Fuerza axial
V	Fuerza cortante
M	Momento
Sa	Espectro elástico de respuesta
Cs	Coefficiente sísmico
W	Peso sísmico reactivo
Q	Carga
De	Demanda
FS	Factor de seguridad
Ks	Coefficiente de balasto
Z	Valor factor Z
A	Área de sección
σ_{ult}	Esfuerzo a compresión en ensayos
L	Longitud del elemento
t	Espesor del elemento
τ_{ult}	Esfuerzo ultimo a corte
D	Diámetro exterior
d	Diámetro interior

E_{min}	Módulo de elasticidad mínimo
$E_{0.5}$	Módulo de elasticidad 0.5
$E_{0.05}$	Módulo de elasticidad 0.015
G	Módulo de corte
I_0	Inercia de la sección transversal de un culmo
R	Coefficiente de reducción
Fa	Ampliación del suelo
Fd	Ampliación de las ordenadas del espectro
Fs	Comportamiento no lineal de suelos
To	Periodo límite de vibración
Ta	Periodo fundamental de vibración
n	Razón entre la aceleración espectral
r	Factor usado en el espectro
I	Factor de importancia
W	Carga sísmica reactiva
W_s	Carga para el cálculo de sección
W_i	Carga para el cálculo de sección
W_f	Carga para el cálculo de sección
ØP	Coefficiente de regularidad en planta
ØE	Coefficiente de regularidad en elevación
Sa	Espectro de respuesta elástico de aceleraciones
Vb	Cortante basal
I_y	Inercia en "Y"
I_x	Inercia en "X"

$I_w(E_{0.05})$	Inercia para el cálculo de sección
$I_{w-i}(E_{0.05})$	Inercia para verificación de deflexiones i
$I_{w-f}(E_{0.05})$	Inercia para verificación de deflexiones f
F_i	Esfuerzo admisible en la sollicitación
CD	Coefficiente de modificación por duración de carga
Cm	Coefficiente de modificación por contenido de humedad
Ct	Coefficiente de modificación por temperatura
CL	Coefficiente de modificación por estabilidad lateral de vigas
CF	Coefficiente de modificación por forma
Cr	Coefficiente de modificación por redistribución de cargas
Cc	Coefficiente de modificación por cortante
Cp	Coefficiente de modificación por estabilidad de columna
F'_i	Esfuerzo admisible modificado para la sollicitación i
h	Altura de una sección o una estructura
b	Longitud de la base de una sección compuesta
$F_{sismica}$	Fuerza sísmica
r_x	Radio de giro en "X"
r_y	Radio de giro en "Y"
S_x	Módulo de sección en "X"
S_y	Módulo de sección en "Y"
F	Fila
C	Columna
%con	Porcentaje de conicidad de la pieza
Fb	Esfuerzo admisible a flexión para CH de 12%

F_t	Esfuerzo admisible a tracción para CH de 12%
F_c	Esfuerzo admisible a compresión para CH de 12%
F_v	Esfuerzo admisible a corte para CH de 12%
F_c	Esfuerzo admisible a compresión para CH de 12%
S_e	Separación máxima en vigas secundarias
L_{vs}	Longitud máxima
N_{vs}	Numero de nervios máximo
q	Carga lineal
δ	Coefficiente de deflexión
D_{ads}	Deflexión admisible normativa
A_t	Área tributaria
N_{ex}	Número de ejes en "X"
N_{ey}	Número de ejes en "Y"
N_{te}	Número total de columnas
L_c	Altura de las columnas
k	Coefficiente de longitud efectiva
L_e	Longitud efectiva
λ_{x-x}	Relación esbeltez del elemento de x-x
λ_{y-y}	Relación esbeltez del elemento de y-y
C_k	Esbeltez C_k , límite entre columnas
N_{cr}	Carga crítica de Euler
km	Coefficiente de magnificación de momento
v_2	Verificación a flexo-compresión
v_1	Verificación a tensión

T	Tensión
γ_i	Peso específico del suelo
c	Resistencia al corte no drenado
D_f	Desplante de la cimentación
N_c	Factor de capacidad de carga por Meyerhof para c
N_q	Factor de capacidad de carga por Meyerhof para q
N_g	Factor de capacidad de carga por Meyerhof para g
q_{adm}	Carga admisible del suelo
q_u	Carga última del suelo
f_y	Resistencia del acero
f'_c	Resistencia del hormigón
e_y	Excentricidad en "Y"
e_x	Excentricidad en "X"
R_{us}	Reacción neta del suelo
V_{uc}	Cortante que actúa sobre la sección crítica
V_r	Cortante resistente
V_{ua}	Esfuerzo cortante que se efectúa en el área
δ	Inclinación de la fuerza pasiva con la horizontal

Índice de figuras

Figura 1.1 <i>Cultivos de bambú en Ecuador [MAG et al, 2018]</i>	3
Figura 1.2 <i>Signos de tala en el Parque Nacional Cotacachi Cayapas [Daniela Aguilar, 2020]</i>	4
Figura 1.3 <i>Ubicación de terrenos en el Puyo, Pastaza [Google Earth, 2023]</i>	5
Figura 2.1 <i>Comedor de Guadurnal [Maiztegui, 2020]</i>	9
Figura 2.2 <i>Modelo de la casa Genesis [Hogar de Cristo, 2021]</i>	10
Figura 2.3 <i>Vivienda de caña de guadua en la provincia de Manabí [Cultura, n.d.]</i>	11
Figura 2.4 <i>Vivienda unifamiliar en Manabí de caña de guadua [Teresa Menéndez, 2022]</i>	12
Figura 2.5 <i>Guadua angustifolia kunth madura [Bambu Export, 2023]</i>	13
Figura 2.6 <i>Propiedades de la Caña Guadua normativa [NEC-SE-Guadua]</i>	14
Figura 2.7 <i>Propiedades mecánicas Caña de Guadua [NEC-SE-Guadua, 2015]</i>	15
Figura 2.8 <i>Ubicación del Puyo y comunidades aledañas [Google Maps, 2023]</i>	17
Figura 2.9 <i>Zona sísmica para propósito de diseño en el Ecuador [NEC-SE-Guadua, 2023]</i> ...	19
Figura 2.10 <i>Coeficientes de factor Z y Caracterización sísmica [NEC-SE-Guadua, 2023]</i>	19
Figura 2.11 <i>Datos de la zona del Puyo para humedad y temperatura [NEC-SE-Guadua, 2023]</i>	20
Figura 2.12 <i>Curva esfuerzo vs deformación de compresión</i>	23
Figura 2.13 <i>Probeta sometida a compresión</i>	24
Figura 2.14 <i>Probetas de Ensayo a Tensión</i>	25
Figura 2.15 <i>Curva esfuerzo vs deformación de Tensión</i>	27
Figura 2.16 <i>Probeta con acoples en Máquina de Ensayo</i>	27
Figura 2.17 <i>Probetas de Ensayo a Corte</i>	28
Figura 2.18 <i>Curva esfuerzo vs deformación de Corte</i>	30
Figura 2.19 <i>Probeta con crucetas en Máquina de Ensayo</i>	30
Figura 2.20 <i>Probetas de contracción en horno</i>	33
Figura 2.21 <i>Probetas de contenido de humedad en horno</i>	35
Figura 2.22 <i>Resultados de pruebas compresión tesis UCSG [Pedro Córdova, 2014]</i>	37
Figura 2.23 <i>Resultados de pruebas compresión tesis EPN [Herrera y Viteri, 2018]</i>	37
Figura 2.24 <i>Resultados de pruebas tensión tesis UCSG [Pedro Córdova, 2014]</i>	38
Figura 2.25 <i>Resultados de pruebas tensión tesis EPN [Herrera y Viteri, 2018]</i>	38
Figura 2.26 <i>Resultados de pruebas Corte tesis UCSG [Pedro Córdova, 2014]</i>	39
Figura 2.27 <i>Resultados de pruebas Corte tesis EPN [Herrera y Viteri, 2018]</i>	39

Figura 2.28 <i>Diagrama comparativo resultados ensayos compresión</i>	40
Figura 2.29 <i>Diagrama comparativo resultados ensayos tensión</i>	41
Figura 2.30 <i>Diagrama comparativo resultados ensayos corte</i>	42
Figura 2.31 <i>Diagrama de flujo de metodología proyecto</i>	49
Figura 2.32 <i>Diagrama de flujo de metodología del programa</i>	50
Figura 3.1 <i>Combinaciones de cargas [NEC-SE-Guadua, 2016]</i>	55
Figura 3.2 <i>Espectro de diseño</i>	57
Figura 3.3 <i>Sección compuesta de viga secundaria de 2 culmos</i>	59
Figura 3.4 <i>Vista de planta de la planta alta</i>	61
Figura 3.5 <i>Carga W_s para las deflexiones [NEC-SE-Guadua, 2016]</i>	62
Figura 3.6 <i>Formulas para la determinación de deflexiones [NEC-SE-Guadua, 2016]</i>	63
Figura 3.7 <i>Diseño de cortante y momento</i>	65
Figura 3.8 <i>Sección compuesta de 5 cañas de la viga en SAP2000</i>	70
Figura 3.9 <i>Sección compuesta de 6 cañas de la columna en SAP2000</i>	75
Figura 3.10 <i>Coeficiente de Balasto [Braja M. Das, 2010]</i>	82
Figura 3.11 <i>Coeficiente de Balasto [Braja M. Das, 2010]</i>	82
Figura 3.12 <i>Diseño de Zapata (Plinto)</i>	84
Figura 3.13 <i>Unión varillas de anclaje, columna y sobrecimiento [NEC-SE-Guadua]</i>	86
Figura 3.14 <i>Tipos de cortes para uniones [NEC-SE-Guadua]</i>	87
Figura 3.15 <i>Unión pernos y arandela [NEC-SE-Guadua]</i>	88
Figura 3.16 <i>Conexión entre dos culmos [NEC-SE-Guadua]</i>	88
Figura 3.17 <i>Unión viga-columna [NEC-SE-Guadua]</i>	89
Figura 3.18 <i>Ejemplo de sección compuesta [NEC-SE-Guadua]</i>	90
Figura 3.19 <i>Core longitudinal de unión [NEC-SE-Guadua]</i>	90
Figura 3.20 <i>Recubrimiento de latillas de Guadua [NEC-SE-Guadua]</i>	91
Figura 3.21 <i>Propiedades del material</i>	92
Figura 3.22 <i>Modelado 3D en SAP2000</i>	92
Figura 3.23 <i>Separaciones entre culmos columnas-vigas [NEC-SE-Guadua]</i>	93
Figura 3.24 <i>Código de programación Matlab Toolbox</i>	94
Figura 3.25 <i>Propiedades de material</i>	95
Figura 3.26 <i>Función participación masa</i>	95
Figura 3.27 <i>Función correr análisis</i>	96
Figura 4.1 <i>Matriz de Leopold</i>	105

Figura 4.2 <i>Valoración matriz de Leopold</i>	109
Figura 5.1 <i>Valoración matriz de Leopold</i>	113
Figura 5.2 <i>Diagrama de Gantt</i>	122

Índice de tablas

Tabla 2.1 <i>Estudio de suelos Puyo, Pastaza [Rubio. 2023]</i>	16
Tabla 2.2 <i>Dimensiones de probetas ensayos de compresión</i>	22
Tabla 2.3 <i>Dimensiones de las probetas</i>	26
Tabla 2.4 <i>Dimensiones de las probetas de Corte</i>	29
Tabla 2.5 <i>Datos iniciales contracción</i>	31
Tabla 2.6 <i>Datos finales contracción</i>	32
Tabla 2.7 <i>Datos iniciales de masa</i>	34
Tabla 2.8 <i>Datos finales de masa</i>	34
Tabla 2.9 <i>Resumen de datos obtenidos de Ensayo</i>	35
Tabla 2.10 <i>Resumen de Contenido Humedad y contracción</i>	36
Tabla 2.11 <i>Criterios selección del material</i>	46
Tabla 3.1 <i>esfuerzos admisibles para CH de 12%</i>	53
Tabla 3.2 <i>Módulos de elasticidad para CH de 12%</i>	53
Tabla 3.3 <i>Geometría de un culmo</i>	54
Tabla 3.4 <i>Definición de carga viva</i>	54
Tabla 3.5 <i>Definición de cargas muertas</i>	54
Tabla 3.6 <i>Carga de diseño</i>	55
Tabla 3.7 <i>Cuadro de vanos de planta</i>	56
Tabla 3.8 <i>datos de diseño espectral</i>	56
Tabla 3.9 <i>datos de diseño espectral</i>	57
Tabla 3.10 <i>Datos iniciales del cortante basal</i>	58
Tabla 3.11 <i>Resultados de la sección compuesta en viga secundaria</i>	60
Tabla 3.12 <i>Resultados de cargar axial, cortante y momento</i>	61
Tabla 3.13 <i>Resultados de cargas por sección e inercia por demanda de diseño</i>	63
Tabla 3.14 <i>Resultados de coeficientes de modificación a flexión</i>	64
Tabla 3.15 <i>Resultados de cortante y momento del SAP2000</i>	65
Tabla 3.16 <i>Resultado de demanda sobre carga a flexión</i>	66
Tabla 3.17 <i>verificación a Cortante</i>	67
Tabla 3.18 <i>verificación a aplastamiento</i>	68
Tabla 3.19 <i>verificación a tensión de viga secundaria</i>	69
Tabla 3.20 <i>propiedades de viga principal</i>	70

Tabla 3.21 <i>Datos iniciales para diseño de viga principal</i>	71
Tabla 3.22 <i>Resultados de carga para sección de viga principal</i>	71
Tabla 3.23 <i>Inercia por demanda de diseño de viga principal</i>	72
Tabla 3.24 <i>Diseño y verificación a flexión de viga principal</i>	72
Tabla 3.25 <i>Diseño y verificación a cortante de viga principal</i>	73
Tabla 3.26 <i>Diseño y verificación a aplastamiento de viga principal</i>	74
Tabla 3.27 <i>Diseño y verificación a tensión de viga principal</i>	74
Tabla 3.28 <i>propiedades de sección de columna</i>	75
Tabla 3.29 <i>Análisis lineal de la estructura</i>	76
Tabla 3.30 <i>Cargas actuales respecto al SAP2000</i>	76
Tabla 3.31 <i>Verificación a compresión de la columna</i>	77
Tabla 3.32 <i>Verificación a compresión de la columna parte 2</i>	78
Tabla 3.33 <i>Verificación a tensión de la columna</i>	79
Tabla 3.34 <i>Verificación a flexo-compresión de la columna</i>	80
Tabla 3.35 <i>característica de suelo fuerte</i>	80
Tabla 3.36 <i>característica de suelo debil</i>	80
Tabla 3.37 <i>Predimensionamiento de la cimentación</i>	81
Tabla 3.38 <i>factores del método de Meyerhof para suelo fuerte</i>	81
Tabla 3.39 <i>factores del método de Meyerhof para suelo débil</i>	81
Tabla 3.40 <i>Coefficientes de balasto y factor de seguridad</i>	82
Tabla 3.41 <i>Resultado de capacidad de carga ultima y admisible</i>	83
Tabla 3.42 <i>Valores de las recciones neta del suelo</i>	84
Tabla 3.43 <i>Valores de las recciones neta del suelo</i>	85
Tabla 4.1 <i>Árbol de factores para construcción de viviendas con Caña de Guadua</i>	102
Tabla 4.2 <i>Árbol de fases de proyecto para identificación de acciones</i>	104
Tabla 4.3 <i>Valores de magnitud e importancia</i>	106
Tabla 4.4 <i>Valores de impacto</i>	109
Tabla 5.1 <i>Rubros de obra con sus unidades</i>	115
Tabla 5.2 <i>Cuantificación de rubros de obra</i>	117
Tabla 5.3 <i>Presupuesto desglosado</i>	119
Tabla 5.4 <i>Cronograma de obra</i>	121

Índice de planos

- PLANO 1 Vistas en planta de pisos, configuración de vigas, columnas y correas
- PLANO 2 Vista de fachadas frontal, lateral e interior
- PLANO 3 Vistas de cimentación, riostras y sobrecimiento

Capítulo 1

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Antecedentes

En la región oriental del Ecuador se sitúan diferentes comunidades que presentan dificultades de acceso vial como Bolívar, Guayusa y Tambo, ubicadas en la provincia de Pastaza. Debido a esto, los desplazamientos hacia o entre estos recintos se vuelven muy limitados y no permite adquirir materiales esenciales de construcción que solo se encuentran en ciudades y/o pueblos grandes. Por ello, los pobladores para evitar altos costos y largos viajes con la logística de transporte del material como el hormigón o acero implementan el aprovechamiento de los recursos naturales a su disposición. Sin embargo, usan elementos renovables como arboles ancestrales y fabrican diversos objetos, incluyendo muebles y viviendas

Al transcurso del tiempo, el incremento poblacional de la zona ha tenido un aumento exponencial, debido a esto, la demanda en los hogares comienza a ser muy constante. Por esto, los pobladores optan en implementar recursos naturales como el Guayacán (*Tabebuia chrysantha*) cercanos a su domicilio. No obstante, este tipo de madera presenta dificultades al extraer por su resistencia y peso, además, para su proceso se tiene que usar herramientas específicas.

Sin embargo, el inconveniente se presenta cuando se tienen un aumento constante de la tasa de deforestación por la demanda de los habitantes que residen en las comunidades. Este impacto genera consecuencias ecológicas, debido a que, estas especies aportan grandes beneficios a la flora, tanto en la actualidad como a las futuras generaciones. (El Guayacán, El árbol que despierta a la vida 2014).

1.2 Presentación general del problema

En la provincia de Pastaza existen muchas comunidades alejadas de la ciudad y con recursos económicos limitados. Sin embargo, se dispone de grandes extensiones de terreno, donde el cultivo de caña guadua es abundante. Datos recientes del Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG) calculan alrededor de 140.912 hectáreas de caña ya plantadas en todo el oriente ecuatoriano y un total de 23.467 hectáreas de caña en la provincia. En estos lugares, se construye casas con madera proveniente de árboles ancestrales. Al hacerlo, se tala árboles que demoran mucho tiempo en crecer, deforestando la zona (Cardona, 2022).



Figura 1.1 *Cultivos de bambú en Ecuador [MAG et al, 2018]*

El peligro incrementa debido al constante uso de estos materiales para solventar la creciente demanda de viviendas en las comunidades y aumentando constantemente la deforestación excesiva de la zona. El bambú es un material renovable que puede ser muy aprovechado en especial si se tiene cultivos vastos y muy cercanos en el sector. Por ello, el Ministerio de Agricultura y Ganadería et al. (2018) señalan que “Ecuador apueste

estratégicamente por el bambú, hoy, no es solo una buena idea; significa alinearse con la tendencia global hacia la sostenibilidad, objetivo primordial de nuestro país”.



Figura 1.2 *Signos de tala en el Parque Nacional Cotacachi Cayapas [Daniela Aguilar, 2020]*

1.3 Justificación del problema

El problema radica en el tema social y la resolución puede crear un impacto positivo y directo en los recintos del oriente ecuatoriano. A pesar de eso, diversas comunidades presentan escasez económica para proceder con la construcción segura en sus domicilios. Como resultado, se ha recurrido al uso de maderas nobles disponibles en la región, lo que ha ocasionado una deforestación excesiva. Un ejemplo destacado de esto es la tala de árboles ancestrales como el Guayacán, una especie abundante en la zona y utilizada en diversas actividades. Además, otro problema significativo está relacionado con el transporte de los materiales, ya que la mayoría de las comunidades se encuentran a una distancia considerable de la ciudad. Sin embargo, en la región existen extensas

hectáreas de cultivos de caña guadua que no se aprovechan, a pesar de que se considera un material de construcción óptimo en el mercado.

El proyecto busca la construcción de viviendas de caña de guadua en la provincia de Pastaza, en concreto en la ciudad de Puyo. En ella, existe un terreno desocupado y disponible para el desarrollo de soluciones de vivienda para la población local. La ciudad aún no se encuentra urbanizada y experimenta un crecimiento poblacional constante. además, principalmente cuenta con vastos recursos naturales y abundante madera. Ahora bien, muchos de ellos se encuentran mal utilizados, lo que a su vez ha originado consecuencias negativas en el sector.



Figura 1.3 Ubicación de terrenos en el Puyo, Pastaza [Google Earth, 2023]

A causa del impacto social, económico y ambiental, se procura desarrollar un modelo de vivienda que utilice plantaciones existen e implementen otros recursos que apacigüen las demandas de los pobladores. A pesar de esto, requiere tener: una distribución arquitectónica adecuada para aprovechar los espacios y garantizar una

estructura resistente a sismos; además, es importante contar con la opinión o asesoramiento de un profesional, esto puede generar gastos que aumenten el costo de la vivienda. Para mitigar este gasto y considerando que muchos residentes no tienen un capital de inversión considerable, se opta por la estandarización del diseño. Por ende, se está realizando un modelo de vivienda que satisfaga las regulaciones de la construcción y otras entidades que establezcan estándares de calidad en el Ecuador. Donde, se optimiza el proceso de diseño y construcción de viviendas a base de caña guadua, de esta manera, satisfacer las demandas que se imponen en estos poblados. (Ministerio de Agricultura y Ganadería, 2018).

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo General

Diseñar viviendas de manera paramétrica con el uso de caña guadua, en conformidad con las normativas nacionales e internacionales, mediante el empleo de los programas SAP2000 y AutoCAD, para la optimización tanto del tiempo de diseño como de la utilización de recursos en la región oriental de Ecuador.

1.4.2 Objetivos Específicos

- Realizar ensayos de laboratorio que determinen las propiedades mecánicas de la caña de guadua, para el desarrollo del diseño estructural que aproveche este recurso natural de la zona.
- Presentar propuestas de planos arquitectónicos y estructurales que sean factibles de construir en la región, por medio de la elaboración de programa que incorpore el uso de Matlab y SAP2000 que permita parametrizar el diseño de la vivienda.

- Elaborar un desglose exhaustivo de los costos específicos para cada etapa de la construcción, incluyendo presupuesto y cronograma valorado de obra, para la propuesta de diseño de viviendas que fomente una cultura de sostenibilidad.

Capítulo 2

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 Revisión de literatura

2.1.1 Caña de Guadua en la construcción

La caña de Guadua es un material de madera que tiene propiedades que permite ser empleadas para la construcción, además, presenta cualidades positivas como una buena resistencia y en algunos casos bajos contenidos de humedad. Por lo que, lo convierte en un material eficaz para implementar como alternativa estructural sustentable con el ambiente. Además, se registra que en el Ecuador se tiene amplias extensiones de hectáreas por todo el país, facilitando la adquisición de este material. (Solís y Méndez, 2019).

En el Ecuador, el bambú ha sido implementado en la construcción en más de 300.000 viviendas en la región costa, brindando una preservación a la flora y fauna, protección de los cuencas hidrográficas y presentar acabados estéticos muy agradables (Fernández, 2018).



Figura 2.1 Comedor de Guadurnal [Maiztegui, 2020]

El bambú es un material durable y de alta calidad que es muy utilizado en construcciones rústicas de bajo costo, tales como viviendas, cabañas, decoraciones, entre otras. Al ser un recurso renovable, se convierte en un material sustentable para el desarrollo de las sociedades futuras gracias a su gran capacidad de auto regeneración que le permite brindar bajos costos en mantenimientos. (Álava, Calderón et. Al, 2019)

2.1.2 Viviendas de caña de Guadua

En la actualidad, se presentan varios diseños de caña guadua por diferentes empresas u organizaciones, como Hogar de Cristo que implementa este elemento en sus modelos más comunes SALOMÉ y GÉNESIS. Sin embargo, estos modelos no presentan elementos estructurales en su totalidad a base de caña guadua e implementan otro tipo de madera, como es el caso de guayacán, cedro, etc (Hogar de Cristo, 2021).



Figura 2.2 Modelo de la casa Genesis [Hogar de Cristo, 2021]

Por otro lado, en la provincia de Manabí se tienen viviendas de caña de guadua, pero con techos de paja. De esta forma, tratan de mitigar el calor que se pueda producir

al usar un techo de zinc. Sin embargo, estos tipos de cubiertas no son tan factibles para un periodo alargado, por eso se opta por usar correas de caña como base y un material aislante térmico económico de cubierta, como el Eternil. Por otro lado, las viviendas ya existentes que implementaron la caña guadua sin la valoración de un profesional presentaron problemas por no considerar las cargas que puedan soportar a lo largo de su vida útil.

De manera, sé que se tiene que considerar las cargas viva, muerta y sísmica, siendo esta última la más importante por estar el Ecuador dentro del cinturón de fuego (Flores & Chwastyk, 2023).



Figura 2.3 Vivienda de caña de guadua en la provincia de Manabí [Cultura, n.d.]

Después del terremoto del 2016, solo dos provincias fueron las más afectadas en el país. Generando conflictos para los ciudadanos que habitan en estas zonas, hasta que se presentaron grupos de apoyo, organizaciones y fundaciones para construir viviendas a los más necesitados junto con el apoyo del gobierno. Uno de los diseños a implementar es la utilización de materiales renovables como la caña guadua, pese a la magnitud del

terremoto, varias viviendas hechas de este elemento quedaron intactas. Por ello, se construyeron diversos modelos con este material. A diferencia del resto de las casas, estas presentan estructuras completamente de caña, ya sean en columnas, vigas y cubierta (Menéndez, 2022).



Figura 2.4 Vivienda unifamiliar en Manabí de caña de guadua [Teresa Menéndez, 2022]

2.1.3 Consideraciones de diseño

Para el diseño de las viviendas se tiene que considerar varios factores desde la cosecha de la caña hasta la implementación en la construcción. Primero, es la selección de la caña de Guadua, que para diseños estructurales se usa la de tipo angustifolia kunth (GaK). Especialmente se usa este tipo de caña por proporcionar buenas características físicas y mecánicas, donde se puede implementar hasta 2 niveles o pisos en viviendas. Sin embargo, se tiene que llevar un monitoreo adecuado de la edad de cada culmo (talla del bambú) que se tenga plantada, ya sea, en brote, joven o maduro. (Bambu Export, 2023)



Figura 2.5 *Guadua angustifolia kunth* madura [Bambu Export, 2023]

Dependiendo del diseño estructural que se ejecute, se selecciona un grosor y diámetro exterior de este elemento. De esta forma, las dimensiones proporcionan una mejor resistencia a deformaciones, por ello, es de gran utilidad hacer un análisis de sensibilidad para hacer una estimación de perfiles. De tal manera, se hace una comparativa de dos materiales a usar, para luego escoger el más idóneo. Sin embargo, se

tiene que considerar que la caña es un material ortotrópico y sus propiedades mecánicas se comportan de manera diferente en los 3 ejes que se manejan, generando factores que puedan afectar a la resistencia de esta (Cobos y León, 2007).

Tabla 4: Esfuerzos admisibles, F_i (MPa), CH=12%

F_b Flexión	F_t Tracción	F_c Compresión	F_{p^*} Compresión \perp	F_v Corte
15	19	14	1.4	1.2

Figura 2.6 *Propiedades de la Caña Guadua normativa [NEC-SE-Guadua]*

2.1.4 Propiedades mecánicas

La caña de Guadua presenta buenas propiedades de resistencia a la compresión, tensión, flexión, rigideces y bajos pesos, lo cual la convierte en un excelente material para la construcción de estructuras sismo resistentes.

La NEC-SE-Guadua cita las siguientes propiedades obtenidas de ensayos:

TABLA COMPARATIVA DE PROPIEDADES MECÁNICAS DE GUADÚA										
FUENTE	DOCUMENTO	Obtención de las propiedades mecánicas y estructurales de la Caña Guadua angustifolia Kunth del Ecuador.	Diseño de puentes peatonales utilizando caña guadua como elemento de construcción	Optimización de Unión en Guadua ante Sollicitación de Fuerza Sísmica	Uniones Estructurales con Bambú (Guadua Angustifolia).	Metodología de Diseño de Estructuras en Guadua Angustifolia como Material Estructural por el Método de Esfuerzos Admisibles.	El Uso de la Guadua como Madera Alternativa para la Construcción y su Aplicación en la Elaboración de Tablas para Encofrado	Uso de la Caña guadua en la Vivienda Modular.	Diseño de un Modelo de Vivienda Ecológica con Bambú para la Zona Rural de Yantaza	Propiedades Físicas-Mecánicas de la Guadua Angustifolia Kunth y Aplicación al Diseño de Baterías Sanitarias del IASA II
	AUTOR	Ing. Pedro Córdova	Ing. Kathia Vasconez Miranda, José R. Marín	Raúl Prieto Aizate	Ing. Sergio Gutiérrez	Ing. Caori Takeuchi	Ing. Industrial Angel Murriaguí	Arq. José Andrés Mendoza Castro / Arq. José Napoleón Rosales Salcedo	Ing. Luis Calva	Ing. Jorge Alberto Cobos Fischer / Ing. Xavier Antonio León Rodríguez
	UNIVERSIDAD	Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, UCSG	Universidad de las Fuerzas Armadas. ESPE	Univ. Industrial de Santander	Universidad Nacional de Ingeniería	Universidad Nacional de Colombia	Escuela Superior Politécnica del Litoral ESPOL	Universidad de Cuenca	Universidad de Loja	Universidad de las Fuerzas Armadas. ESPE
VARIABLE	PAÍS-FECHA DIMENSIONES	Ecuador-2014	Ecuador-2005	Colombia-2004	Perú-2010	Colombia-2011	Ecuador-2011	Ecuador-2014	Ecuador-2015	Ecuador-2007
Resistencia última a la compresión de la caña guadua	$\sigma_k = \text{MPa}$	37,76	21,78	42,94	44,37	20,30	69,88	70,92	43,01	48,38
Módulo de Elasticidad de compresión	$E_k = \text{Gpa}$	14,35								
Resistencia última a la tensión de la caña guadua	$\sigma_k = \text{MPa}$	117,60		161,47	107,69	40,70	258,49		52,46	242,43
Módulo de Elasticidad de tensión	$E_k = \text{GPa}$	8,31								
Resistencia última a la flexión de la caña guadua	$\sigma_k = \text{MPa}$	45,85				37,40	172,70	33,31	17,16	34,98
Módulo de Elasticidad de flexión	$E_k = \text{GPa}$	12,16								10,36
Resistencia última al esfuerzo cortante de la caña guadua	$\tau_k = \text{Mpa}$	7,17		6,76	6,41	3,50	6,76		6,74	5,46

Figura 2.7 Propiedades mecánicas Caña de Guadua [NEC-SE-Guadua, 2015]

2.1.5 Estudios de suelos

Para el diseño de cimentación se hace uso de una proforma elaborada aledaña a la ubicación de implementación del proyecto por parte del Ing. Iván Rubio Gálvez, de los cuales se toman los datos necesarios según el tipo de suelo que se encuentra en el Puyo, Pastaza. Donde, presentan varios ensayos que permiten determinar la clasificación del suelo como los límites de Atterberg, granulometría y contenido de humedad. De esta manera, mediante la USCS (Sistema Unifica de Clasificación de Suelos por sus siglas en inglés) se identifica a que categoría pertenece cada muestra extraída por el ensayo de campo SPT (Ensayo de Penetración Estándar).

Según el informe, se realizó 2 perforaciones donde estos muestran 2 estratos que son una grava limosa y limo arenoso. Se presenta la primera capa de grava a desde el nivel del terreno hasta una profundidad de 3.50 m, siguiente a esta, se muestra el estrato limoso hasta llegar a una profundidad de 9.00 m aproximadamente.

En las 2 perforaciones se tiene números bajos de golpes, que ronda entre los 8 a 20. además, presenta contenidos de humedad que oscilan en la primera capa de 62% a 67% y pasante de finos un intervalo de 14% a 17%. En la siguiente capa limosa se presenta un w% entre 57% a 66% de contenido y un pasante de finos en un intervalo de 86% a 91%.

Estos son los valores relevantes para identificar ángulo de fricción (ϕ) para la grava, coeficiente de balasto (K_s) y la resistencia al corte no drenado (S_u).

Tabla 2.1 Estudio de suelos Puyo, Pastaza [Rubio. 2023]

DATOS ESTUDIOS DE SUELOS	
Cota de cimentación	0.50 m
Angulo de fricción	30,00 °
Peso unitario del suelo	1,80 T/m ³
Esfuerzos totales	0,10 T/m ²
Asentamientos	< 2,5 cm

Nota. Datos tomados de estudio de suelos en Pastaza de Rubio (2023)

En el apartado se citan distintas fuentes en las cuales se han determinado por medio de ensayos las propiedades mecánicas de la caña de guadua angustifolia del Ecuador.

2.2 Área de estudio

En la provincia de Pastaza se localiza la capital del Puyo, siendo la cabecera cantonal con una población de 11,815 habitantes en 2022 en el oriente ecuatoriano (INEC, 2022). Cabe recalcar que solo se menciona la zona metropolitana del Puyo, no incluye a los recintos rurales y/o urbanos cercanos que su población tiene un total de 60,000 habitantes. En variedad de casos, las comunidades rurales presentan cierto distanciamiento entre ellos y tienen dificultades en acceder a ellas por su amplia y basta vegetación y/o ríos que los bordea. Afectando directamente al área de comercialización y adquisición de productos que son fundamentales para la utilización en construcciones de viviendas. (Guia Puyo, 2017)

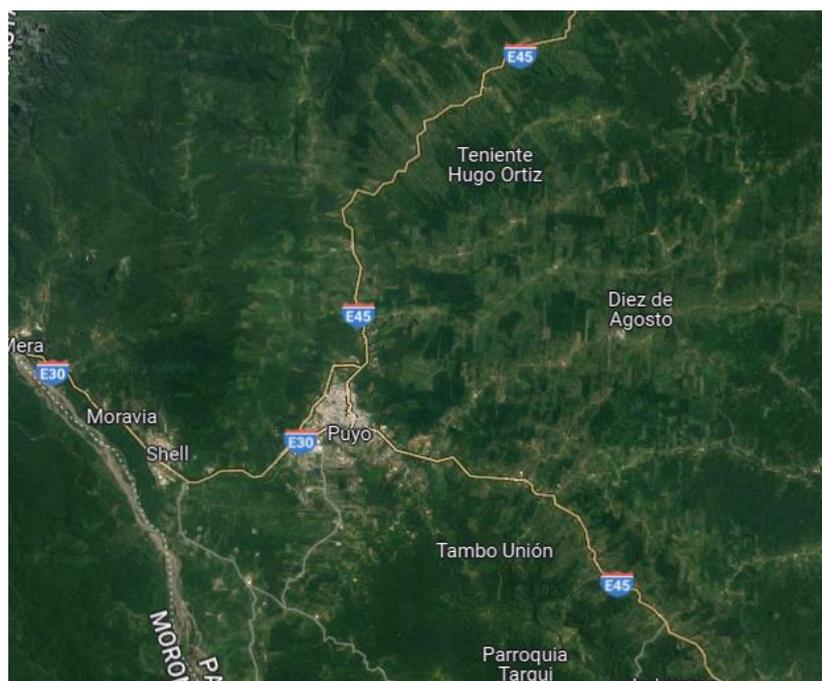


Figura 2.8 Ubicación del Puyo y comunidades aledañas [Google Maps, 2023]

Por medio del acontecimiento reciente, el área de estudio se encuentra en la ciudad del Puyo. Donde, el proyecto va dirigido a comunidades con difícil acceso y en el desarrollo de las viviendas con este elemento innovador. Además, esta caña es un recurso renovable con mayo abundancia entre las comunidades dentro de la provincia. Se opta

por este material, en lugar de otros tipos de árboles, debido a su ligereza y a sus propiedades altamente favorables para su utilización en sistemas constructivos. En adicional, ya que se presenta en las comunidades este cultivo, no presenta problemas en su adquisición y generando un punto importante en la reducción de costos y tiempo.

En la exploración y análisis geográfico, es efectivo considerar varios resultados importantes como una variedad de parámetros para llevar un análisis lineal sobre el comportamiento de sísmico. Uno de los elementos críticos que debe tenerse en cuenta es la ubicación geográfica, ya que esta determina la categoría sísmica de la región. Este factor desempeña un papel fundamental en el cálculo de las fuerzas sísmicas. Especial atención debe prestarse a las condiciones del suelo en la zona de estudio, ya que, si se identifican condiciones desfavorables, estas pueden afectar significativamente la capacidad de absorción y transmisión de cargas sísmicas. Según la Normativa Ecuatoriana de la Construcción (NEC-SE-DS), la elección de la categoría sísmica apropiada, en este caso, la categoría E debido a la presencia de arcillas y limos, es crucial.

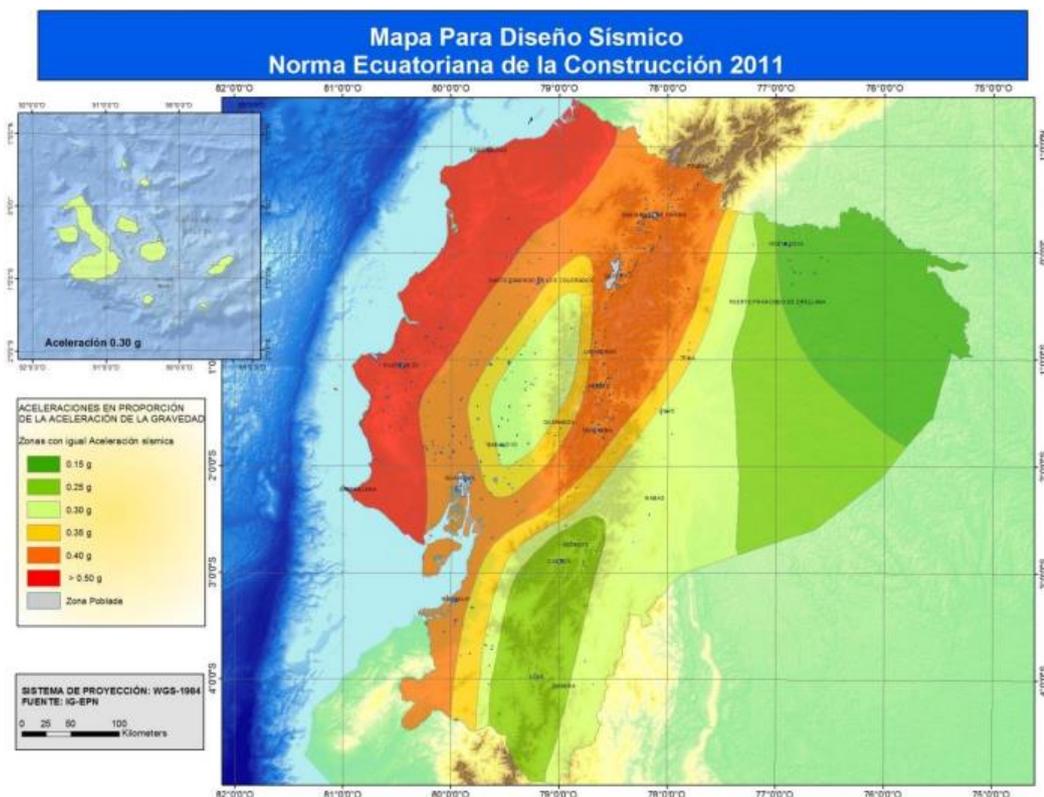


Figura 2.9 Zona sísmica para propósito de diseño en el Ecuador [NEC-SE-Guadua, 2023]

Al implementar la norma NEC-2015, se elige una categorización de alto riesgo sísmico, lo que implica la selección del factor Z, establecido en "0.30" según la figura correspondiente. Este valor desempeña un papel crucial en el cálculo de las fuerzas sísmicas que actuarán sobre la estructura, siendo fundamental para el proceso de diseño. Posteriormente, con estos valores en mano, se puede avanzar en la determinación de los coeficientes del perfil del suelo. Este paso es esencial para la identificación del espectro sísmico en la zona donde se construirá la vivienda.

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

Figura 2.10 Coeficientes de factor Z y Caracterización sísmica [NEC-SE-Guadua, 2023]

A parte de la selección del factor Z, se tiene que considerar el contenido de humedad y la temperatura que se presente en la zona. Según en la NEC-GUADUA, en el Puyo se presenta una temperatura de 20.4 °C y una humedad de 20.1%.

	Temperatura media anual	Humedad relativa promedio	Humedad de equilibrio de la madera (media anual)%
Localidad	°C	anual %	anual)%
Pastaza	20,1	85,8	19,8
Puyo	20,4	86,2	20,1
Curaray	24,9	88,0	20,9

Figura 2.11 Datos de la zona del Puyo para humedad y temperatura [NEC-SE-Guadua, 2023]

2.3 Trabajo de campo y laboratorio

2.3.1 Determinación de las propiedades mecánicas

El desarrollo de los ensayos para la obtención de las propiedades mecánicas de la caña de Guadua permitió conocer y entender el comportamiento del material. Esto incluyendo su capacidad para resistir su peso propio con cargas adicionales, así como su repuesta eficaz a las acciones del diseño e incluso en zonas con vientos fuertes o altamente sísmicos (Córdova Alcívar, 2014).

La Norma Ecuatoriana de la Construcción permite analizar y comprender el implemento de varios materiales como el hormigón, el acero y la caña. No obstante, sobre el ultimo material mencionado se estable información relevante referente a su sección con respecto al diseño y resultados de ensayos obtenidos en investigaciones anteriores.

En este caso se ha hecho uso de la normativa del instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificaciones (NTC-5525, Métodos de ensayo para determinar las

propiedades físicas y mecánicas de la Guadúa angustifolia Kunth). Esta determina los aspectos técnicos y pasos a seguir para la realización de los ensayos correspondientes.

Para realizar ensayos correctamente se recomienda que el material debe tener una buena capacidad de soportar cargas y que la aplicación de dichas cargas resulte en desplazamientos o deformaciones que se encuentren dentro de un rango aceptable (Córdova Alcívar, 2014).

2.3.2 Ensayo de compresión

El ensayo se realizó en el laboratorio de la facultad de Ingeniería de Ciencias de la Tierra, por medio de una prensa. Se somete al material a una carga durante un tiempo y velocidad específicos.

2.3.2.1 Procedimiento

Para la elaboración de las probetas, se tomó 3 diferentes especímenes pertenecientes cada uno a la fibra superior, media e inferior de la longitud total de la caña. Adicionalmente, se consideró que estas no debían tener partes del nudo dentro de ellas y la longitud total debía ser igual al diámetro externo medido. Finalmente, se procedió a tomar las dimensiones de la probeta de acuerdo con lo que dicta la normativa colombiana.

Tabla 2.2 Dimensiones de probetas ensayos de compresión

DATOS INICIALES					
<i>IC002</i>	Dext1	Dext2	Dext3	Dprom	[mm]
	89	88	95,3	90,8	
	t1	t2	t3	tprom	[mm]
	8,5	8,1	8	8,2	
	h1	h2	h3	hprom	[mm]
	89,8	89	88,9	89,2	
	A1	A2	A3	Aprom	[mm²]
2149,6	2033,2	2194,1	2125,6		
<i>MC001</i>	Dext1	Dext2	Dext3	Dprom	[mm]
	88	93,4	91,7	91,0	
	t1	t2	t3	tprom	[mm]
	7,2	7,4	8	7,5	
	h1	h2	h3	hprom	[mm]
	91,4	90,3	91,3	91,0	
	A1	A2	A3	Aprom	[mm²]
1827,7	1999,3	2103,6	1976,9		
<i>SC005</i>	Dext1	Dext2	Dext3	Dprom	[mm]
	77,6	78,6	79,5	78,6	
	t1	t2	t3	tprom	[mm]
	9,6	11	10,7	10,4	
	h1	h2	h3	hprom	[mm]
	89,6	89	90	89,5	
	A1	A2	A3	Aprom	[mm²]
2050,8	2336,1	2312,7	2233,2		

Dentro de la prensa, fue necesario ajustar cada una de las probetas. Antes de someterlas al ensayo se aplicó una carga de 101 [kN] durante un período de tiempo, con

una velocidad de ensayo de 0,6 [min/s] a lo largo de toda la prueba. Las deformaciones fueron registradas mediante el sistema de medición de la prensa de ensayo.

2.3.2.2 Cálculos

El cálculo de los esfuerzos se obtuvo a partir de la siguiente fórmula:

$$\sigma_{ult} = \frac{F}{A} \quad (2.1)$$

En donde:

σ_{ult} = Esfuerzo a compresión en MPa.

F = Carga aplicada durante el ensayo, en N.

A = Área transversal de la probeta, en mm^2 .

Posteriormente a los 3 ensayos realizados en las probetas, se procedió a graficar un diagrama de esfuerzo vs deformación unitaria, obteniendo los siguientes resultados:

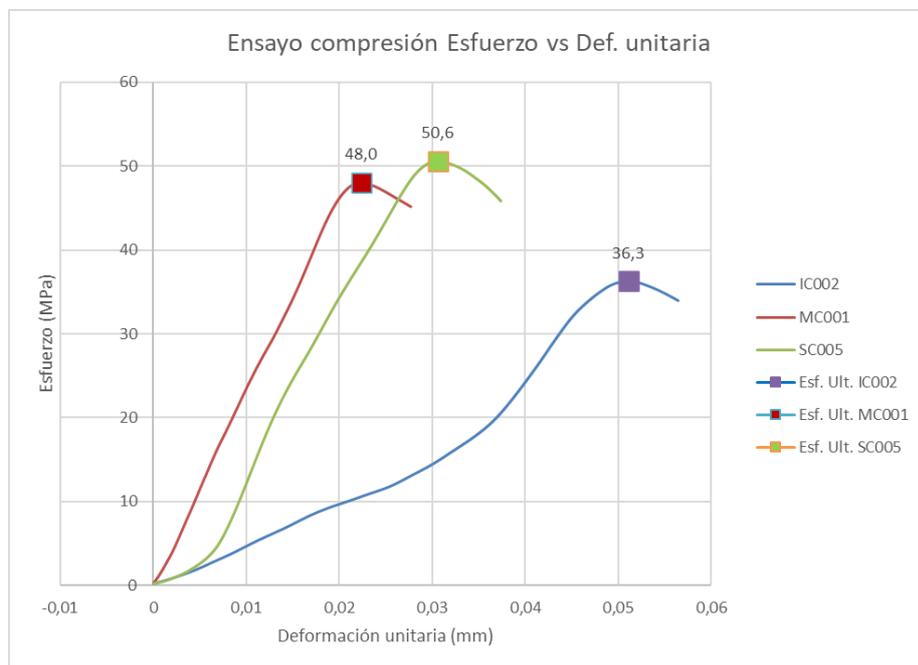


Figura 2.12 Curva esfuerzo vs deformación de compresión



Figura 2.13 *Probeta sometida a compresión*

Los resultados obtenidos del diagrama de esfuerzo – deformación se encuentran en los anexos A, al final del documento.

2.3.3 Ensayo de Tensión

Para el ensayo de tensión se desarrollaron unos acoples especiales con unas platinas de acero, de tal forma que se pueda agarrar con exactitud los extremos de la probeta de ensayo, esto es debido a que no se contó con los necesarios en el laboratorio y se realizaron unos similares a los que se necesitaba.

2.3.3.1 Procedimiento

Se debe usar una velocidad constante de 0.6 [mm/s] para realizar el ensayo de tracción a las probetas; además, estas deben contener una parte del nudo, se tomaron dimensiones igual al espesor y una longitud aproximada de 100 mm. Todo esto es de

suma importancia puesto que estos datos previamente medidos y estimados son ingresados dentro de la máquina y nos ayudaron a obtener los resultados finales.



Figura 2.14 *Probetas de Ensayo a Tensión*

Se elaboraron 3 probetas para el ensayo a Tensión, de las cuales una se utilizó como prueba para probar el agarre de los acoples y ver que sirva de manera óptima para la obtención de los resultados.

Tabla 2.3 Dimensiones de las probetas

DATOS INICIALES					
F001	T1	T2	T3	Tprom	[mm]
	8,1	17,4	10,2	11,9	
	W1	W2	W3	Wprom	[mm]
	30,1	26,6	25,1	27,3	
	GLprom				[mm]
	145,0				
	A1	A2	A3	Aprom	[mm²]
243,8	462,8	256,0	320,9		
F002	T1	T2	T3	Tprom	[mm]
	15,1	11,4	10,1	12,2	
	W1	W2	W3	Wprom	[mm]
	34	24,9	27,5	28,8	
	GLprom				[mm]
	180,0				
	A1	A2	A3	Aprom	[mm²]
513,4	283,9	277,8	358,3		
F003	T1	T2	T3	Tprom	[mm]
	15,1	11,4	10,1	12,2	
	W1	W2	W3	Wprom	[mm]
	34	24,9	27,5	28,8	
	GLprom				[mm]
	180,0				
	A1	A2	A3	Aprom	[mm²]
513,4	283,9	277,8	358,3		

2.3.3.2 Cálculos

El cálculo del esfuerzo último se obtuvo por medio de la ecuación 2.1 citada con anterioridad en el ensayo de compresión.

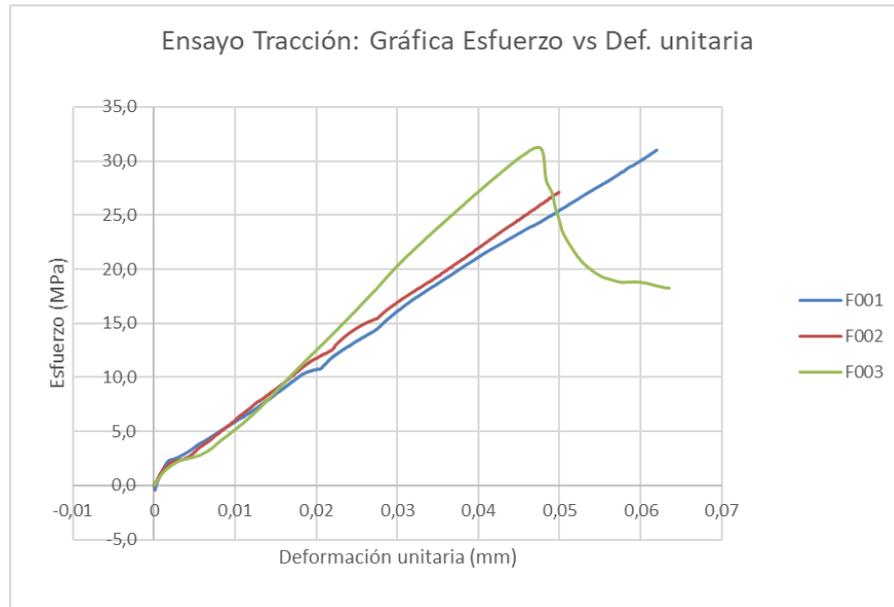


Figura 2.15 Curva esfuerzo vs deformación de Tensión

Los resultados obtenidos del diagrama de esfuerzo – deformación se encuentran en los anexos al final del documento.



Figura 2.16 Probeta con acoples en Máquina de Ensayo

2.3.4 Ensayo de Corte

Para este ensayo se elaboraron 2 probetas sometidas a un esfuerzo cortante paralelo a la fibra, estas siguen las mismas condiciones que los ensayos de compresión, es decir, sus dimensiones son las mismas que las mencionadas con anterioridad. Su única diferencia es que poseen unas cruces de platina de acero elaboradas previamente antes del desarrollo del procedimiento.

2.3.4.1 Procedimiento

Previamente a colocar la muestra dentro de la máquina, se procedió a enmarcar las partes en la que la cruceta influía en el área de la probeta, partiéndola en 4 regiones de las cuales se tomará un espesor y una altura; posterior a esto se colocó la muestra y se aplica una carga constante de 1 [kN] de tal forma que se acomode al ensayo. Finalmente, se empiezan a aplicar cargas mayores a una velocidad de 0,6 [min/s] y se toman las respectivas deformaciones.



Figura 2.17 *Probetas de Ensayo a Corte*

Tabla 2.4 Dimensiones de las probetas de Corte

DATOS INICIALES						
T001	T1	T2	T3	T4	Tprom	[mm]
	6,3	6	7,8	7	6,8	
	W1	W2	W3	W4	Wprom	[mm]
					28,8	
	GL1	GL2	GL3	GL4	GLprom	[mm]
	90,2	90,4	92,5	91,4	91,1	
	A1	A2	A3	A4	Aprom	[mm2]
568,3	542,4	721,5	639,8	2472,0		
T002	T1	T2	T3	T4	Tprom	[mm]
	8	8,3	8,4	9	8,4	
	W1	W2	W3	W4	Wprom	[mm]
					28,8	
	GL1	GL2	GL3	GL4	GLprom	[mm]
	103	99,3	104	104,4	102,7	
	A1	A2	A3	A4	Aprom	[mm2]
824,0	824,2	873,6	939,6	3461,4		

2.3.4.2 Cálculos

La resistencia última se calcula por medio de una relación entre la fuerza máxima en la cual falló el espécimen, dividido para el producto de los espesores y alturas tomados con anterioridad antes del desarrollo del ensayo.

$$\tau_{ult} = \frac{F_{ult}}{\sum(t*L)} \quad (2.2)$$

En donde:

τ_{ult} = Esfuerzo último a corte [MPa].

F_{ult} = Carga máxima antes de la falla [N].

$\sum(t * L)$ = Sumatoria del producto entre espesor y altura de las 4 regiones [mm2].

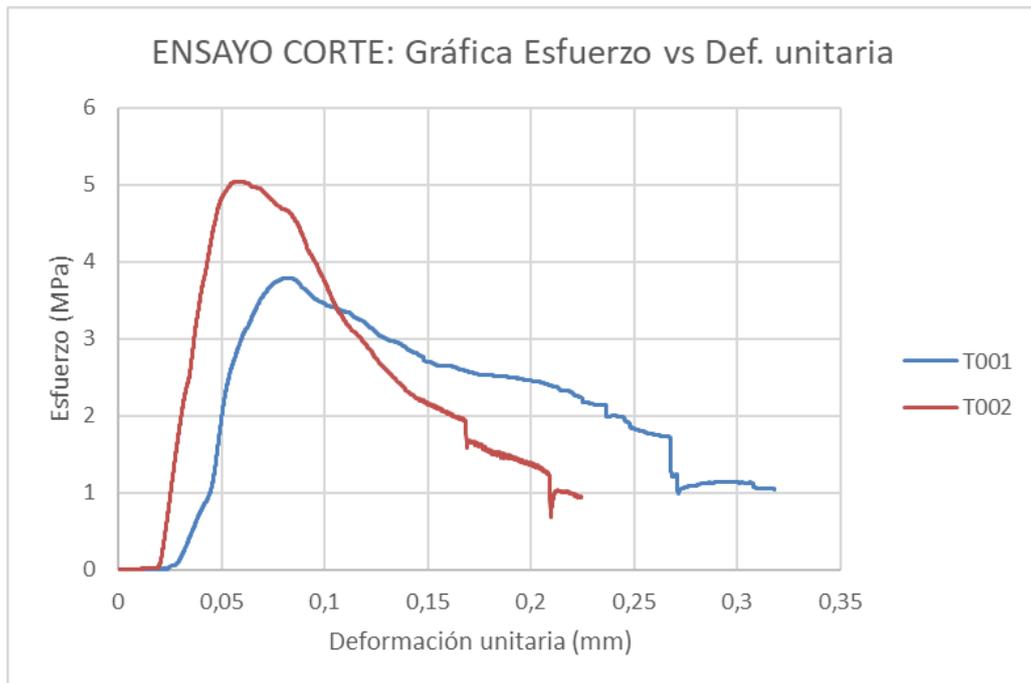


Figura 2.18 Curva esfuerzo vs deformación de Corte



Figura 2.19 Probeta con cruces en Máquina de Ensayo

Los resultados obtenidos del diagrama de esfuerzo – deformación se encuentran en los ANEXOS A al final del documento.

2.3.5 Ensayo de contracción

El presente ensayo determinó el ensayo de contracción de un entrenado, exceptuando por medio de un proceso de secado en horno y midiendo el diámetro externo, los espesores y altura de las paredes previamente y al final.

2.3.5.1 Procedimiento

Para este ensayo se elaboraron probetas de igual dimensión que las de los ensayos de compresión y corte, se empieza realizando las mediciones de los espesores de las paredes, alturas y diámetros exteriores, señalando con un marcador las zonas en donde se está realizando las mediciones. Posteriormente, anotados los valores medidos, se puso la muestra en un horno a 103°C de temperatura a secar durante 24 horas, y una vez completado este proceso se tomaron las medidas nuevas en las zonas demarcadas y se efectuó una tabla comparativa de lo obtenido.

Tabla 2.5 *Datos iniciales contracción*

		DATOS INICIALES		
Código	Sección	Diámetro externo [mm]	Espesor [mm]	Longitud [mm]
CT001	1	87,30	7,40	99,00
	2	93,00	8,00	
	3	85,10	7,40	102,00
	4	90,00	6,80	
CT002	1	87,40	8,00	100,50
	2	91,70	7,10	
	3	92,60	7,40	102,00
	4	87,40	7,50	

2.3.5.2 Cálculos

Se considera la contracción inicial y la que se obtuvo al finalizar el proceso de secado, donde se calcula por medio de la siguiente fórmula:

$$\%CT = \frac{(I-F)}{I} * 100\% \quad (2.3)$$

En donde:

I = contracción inicial

F = contracción final

Tabla 2.6 *Datos finales contracción*

DATOS FINALES					
Código	Sección	Diámetro externo [mm]	Espesor [mm]	Longitud [mm]	% Contracción
CT001	1	85,87	7,28	97,38	163,8%
	2	92,88	7,99		12,9%
	3	84,79	7,37	101,30	36,4%
	4	89,38	6,75		68,9%
CT002	1	85,83	7,86	98,69	179,6%
	2	91,22	7,06		52,3%
	3	91,29	7,30	100,56	141,5%
	4	87,18	7,48		25,2%



Figura 2.20 *Probetas de contracción en horno*

2.3.6 Ensayo contenido de humedad

Este ensayo determina la variación de la masa de probetas de caña de guadua al momento de ser sometidas a un proceso de secado en horno, de tal forma que se llegue a obtener un porcentaje de masa constante.

2.3.6.1 Procedimiento

Las probetas que se prepararon para este ensayo se tomaron inmediatamente luego de la falla de las de compresión, según indica la normativa. Se tomó la misma cantidad de probetas que las del ensayo o sometidas a compresión. Se dimensionaron probetas de 25x25 [mm] y con espesores iguales a la caña; además se tomaron cerca del lugar donde existía la falla del ensayo y se pusieron finalmente sobre una bandeja para iniciar el proceso de secado a 103°C de temperatura.

Se realizó el pesado de las muestras, obteniendo estos datos iniciales:

Tabla 2.7 *Datos iniciales de masa*

DATOS INICIALES	
Código	Peso inicial [kg]
IH001	0,004
MH002	0,004
SH003	0,006

2.3.6.2 Cálculos

Para determinar el contenido de humedad se debe calcular la variación de masa que hay entre antes y después del secado de las probetas, por eso se utiliza esta ecuación:

$$\%CH = \frac{(m - m_o)}{m_o} * 100\% \quad (2.4)$$

En donde:

m = masa antes del secado [kg].

m_o = masa después del secado [kg]

De esta forma se obtienen los siguientes resultados:

Tabla 2.8 *Datos finales de masa*

DATOS INICIALES		DATOS INICIALES	
Código	Peso inicial [kg]	Peso final [kg]	%CH
IH001	0,004	0,0027	48,15%
MH002	0,004	0,0029	37,93%
SH003	0,006	0,0043	39,53%



Figura 2.21 Probetas de contenido de humedad en horno

2.4 Análisis de Datos

2.4.1 Resultados obtenidos de Ensayos de caña de Guadua

Posterior al desarrollo de los ensayos de compresión, tensión, corte, contracción y contenido de humedad en el laboratorio de suelos de la FICT-ESPOL, se obtuvieron los siguientes resultados:

Tabla 2.9 Resumen de datos obtenidos de Ensayo

Resumen de resultados obtenidos					
Código	Ensayo	Área [mm ²]	Longitud [mm]	Deformación [mm]	Esfuerzo Último [Mpa]
MC001	Compresión	1976,9	91,0	0,0224	48,0
IC002	Compresión	2125,6	89,2	0,0511	36,3
SC005	Compresión	2233,2	89,5	0,0305	50,6
F001	Tracción	320,9	145,0	0,0619	31,0
F002	Tracción	358,3	180,0	0,0499	27,1
F003	Tracción	358,3	180,0	0,0475	31,3
T001	Corte	2472,0	91,1	0,1	3,8
T002	Corte	3461,4	102,7	0,6	5,0

Tabla 2.10 *Resumen de Contenido Humedad y contracción*

Código	Ensayo	Espesor [mm]	Longitud [mm]	Resultado [%]
MC001	Contracción	7,28	97,38	163,80%
		7,99		12,90%
		7,37	101,3	36,40%
		6,75		68,90%
IC002	Contracción	7,86	98,69	179,60%
		7,06		52,30%
		7,3	100,56	141,50%
		7,48		25,20%
Código	Ensayo	Dimensión	Peso final [kg]	%CH
SC005	Contenido H.	25x25	0,0027	48,15%
F001	Contenido H.	25x25	0,0029	37,93%
F002	Contenido H.	25x25	0,0043	39,53%

2.4.2 Comparación con ensayos anteriores

Dentro de la normativa ecuatoriano se exponen las propiedades mecánicas de la caña de Guadua, aquí se citan algunas fuentes describiendo sus resultados de ensayos, de los cuales se realizará una comparativa para definir la exactitud de los resultados obtenidos.

2.4.2.1 Ensayo a compresión

La normativa ecuatoriana y la EPN cita los siguientes resultados para el ensayo a compresión paralelo a la fibra:

Muestran	Dext (cm)	Dint (cm)	Esp (cm)	Peso (g)	Area (cm ²)	P (kN)	σ_{ult} (MPa)	Esp/Dext	Dm (cm)
1	9.84	6.49	1.59	269.8	42.966	169.5	39.450	0.1616	8.165
2	10.23	8.55	0.88	189.1	24.780	127.6	51.494	0.0860	9.39
3	9.65	8.05	0.8	176.1	22.242	127.3	57.233	0.0829	8.85
4	10.84	9.23	0.76	229.2	25.378	127.1	50.082	0.0701	10.035
5	9.83	8.19	0.77	202	23.211	123.7	53.294	0.0783	9.01
6	10.69	9.06	0.85	221.2	25.284	132.8	52.523	0.0795	9.875
7	9.81	8.12	0.82	173.7	23.799	112.1	47.103	0.0836	8.965
8	11.19	9.05	1	265.6	34.018	168.7	49.591	0.0894	10.12
9	10.44	8.81	0.85	187.1	24.644	106	43.013	0.0814	9.625
10	10.06	8.25	0.83	182.7	26.029	122.7	47.140	0.0825	9.155
11	10.14	7.11	1.45	268.4	41.051	185.5	45.188	0.1430	8.625
12	9.8	8.16	0.9	188	23.133	114.5	49.495	0.0918	8.98
13	9.64	6.82	1.4	243.9	36.456	171.5	47.043	0.1452	8.23
14	10.32	6.87	1.56	290.9	46.578	182.8	39.246	0.1512	8.595

Figura 2.22 Resultados de pruebas compresión tesis UCSG [Pedro Córdova, 2014]

Diámetro Externo [cm]	8.68
Diámetro Interno [cm]	5.75
Altura [cm]	8.56
Peso [gr]	186.90
Peso específico [T/m³]	0.66
Carga máxima aplicada [Ton]	129.04
Área Sólida [cm²]	33.25
Esfuerzo máximo a compresión [Mpa]	38.85
Módulo de elasticidad E [GPa]	15.25

Valores Promedio

Figura 2.23 Resultados de pruebas compresión tesis EPN [Herrera y Viteri, 2018]

2.4.2.2 Ensayo a tensión

La normativa ecuatoriana y la EPN cita los siguientes resultados para el ensayo a tensión paralelo a la fibra:

Muestra n	Espesor (cm)	Ancho (cm)	Area seccion (cm2)	P (kN)	σ ult (MPa)
1	1.41	1.15	1.62	23.23	143.26
2	1.31	1.24	1.62	22.48	138.39
3	1.45	1.15	1.67	23.50	140.93
4	0.97	1.17	1.13	15.48	136.40
5	0.78	1.13	0.88	11.41	129.45
6	1.1	1.13	1.24	17.24	138.70
7	1.2	1.08	1.30	16.02	123.61
8	0.99	1.18	1.17	18.84	161.27
9	1.11	1.62	1.80	26.49	147.30
10	1.24	1.09	1.35	17.37	128.51
11	1.16	1.12	1.30	16.97	130.62
12	1.18	1.14	1.35	19.93	148.16

Figura 2.24 Resultados de pruebas tensión tesis UCSG [Pedro Córdova, 2014]

Ancho [cm]	1.861
Espesor [cm]	1.365
Área Sólida [cm2]	2.538
Porción de ensayo [cm]	9.947
Carga Máxima [KN]	19.46
Resistencia máxima a tensión [Mpa]	76.52
Modulo de elasticidad (E) [Gpa]	12.02

Valores Promedio

Figura 2.25 Resultados de pruebas tensión tesis EPN [Herrera y Viteri, 2018]

2.4.2.3 Ensayo de corte

La normativa ecuatoriana y la EPN cita los siguientes resultados para el ensayo de corte paralelo a la fibra:

Muestra n	D ext (cm)	D int (cm)	Esp (cm)	Altura de muestra (cm)	Peso (g)	Area de corte (cm ²)	P (kN)	τ ult (Mpa)
1 (nudo)	11.55	8.21	1.62	11.55	664.5	74.844	65.4	8.738
2 (nudo)	11.39	7.85	1.62	11.39	667.9	73.8072	59.5	8.062
3 (nudo)	11.65	8.71	1.31	11.65	512.3	61.046	54.4	8.911
4 (nudo)	9.76	6.3	1.47	9.76	303.1	57.3888	60.6	10.560
5 (nudo)	10.16	8.45	0.82	10.16	251.7	33.3248	35.6	10.683
6 (nudo)	10.64	9.03	0.81	10.64	273.4	34.4736	40.8	11.835
7 (nudo)	9.97	8.18	0.97	9.97	245.4	38.6836	35.6	9.203
8	10.24	8.54	0.84	10.24	198.9	34.4064	33.4	9.707
9	11.42	9.29	1.07	11.42	324.3	48.8776	41.7	8.532
10 (nudo)	9.86	8.15	0.74	9.86	175.5	29.1856	25.5	8.737
11 (nudo)	9.67	6.5	1.41	9.67	274.9	54.5388	42.65	7.820
12 (nudo)	10.04	8	1.11	10.04	271.8	44.5776	49.4	11.082
13	9.71	6.37	1.42	9.71	272.2	55.1528	62.8	11.387
14	10.22	8.63	0.74	10.22	180.1	30.2512	29	9.586
15	9.9	8.14	0.88	9.9	221.1	34.848	32.98	9.464

Figura 2.26 Resultados de pruebas Corte tesis UCSG [Pedro Córdova, 2014]

$\Sigma(t*L)$ [cm]	43.847
Carga [KN]	9.09
Resistencia a Corte [Mpa]	2.08

Figura 2.27 Resultados de pruebas Corte tesis EPN [Herrera y Viteri, 2018]

2.4.2.4 Tabla comparativa

Para el caso de los ensayos a compresión se presenta la siguiente tabla:

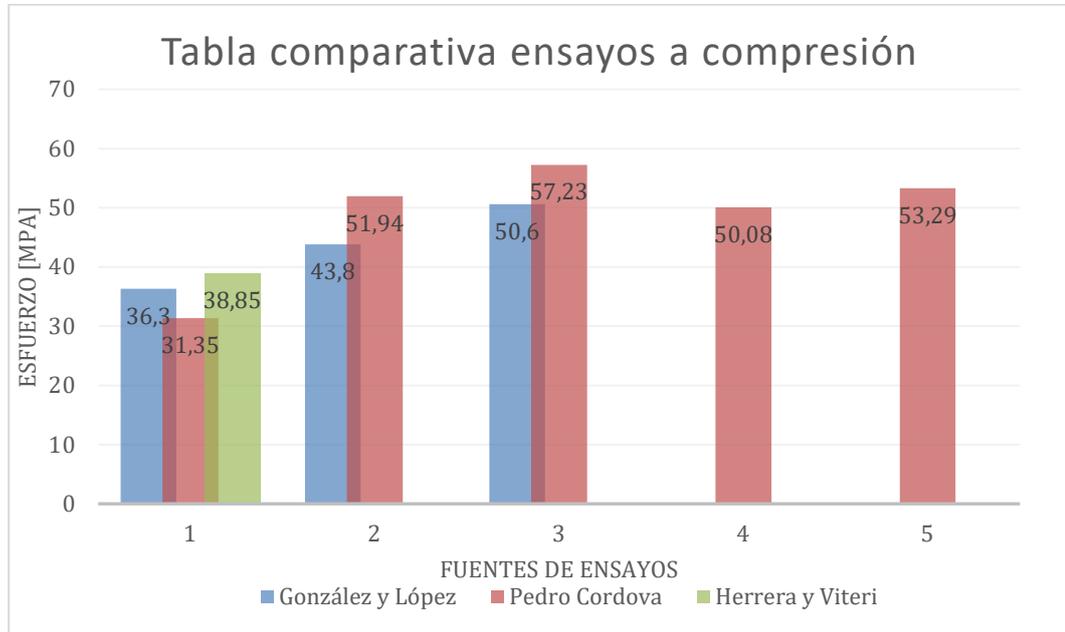


Figura 2.28 Diagrama comparativo resultados ensayos compresión

De la tabla anterior podemos concluir que en los ensayos realizados se ensayaron muestras de las distintas fibras que componen la caña (Superior, mediana e inferior) y la resistencia va variando acorde al tipo de culmo que hayamos utilizado, en las fuentes citadas se observa una tendencia de resistencia que va de los 35 a 50 [MPa] lo cual se asemeja bastante a nuestro rango obtenido. Los resultados obtenidos se encuentran cercanos a lo que cita la normativa, por lo cual se concluye que el ensayo se realizó con éxito.

Consecuentemente, para el caso de los ensayos a tensión se tiene:

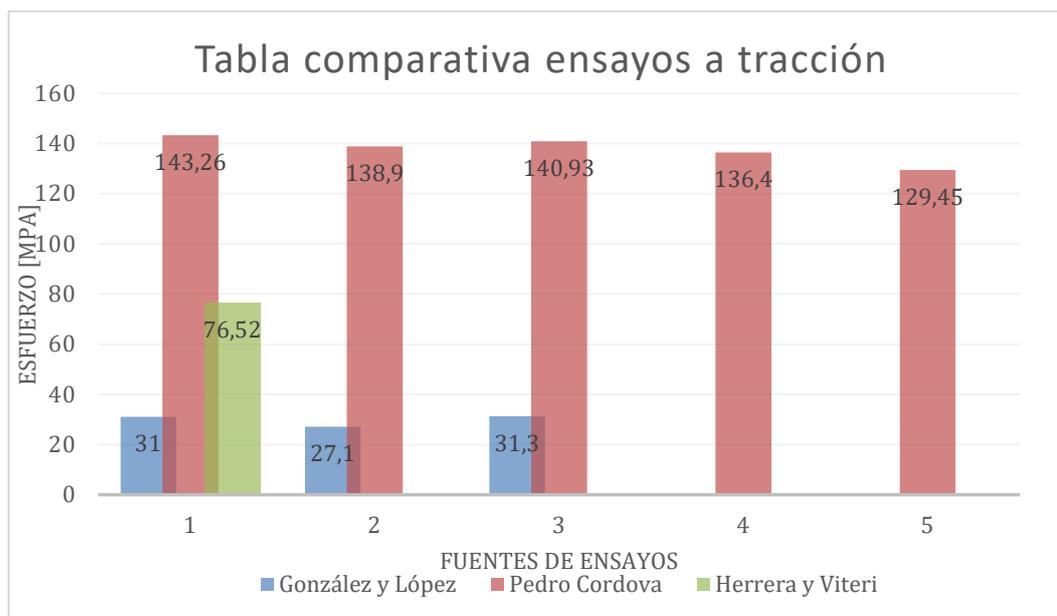


Figura 2.29 Diagrama comparativo resultados ensayos tensión

En base al diagrama comparativo, se puede observar que los resultados obtenidos no alcanzan las resistencias de las otras fuentes, esto se debe principalmente a que se hizo uso de unos acoples improvisados para el desarrollo del ensayo, estos contruidos a base de unas platinas de acero en el laboratorio de la FICT. Las resistencias promedio al esfuerzo cortante van desde los 76 hasta los 120 [MPa]; al momento que se realizó los ensayos las fallas originadas por la prensa no se apreciaron en el nudo sino por medio de los extremos de las probetas, de lo cual la normativa cita que deberían haberse originado en el nudo del culmo. Finalmente, estos resultados obtenidos demuestran que no se evaluó el verdadero desempeño de la caña debido a la falta de los implementos necesarios y obteniendo un ensayo parcial con resultados muy lejanos a los esperados.

Finalmente, para el caso del ensayo a corte:

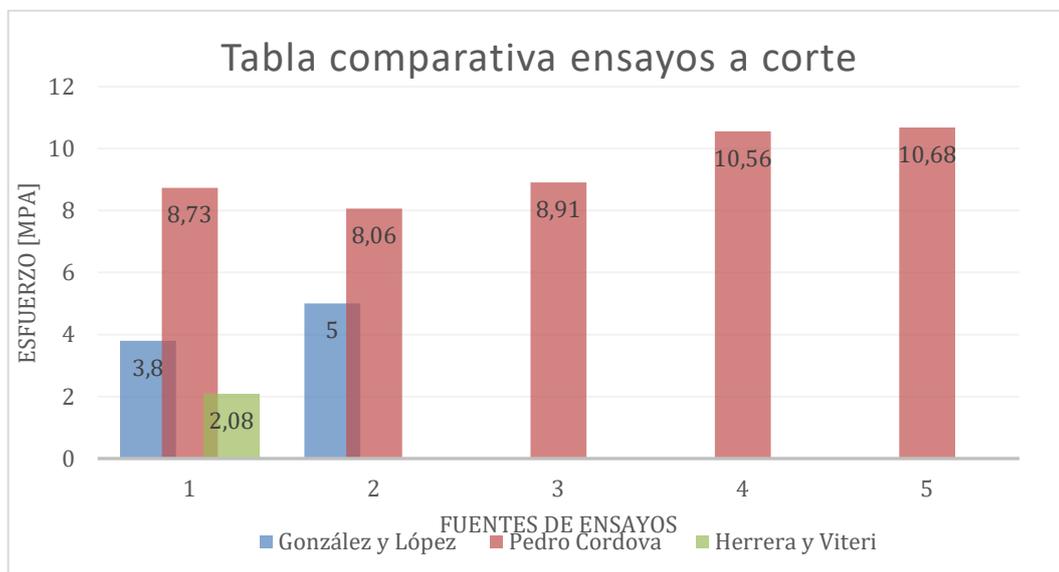


Figura 2.30 Diagrama comparativo resultados ensayos corte

En base al diagrama se pueden observar una dispersión entre los resultados obtenidos de las distintas fuentes, sin embargo, el ensayo de la UCSG ensaya la capacidad cortante de los nudos de los culmos y en los ensayos realizados únicamente se hicieron probetas de los entrenudos. Las resistencias van desde los 2 hasta los 11 [MPa] obteniendo un resultado máximo de 5 [MPa] en los resultados de las pruebas, por ende, en base a la data se puede concluir que los ensayos fueron realizados con éxito a pesar de haber improvisado la elaboración de unas crucetas con platina de acero para el desarrollo de esta.

2.4.3 Limitaciones

En el desarrollo de los ensayos se presentaron ciertas limitaciones presentadas a continuación:

- Ante la falta de los acoples necesarios para la elaboración de las pruebas, se tuvieron que improvisar unos parecidos y elaborarlos por cuenta propia en el laboratorio.
- El ensayo de flexión no pudo ser realizado debido a no poseer los apoyos necesarios para poder poner la probeta a ensayarse en el laboratorio.
- Al momento de realizar el ensayo de tracción se apreció que las fallas de las probetas no se encontraban dentro de los nudos del culmo, sino a sus extremos, esto debido a que los acoples realizados no ejercen el agarre necesario para poder estirar correctamente, por lo cual, al contrario, lo estaba dañando y originando una falla en el sector.
- Para el ensayo de corte se hizo uso de soldadoras para unir platinas de acero, de tal forma que adquirieran una forma similar a las crucetas que se utilizan en los mismos según la normativa. A pesar de esto, los ensayos se desarrollaron con éxito.

2.5 Análisis de alternativas

Basándonos en los materiales más comunes de la construcción en el Ecuador, se presentan alternativas como hormigón, acero o caña de guadua (GaK) para realizar el diseño sísmo resistente de viviendas. A continuación, se realizó una comparativa de distintos factores de importancia que describen los campos necesarios para seleccionar la alternativa adecuada, junto con su respectivo análisis de influencia del material haciendo hincapié a nuestra zona de estudio (El oriente ecuatoriano).

2.5.1 Selección del material.

Para la construcción de la vivienda se han propuestos 3 distintos tipos de materiales a utilizar en el diseño:

- Hormigón Armado (Concreto Armado).
- Acero estructural.
- Caña de guadua (GaK).

Se realizó una investigación individual a cada una de las alternativas y se determinó la viabilidad de esta, bajo los siguientes criterios:

Costo: Las alternativas seleccionadas han sido propuestas de manera que se tenga en cuenta el costo en la inversión inicial en la construcción de las viviendas y que puedan ser financiadas por los involucrados, considerando el precio de los materiales por la zona, siendo el de mayor porcentaje el más atractivo en esta condición.

Estética: Este criterio tiene como objetivo evaluar cuán agradable será la apariencia física de la vivienda una vez finalizada, ya que los materiales utilizados ofrecen acabados diversos que influirán en la presentación final de la casa. En Ecuador, se le concede una gran importancia a este factor al momento de seleccionar el material de

construcción, por ende, mientras mayor peso se le dé al material tendrá una mayor apreciación estética.

Mantenimiento: Se deben realizar de forma periódica mantenimientos preventivos o correctivos en las estructuras. Este criterio analiza cuánta atención demanda el material con el tiempo, incluyendo revisiones y comprobaciones para corregir posibles fallas o elementos que necesiten ser reemplazados, mientras menor sea la necesidad en un tiempo determinado esta ira ganando más valor.

Transporte: Un objetivo específico de este proyecto es aprovechar los recursos locales de la zona de tal forma que no se requiera de mucho transporte de material en obra, debidos a las faltas de vías de acceso. Por ende, en esta sección se analizará la facilidad de transportar o mover el material necesario hacia las distintas comunidades del sector, considerando distancias desde las comercializadoras o el sitio donde se obtenga la materia prima.

Impacto ambiental: Este factor permitirá considerar la importancia de enfocar el proyecto hacia un eje de sostenibilidad, es decir, que el material no tenga efectos adversos en el cambio climático o que finalmente brinde la menor cantidad posible de contaminación al ser utilizado como el material principal de la construcción,

Tabla 2.11 *Criterios selección del material*

Criterios	Ideal	Hormigón Armado	Acero estructural	Caña de Guadua (GaK)
Costo	20%	10%	15%	20%
Estética	20%	20%	15%	10%
Mantenimiento	20%	20%	15%	10%
Transporte	20%	10%	15%	20%
Impacto ambiental	20%	10%	15%	20%
TOTAL	100%	70%	75%	80%

Por consiguiente, se desarrollará un análisis individual para cada alternativa:

- **Hormigón Armado:** Es el material más comúnmente utilizado en el país para la construcción; sin embargo, presenta algunas desventajas notables. En primer lugar, su costo es relativamente más elevado, ya que no hay lugares cercanos que lo comercialicen. Además, en cuanto al transporte, los costos se incrementan debido a la falta de vías de acceso que puedan conectar las comunidades, lo que impide el acceso de vehículos; también tiene un impacto ambiental negativo en comparación con otros, ya que requiere de grandes movimientos para su traslado, no es un recurso renovable y genera una considerable liberación de CO₂.

Por otro lado, presenta ventajas en cuanto a su estética, ya que sus acabados finales suelen ser de muy buena calidad, lo que permite la creación de diseños atractivos y visibles para los usuarios; además no requiere muchos mantenimientos cíclicos ya que al encontrarse bien construido su periodo de vida es prolongado y duradero.

- **Acero estructural:** El acero es un material ampliamente empleado en la industria de la construcción, sin embargo posee diversas desventajas, tales como la dificultad en su transporte hacia las comunidades del sector, comenzando por el acceso limitado al igual que el hormigón debido a la falta de vías que conecten las comunidades y casas comerciales que la fabriquen; Además, los costos, ya sea en términos de material, mano de obra y mantenimiento, suelen ser elevados, en similitud, debido a la necesidad de contar con maestros de soldadura, montaje, mano de obra; lo que va de la mano con el impacto ambiental negativo que podría generar puesto que no se está hablando de un recurso renovable, sino de uno que libera grandes contaminaciones de CO₂ y genera mucho desperdicio.

Sin embargo, presenta ciertas ventajas, como la capacidad para lograr acabados estéticos de alta calidad, lo que lo convierte más atractivo a la vista de los usuarios; además, sus mantenimientos o chequeos no son muy cotidianos, requieren muy poco si se siguen las correctas especificaciones técnicas, lo que a su vez permite reducir el costo en este factor.

- Caña de Guadua: Entre las principales ventajas de la Guadua se derivan de la abundante presencia de cultivos en el oriente ecuatoriano. Esto hace que el transporte sea un factor poco relevante o insignificante, ya que pueden obtenerse y desplazarse con facilidad debido a la presencia de estos cultivos en toda la localidad. Además, esta abundancia reduce los costos en adquirir de materia prima, evitando así la necesidad de ir hacia lugares lejanos y aprovechando los recursos renovables en la zona, lo que a su vez podría generar un impacto ambiental positivo, puesto que no generaría contaminación y se ayudaría a reducir la deforestación desmedida de árboles ancestrales que existen en el sector.

Por otro lado, los costos de mantenimiento son generalmente más requeridos en comparación con otros materiales y sus acabados finales no son tan vistosos como los demás, ya que, a diferencia de otros materiales, presenta un acabado natural distinto a lo que se podría realizar con otro material.

En conclusión, en base a los factores expuestos y su respectiva ponderación se optó por realizar el diseño con la Caña de Guadua al convertirse en la mejor alternativa para el desarrollo de la construcción de viviendas.

2.5.2 Metodología

El proyecto integrador sigue la siguiente metodología:

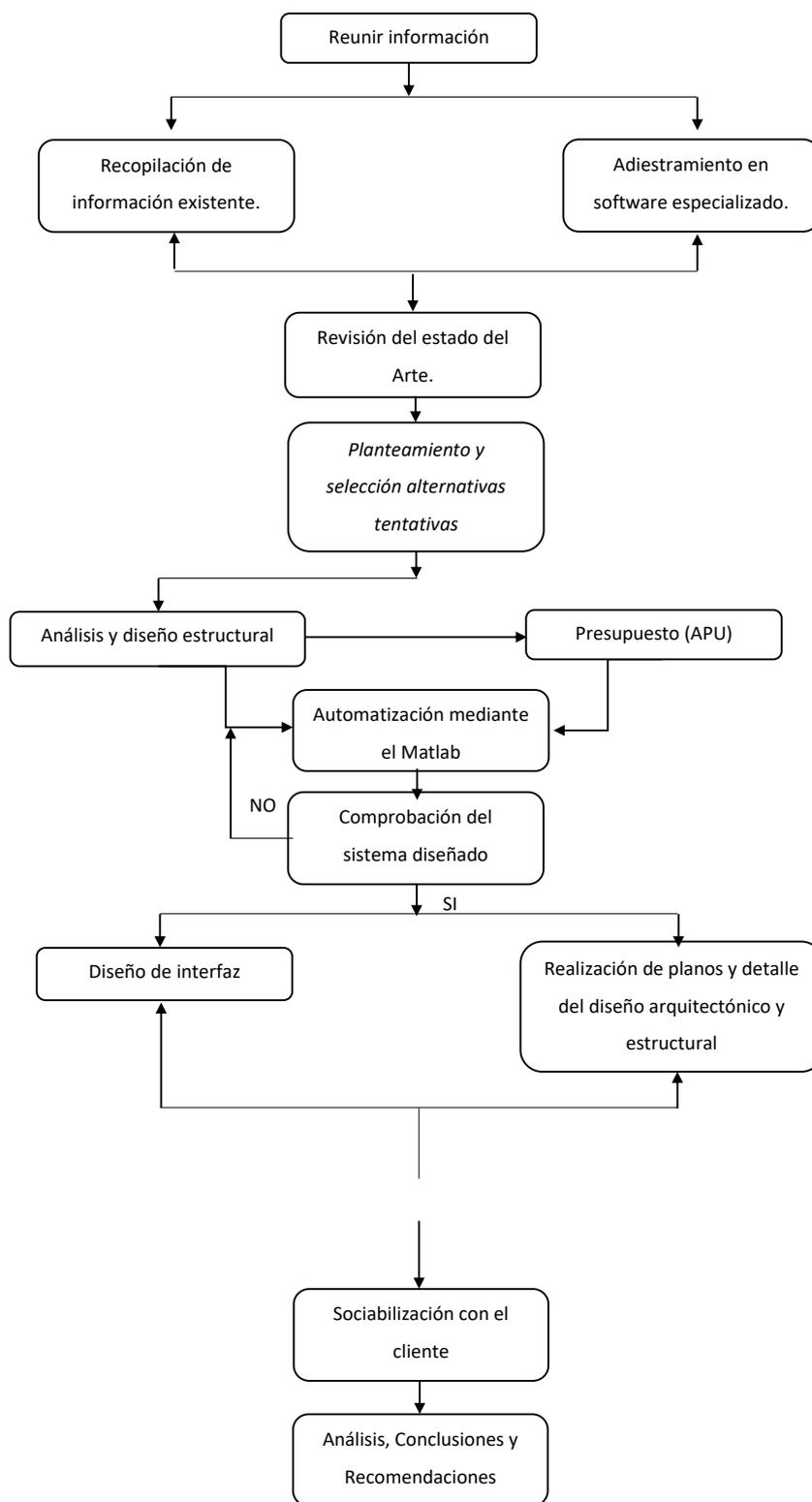


Figura 2.31 Diagrama de flujo de metodología proyecto

Para el desarrollo del diseño de la vivienda se pretende parametrizar el material por medio del uso de SAP + Matlab toolbox, siguiendo la siguiente metodología:

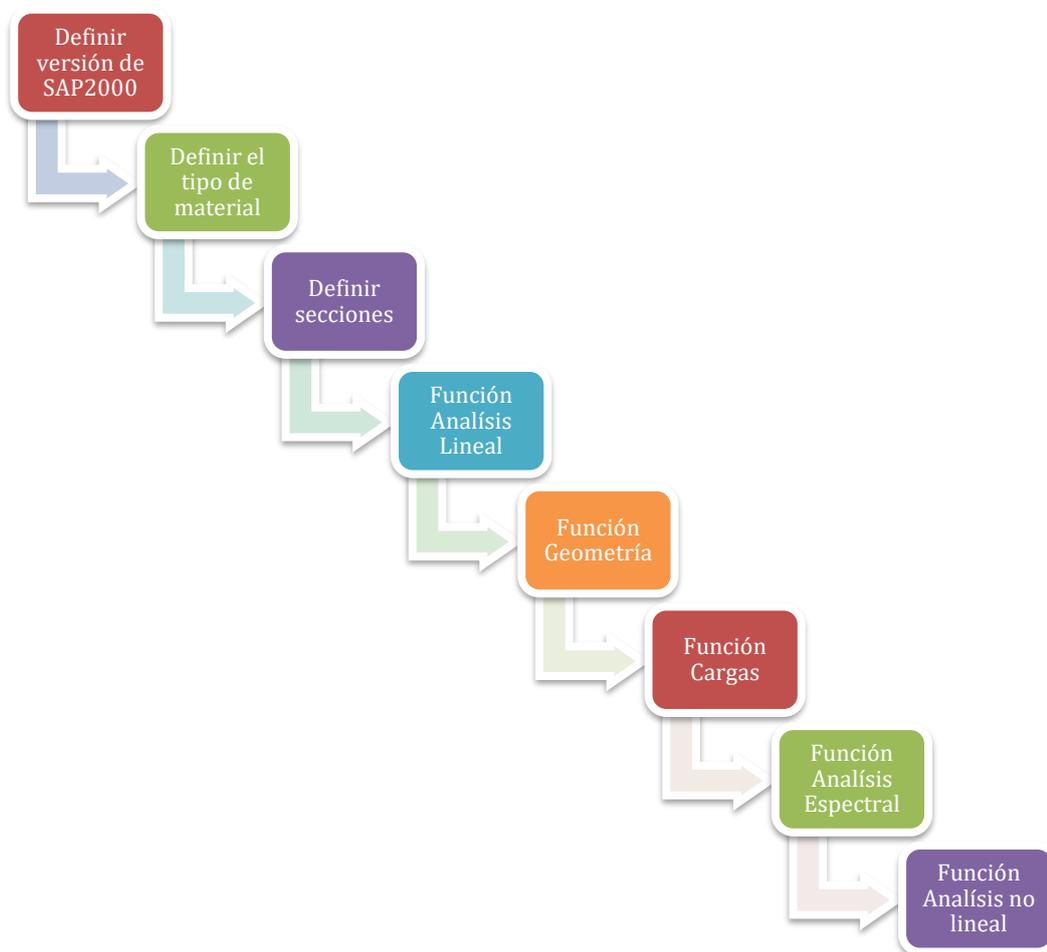


Figura 2.32 Diagrama de flujo de metodología del programa

Capítulo 3

3. DISEÑOS Y ESPECIFICACIONES

3.1 Diseños

3.1.1 Identificación de la GaK en plantación.

Se deberán identificar si los culmos cumplen los requerimientos necesarios para poder ser utilizados como material estructural, se debe verificar las siguientes características que la diferencian de otras especies:

- Los culmos tiernos son de color verde claro y poseen franjas blancas en los extremos finales de los nudos.
- Presencia de espinas de las ramas.
- La lámina caulinar de la GaK presenta una estructura triangular con líneas rectas que recuerdan la punta de una lanza. En la proximidad de su vértice, muestra un triángulo con una textura y un color distintos al resto de la hoja.

3.1.2 Identificación de la GaK para construcción.

Los culmos que son utilizados como columnas, vigas, viguetas, etc. Deberán cumplir los siguientes requisitos de calidad.

- La muestra deberá estar seca, lo cual su contenido de humedad debe estar cercano a la humedad equilibrio de lugar. Los culmos deben estar en sitio de obra al menos 15 días antes de utilizarse.
- Deben cumplir los procesos de preservación y secado.
- No deberán presentar deformación longitudinal mayor al 0,33%. Verificar por medio de colocación en superficie plana.
- Se deben respetar los límites máximos permitidos para los culmos comerciales de la GaK, para esto se presenta la siguiente ecuación.

$$\%con = \frac{(D-d)}{L} * 100\% \quad (3.1)$$

3.1.3 Propiedades de la GaK

Para definir las propiedades el diseño se considera el contenido de humedad el cual debe estar en un 12%, además está basado en la NEC-SE-GUADUA, tomando en cuentas los siguientes datos de esfuerzos admisibles.

Tabla 3.1 *esfuerzos admisibles para CH de 12%*

Fb Flexión	Ft Tracción	Fc compresión II	Fv Corte	Fc compresión \perp
Mpa	Mpa	Mpa	Mpa	Mpa
15	19	14	1.2	11.4

Nota. Datos tomados de la NEC-SE-Guadua (Normativa ecuatoriana de la construcción)

Por otro lado, para los presentes análisis de elementos estructurales se usa la siguiente tabla de módulos de elasticidad a un CH de 12%, donde se diseña con el módulo percentil 5 (E0.05). Esto con la finalidad de determinar los coeficientes de estabilidad de las vigas y columnas.

Tabla 3.2 *Módulos de elasticidad para CH de 12%*

Modulo percentil 5	Modulo percentil 5	Modulo mínimo Emin
Mpa	Mpa	Mpa
12.00	7.50	4.00

Nota. Datos tomados de la NEC-SE-Guadua (Normativa ecuatoriana de la construcción)

Según la NEC-SE-GUADUA, para la determinación del módulo de corte se implementa la siguiente formula.

$$\frac{E}{G} = 28 \quad (3.2)$$

3.1.4 Geometría de la GaK

La geometría para definirse tanto para vigas como columna en el modelado seguirá las siguientes consideraciones, según la NEC-SE-GUADUA.

Tabla 3.3 Geometría de un culmo

Geometría		
Diámetro (D)	15	cm
Espesor (t)	1.5	cm
Diámetro interno (d)	12	cm
Inercia de la sección transversal (I _o)	1467.17	cm ⁴

3.1.5 Definición de cargas.

Para definir cargas muertas y vivas, se toman en base a los requerimientos de la vivienda y sacados de la NEC-SE-CG.

Carga viva:

Tabla 3.4 Definición de carga viva

CARGA VIVA (CV)		
USO DE VIVIENDA	2	kN/m ²

Nota. Datos tomados de la NEC-SE-Cargas (Normativa ecuatoriana de la construcción)

Carga muerta:

Tabla 3.5 Definición de cargas muertas

CARGAS MUERTAS (CM)		
PISO DE MADERA	0,2	kN/m ²
INSTALACIONES	0,2	kN/m ²
CUBIERTA	0,1	kN/m ²
LATILLA DE CAÑA	0,1	kN/m ²
Diámetro interno (t)	0,5	kN/m ²

Nota. Datos tomados de la NEC-SE-Cargas (Normativa ecuatoriana de la construcción)

Carga total:

Tabla 3.6 Carga de diseño

CARGA TOTAL (CM+CV)		
D + L	2,6	kN/m ²

3.1.6 Combinaciones de carga.

Para el diseño estructural se van a considerar la lista de combinaciones de carga que cita la NEC-SE-GUADUA.

1	D
2	D + L
3	D + 0.75 L + 0.525 Ex
4	D + 0.75 L - 0.525 Ex
5	D + 0.75 L + 0.525 Ey
6	D + 0.75 L - 0.525 Ey
7	D + 0.7 Ex
8	D - 0.7 Ex
9	D + 0.7 Ey
10	D - 0.7 Ey
11	D + 0.75 L + 0.525 EQx
12	D + 0.75 L - 0.525 EQx
13	D + 0.75 L + 0.525 EQy
14	D + 0.75 L - 0.525 EQy
15	D + 0.7 EQx
16	D - 0.7 EQx
17	D + 0.7 EQy
18	D - 0.7 EQy

Figura 3.1 Combinaciones de cargas [NEC-SE-Guadua, 2016]

3.1.7 Configuraciones de vanos

En el siguiente apartado, se presenta los vanos con mayor longitud que puedan generar el caso más desfavorable para el diseño de una columna y viga.

Tabla 3.7 Cuadro de vanos de planta

Cuadro de diseño		
Vano izquierdo	3.5	m
Vano derecho	3.5	m
Vano superior	3.5	m
Vano inferior	2.7	m

3.1.8 Espectro de diseño

Para realizar el espectro elástico e inelástico se tomaron las recomendaciones de la NEC-SE-GUADUA y EUROCÓDIGO, donde se obtuvieron los siguientes valores.

Tabla 3.8 datos de diseño espectral

Datos Proporcionado:		
Tipo de suelo:	E	
R:	2	NEC-SE-GUADUA y
Tipo de edificación:	Vivienda	EUROCODIGO
Región	PAZTAZA	

Dado que el coeficiente de reducción R se aplica a sistemas de pórticos con diagonales, considerando la interacción de vigas y columnas, y con un límite máximo de 2 pisos, se sugiere utilizar un valor de 2. No obstante, en situaciones donde los elementos de guadua se complementen con muros de madera laminada o muros de bahareque con cemento, se recomienda optar por un valor de R igual a 1.5.

Por otro lado, el suelo que se presenta en la región oriental es de mala consistencia, por lo que se escoge un tipo de suelo E con un r de 1.50. Teniendo en cuenta esto, se determinan los valores F_a , F_d y F_s .

Además, por las siguientes ecuaciones de determina los valores de T_o y T_c :

$$T_o = 0.1 * F_s * F_d / F_a \quad (3.3)$$

$$T_c = 0.55 * F_s * F_d / F_a \quad (3.4)$$

Tabla 3.9 *datos de diseño espectral*

Datos Calculados			
Zona	0,30	n	2,60
Fa	1,39	r	1,50
Fd	1,70	To	0,21
Fs	1,70	Tc	1,14

Se terminan las gráficas de diseño elástico e inelástico para insertar el espectro en el SAP2000.

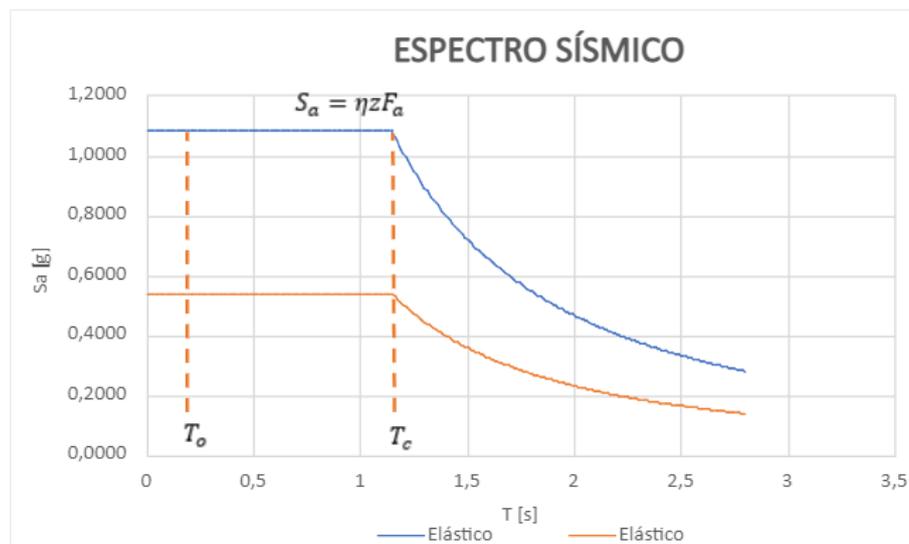


Figura 3.2 *Espectro de diseño*

3.1.9 Período fundamental

Para el cálculo del período fundamental de vibración al no existir una especificación para estructuras de madera, se toma en base a LA NORMA INTERNANDINA PARA DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE CASAS (INBAR, 2015).

$$T_a = 0.25 * h^{0.75} \quad (3.5)$$

Donde, h es la altura máxima de la edificación, de esta manera, se tiene el periodo de vibración aproximativo de esta estructura de Gak . En adicional, se saca un periodo fundamental máximo que se determina multiplicando el valor teórico calculado por un factor de 1.3.

3.1.10 Cortante Basal de diseño

En este apartado, se implementa el uso del factor de importancia (I) en conjunto de factor de reducción (R), periodo fundamental (T_a), el espectro de aceleración (S_a), la carga sísmica reactiva (W) y coeficientes de configuración en planta y elevación (ϕ_P y ϕ_E). De esta manera, se determina el cortante con la siguiente ecuación para nivel de cargas ultimas, aplicado a una estructura en una dirección especificada. Por otro lado, un cálculo previo para la identificar el (V_b) es el resultado del (S_a), este se lo obtiene mediante la siguiente ecuación.

$$S_a = nZT_a \quad (3.6)$$

$$V_b = \frac{I * S_a * T_a}{R * \phi_p * \phi_E} * W \quad (3.7)$$

Teniendo en cuenta que la estructura es una vivienda de 2 plantas se escoge un factor de importancia de 1, además, ϕ_P y ϕ_E se selecciona un valor de 1 por ser plantas con características regulares y presentar un tipo de estructura de pórtico especial sismo resistente. Por otro lado, para la carga sísmica se considera la carga propia del elemento más la carga de servicio.

Tabla 3.10 Datos iniciales del cortante basal

Datos iniciales					
S_a	1.08	s	ϕ_P	1.00	
T_a	0.19	s	ϕ_E	1.00	
R	2.00		W	2000	Kgf
I	1.00		V_b	1084.20	Kgf

3.1.11 Diseño de viga secundaria

Para la geometría de las vigas secundarias se usa una sección compuesta conformadas por 2 culmos, de esta manera, se refuerza el elemento. La denotación de los elementos se hace por filas y columnas, en este caso, la sección que se implemento es una columna y 2 filas (1C2F).

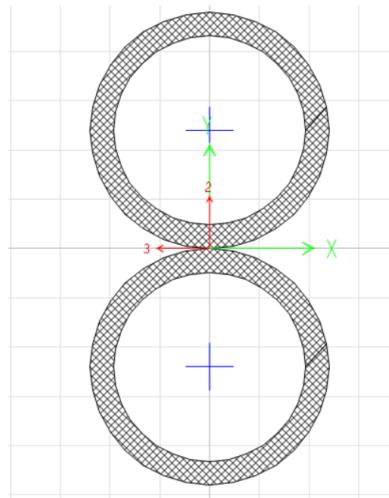


Figura 3.3 Sección compuesta de viga secundaria de 2 culmos

Al presentar esta sección, se tiene que determinar nuevos valores de ares, centroide, inercias (aplicando STEINER), radio de giro, etc. De manera que, se pueda generar un análisis más conservador para el prediseño de los elementos.

A continuación, se muestra las propiedades de la sección de la viga secundaria con sus respectivas formulas a emplear.

Para determinar el área compuesta se usa:

$$A = \frac{\pi}{4} * (D^2 - d^2) \quad (3.8)$$

En el análisis de las inercias, radios de giros y módulo de sección en “Y” y “X” se emplean las siguientes ecuaciones:

$$I_y = 2I_0 + \left(A_0 * \frac{2D^2}{4} \right) \quad (3.9)$$

$$r_y = \sqrt{I_y/A} \quad (3.10)$$

$$s_x = I_y/Y_c \quad (3.11)$$

$$I_x = \left(\frac{\pi}{64}\right)(D^4 - d^4) \quad (3.12)$$

$$r_x = \sqrt{I_x/A} \quad (3.13)$$

$$s_x = I_x/X_c \quad (3.14)$$

En la ecuación la variable A es el área de un culmo. además, para determinar la relación en altura (h) y diametro (D) se utilizan las siguientes variables para filas (F) y columna (C).

$$h = 2D \quad (3.16)$$

$$b = 2C \quad (3.17)$$

$$\frac{h}{D} = F * \frac{D}{C*D} \quad (3.18)$$

Tabla 3.11 Resultados de la sección compuesta en viga secundaria

ÁREA	127.23	cm ²
Ycg (cm)	15	cm
Xcg (cm)	7.5	cm
Inercia (cm⁴) Y-Y	10091.29	cm ⁴
radio de giro Y-Y	8.91	cm
S Módulo de sección(cm³)		
Y-Y	672.75	cm ³
h (cm)	30	cm
Inercia (cm⁴) X-X	2934.35	cm ⁴
radio de giro X-X	4.80	cm
S Módulo de sección(cm³)		
Y-Y	391.25	cm ³

Para las vigas secundarias se tiene una máxima separación (Se) de 40 cm cada una en sentido de las “y” con una longitud máxima (Lvs) de 3.50 m y un numero de nervios máximo (Nvs) de 8 en los paños.

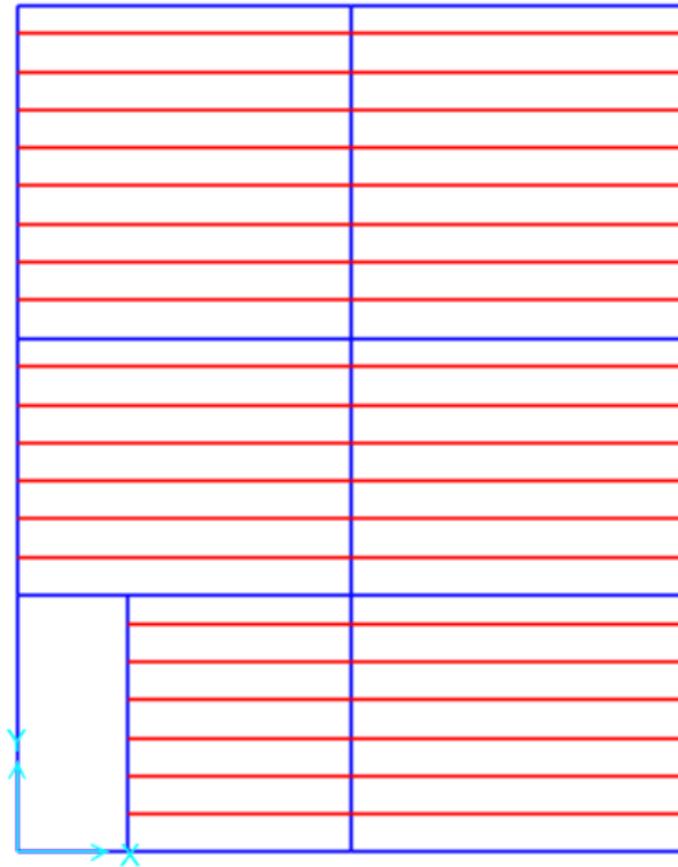


Figura 3.4 Vista de planta de la planta alta

En la figura 2.36, se muestra las vigas secundarias de color rojo y las vigas principales de color azul. Estos elementos, tiene a presentar una carga lineal a lo largo de su longitud, un cortante y momento actuante sobre la viga secundaria. Donde, la determinación de estos se lo realiza por las siguientes ecuaciones denotadas.

$$q = \frac{Q_{total} * L_{separación}}{100} \quad (3.19)$$

$$V = \frac{q * L_{vs}}{2} \quad (3.20)$$

$$M = \frac{q * L_{vs}^2}{8} \quad (3.21)$$

Luego de proceder con el reemplazo se obtuvo los siguientes resultados mostrados a continuación.

Tabla 3.12 Resultados de cargar axial, cortante y momento

q	101.11	Kgf/m
----------	--------	-------

V	176.94	Kgf
M	154.8263889	kgf.m

Para el cálculo de la deflexión admisibles se usa apartado de la normativa NEC_GUADUA, donde, para acabados flexibles y frágiles se emplea un coeficiente (delta) de 240. De lo cual, este factor se lo multiplica para la longitud del elemento, de manera, que se presenta una deflexión admisible (Dads) de normativa de 15 mm.

Siguiente a este paso se determina la carga para la sección, carga para deflexiones inmediatas y cargas para deflexiones diferidas; estas serán de utilidad para determinar las inercias por demanda de diseño para control de deflexiones. El criterio de selección de ecuaciones se lo consigue mediante la determinación el contenido de humedad (CH).

Condición	CH≤19% t≤37oC Clima constante	CH≥19% t≤37oC Clima variable
Calculo de sección (w)	2.0 D + L	2.0 D + L
Deflexiones inmediatas (W_{-i})	D+L	D+L
Deflexiones diferidas (W_{-f})	2.8 D + 1.3 L	3.8 D + 1.4 L

Figura 3.5 Carga W_s para las deflexiones [NEC-SE-Guadua, 2016]

Luego de la determinación de carga por sección, se realiza el proceso de la demanda de diseño mediante las inercias. Donde, se emplea la ecuación carga uniformemente distribuida en sección, inmediatas y diferidas.

Condición de carga	Deflexión
Carga concentrada en el centro de la longitud	$\Delta = \frac{PL^3}{48EI}$
Carga uniformemente distribuida	$\Delta = \frac{5qL^4}{384EI}$

Figura 3.6 Formulas para la determinación de deflexiones [NEC-SE-Guadua, 2016]

De lo cual, se obtuvo los siguientes resultados empleado la siguiente ecuación de inercia:

$$I_w = (5W_s * L_{vs}^4) / (384E_{0.05}D_{ads}) \quad (3.22)$$

Tabla 3.13 Resultados de cargas por sección e inercia por demanda de diseño

W_s	124.44	Kgf/m	carga para el cálculo de sección.
W_i	101.11	Kgf/m	carga para deflexiones inmediatas.
W_f	166.44	Kgf/m	Carga para deflexiones diferidas.
$I_w(E_{0.05})$	2180.16	cm ⁴	Inercia para el cálculo de sección.
$I_{w-i}(E_{0.05})$	1771.38	cm ⁴	Inercia para verificación de deflexiones i.
$I_{w-f}(E_{0.05})$	2915.96	cm ⁴	Inercia para verificación de deflexiones f.

3.1.11.1 Verificación a flexión

Se calcula la estabilidad lateral de vigas compuestas, donde, esto realiza una reducción a la flexión admisible por medio de la relación de alto y ancho de la sección.

Mediante la siguiente ecuación obtenida de la NEC-SE-GUADUA se determina el esfuerzo admisible (F'_i), la cual, depende del tipo de esfuerzo que se desea analizar.

$$F'_i = F_i * CD * Cm * Ct * CL * CF * Cr * Cc * Cp \quad (3.23)$$

Tabla 3.14 Resultados de coeficientes de modificación a flexión

H/D	2	cm/cm
CD	0.9	0.80
Cm	1	
Ct	1	
CL	0.98	
CF	1	
Cr	1	
Cc	0.91	

De esta manera, se identifica el valor de coeficientes de CL para el diseño a flexión. Luego de ello, se selecciona los coeficientes de modificación, como: duración de la carga, contenido de humedad, temperatura, estabilidad lateral de vigas, por formas, distribución de cargas y cortante.

En el diseño estructural del SAP2000 se extrajo los cortantes y momentos del elemento analizar. Donde, las vigas secundarias están sometidas a unas cargas distribuidas de forma lineal, por lo que, mediante el uso de las combinaciones de cargas se crea una envolvente de diseño que englobe todas las combinaciones.

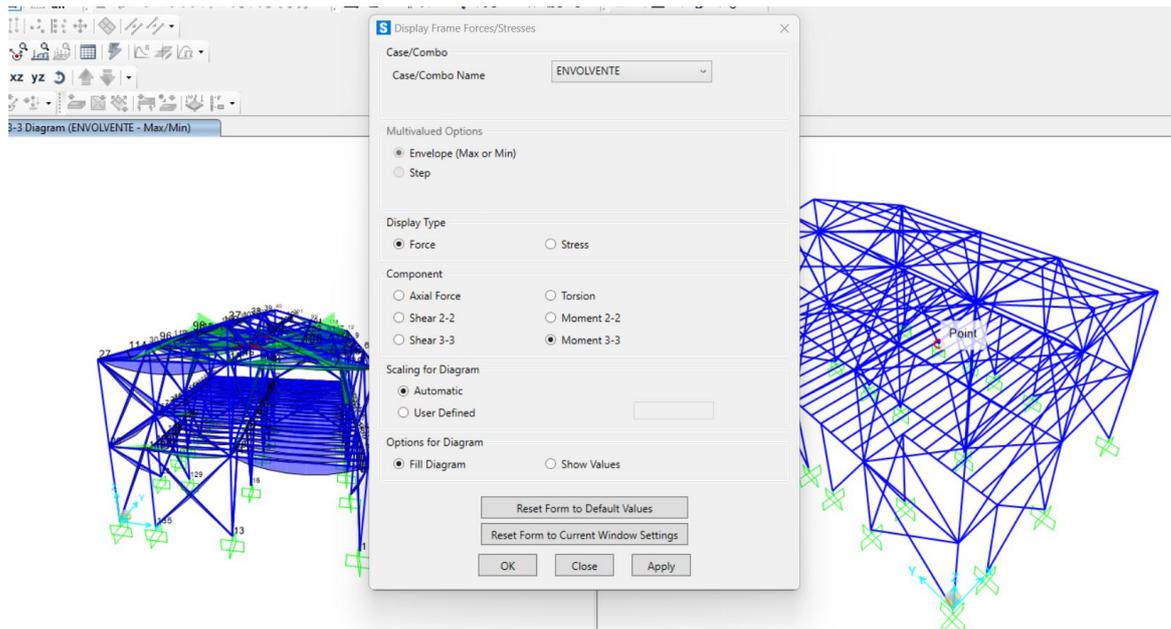


Figura 3.7 Diseño de cortante y momento

Los siguientes valores continuación son los extraídos del SAP2000 para hacer la verificación.

Tabla 3.15 Resultados de cortante y momento del SAP2000

V(programa)	707	Kgf	Cortante extraído del programa.
M(programa)	805	kgf.m	Momento extraído del programa.

Luego de haber el proceso del modelado, se usa una relación para determinar la demanda/carga, de tal manera, aunque también se encuentra los esfuerzos admisibles actuantes y modificados.

Para determinar el esfuerzo a flexión actuante (f_b) se implementa la siguiente ecuación:

$$f_b = \frac{M_{max}}{S_y} \quad (3.24)$$

El M_{max} es momento absoluto mayor entre $M(\text{programa})$ y M .

En la determinación de la capacidad sobre demanda (D/C) se divide el esfuerzo a flexión admisible ($f'b$) sobre el esfuerzo flexión actuante (fb). Este mismo proceso se hace para los esfuerzos de cortante, tensión y aplastamiento.

Tabla 3.16 Resultado de demanda sobre carga a flexión

$f'b$	122.77	Kgf/cm ²
fb	119.66	Kgf/cm ²
D/C	97.5%	

3.1.11.2 Verificación a cortante:

Para el diseño de vigas secundarias la normativa ecuatoriana solicita se haga una verificación a cortante, por lo cual en base a los datos generados se verifica su capacidad vs la demanda. Sin embargo, se debe de hacer un cálculo respectivo que represente el cortante en la sección, donde se llega hacer una equivalencia en este proceso con la siguiente ecuación.

$$V_c = (V_{programa}) * \left(\frac{\frac{L_{vs}-h}{2}}{\frac{L_{vs}}{2}} \right) \quad (3.25)$$

En el cálculo del esfuerzo cortante paralelo a la fibra se implementa la siguiente ecuación:

$$f_v = \left(\frac{2V}{3A} \right) * \left(\frac{3D^2-6Dt+4t^2}{D^2+2Dt+2t} \right) \quad (3.26)$$

Tabla 3.17 *verificación a Cortante*

Verificación a Cortante		
Vcal	585.8	Kg
CD	0,9	
Cm	1	
Ct	1	
CL	0,98	0,80
CF	1	
Cr	1	
Cc (Lvs/D mayor 15)	0.91	
F`v	9.82	Kg/cm2
Fv	9.13	Kg/cm2
D/C	93.0%	

3.1.11.3 Verificación a aplastamiento

Para el diseño de vigas secundarias la normativa ecuatoriana solicita se haga una verificación a aplastamiento, por lo cual en base a los datos generados se verifica su capacidad vs la demanda.

En este caso, en el diseño se considera que se rellena los canutos con mortero de cemento, se debe aplicar una reducción dividiendo el esfuerzo admisible por 4. Por otro lado, para el cálculo de esfuerzo actuante en compresión se implementa la siguiente ecuación:

$$f_A = \left(\frac{3V_{programa} D}{2t^2 B} \right) \quad (3.27)$$

Tabla 3.18 *verificación a aplastamiento*

Verificación a Aplastamiento		
b	15	cm
CD	0.9	
Cm	1	
Ct	1	
CL	0.98	0,80
CF	1	
Cr	1	
Cc	0.91	
C-relleno o C-vacio	SI	
F`A	11.46	Kg/cm2
tpromedio=	4.91	cm
FA	0.29	Kg/cm2
D/C	2.6%	

3.1.11.4 Verificación a Tensión:

Para el diseño de vigas secundarias la normativa ecuatoriana solicita se haga una verificación a tensión, por lo cual en base a los datos generados se verifica su capacidad vs la demanda.

Por otro lado, para determinar el esfuerzo actuante en tensión se considera la siguiente ecuación:

$$f_t = \left(\frac{F_{sismica}}{A} \right) (3.28)$$

Tabla 3.19 *verificación a tensión de viga secundaria*

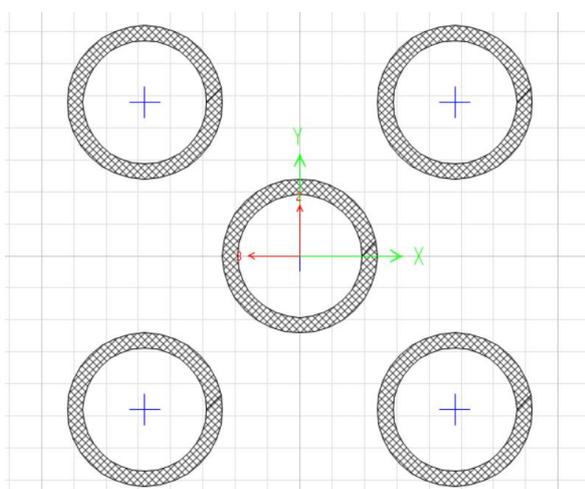
Verificación a Tensión		
CD	0.9	
Cm	1	
Ct	1	
CL	0.98	0,80
CF	1	
Cr	1	
Cc	0.91	
F _t	155.51	Kg/cm ²
Fuerza sismo	1000.00	kgf
F _t	7.86	Kg/cm ²
D/C	5.1%	

3.1.12 Diseño de viga principal

Para el diseño de las vigas principales en la dirección de las abscisas y ordenadas, se debe primero estimar los datos de su geometría. Para el pre-dimensionamiento se utilizará una configuración de 2 columnas; 1 columna y fila; 2 columnas, obteniéndose una configuración de 5 cañas de guadua como sección compuesta, de esta forma se obtienen los siguientes datos en base a la geometría propuesta.

Tabla 3.20 propiedades de viga principal

SECCIÓN	2C-CF-2F
ÁREA	318.086256 cm ²
Ycg (cm)	22.5 cm
Xcg (cm)	22.5 cm
Inercia (cm ⁴) Y-Y	64591.3904 cm ⁴
radio de giro Y-Y	14.25 cm
S Módulo de sección(cm ³) Y-Y	2870.72846 cm ³
h (cm)	45 cm
Inercia (cm ⁴) X-X	64591.3904 cm ⁴
radio de giro X-X	14.25 cm
S Módulo de sección(cm ³) Y-Y	2870.72846 cm ³

**Figura 3.8** Sección compuesta de 5 cañas de la viga en SAP2000

En base al plano arquitectónico se disponen de datos que sirven para configuración del diseño de vigas principales y con ayuda de conocimientos teóricos y modelado de programas estructurales se estiman o se calculan los valores de cortante, momento flector y cargas axiales respectivamente.

Tabla 3.21 *Datos iniciales para diseño de viga principal*

Datos iniciales de VP		
# espacio	9.00	
L min vano	2.70	m
L viga principal	3.50	m
C ap	313.44	Kg
V	1253.78	Kgf
M	812.63	kgf.m
Qd	186.67	Kg/m
QL	622.22	Kg/m
V(programa)	1850	Kgf
M(programa)	1689	kgf.m
Servicio	Con acabados flexibles	
Delta	240,00	
Dads	14,58	mm

De igual manera se calculan las cargas para las secciones ya sea por sección, por deflexiones inmediatas y directas. Posteriormente, se calculan las inercias por demanda de diseño de igual forma que en el diseño de la viga secundaria.

Tabla 3.22 *Resultados de carga para sección de viga principal*

Cálculo de carga para secciones		
W	995.56	Kgf/m
W-i	808.89	Kgf/m
W-f	1331.56	Kgf/m

Tabla 3.23 *Inercia por demanda de diseño de viga principal*

INERCIAS POR DEMANDA DE DISEÑO			
Iw (E005)	17441.24	cm ⁴	Inercia para el cálculo de sección.
Iw-i (E005)	14171.01	cm ⁴	Inercia para verificación de deflexiones i.
Iw-f (E005)	23327.66	cm ⁴	Inercia para verificación de deflexiones f.
Iw (Emin)	32702.33	cm ⁴	Inercia para el cálculo de sección.
Iw-i (Emin)	26570.64	cm ⁴	Inercia para verificación de deflexiones i.
Iw-f (Emin)	43739.37	cm ⁴	Inercia para verificación de deflexiones f.

3.1.12.1 Verificación a flexión

Para el diseño de vigas principales la normativa ecuatoriana solicita se haga una verificación a flexión, por lo cual en base a los datos generados se verifica su capacidad vs la demanda.

Tabla 3.24 *Diseño y verificación a flexión de viga principal*

Diseño a Flexión		
H/D	1	cm/cm
CD	0.9	
Cm	1	
Ct	1	
CL	0.98	0,71442
CF	1	
Cr	1	
Cc	0.81	
f b	109.28	Kgf/cm ²
fb	58.84	Kgf/cm ²
D/C	53.8%	

3.1.12.2 Verificación a cortante:

Para el diseño de vigas principales la normativa ecuatoriana solicita se haga una verificación a cortante, por lo cual en base a los datos generados se verifica su capacidad vs la demanda.

Tabla 3.25 *Diseño y verificación a cortante de viga principal*

Diseño a Cortante		
Vcal	1374.28	Kg
CD	0.9	
Cm	1	
Ct	1	
CL	0.98	0,71442
CF	1	
Cr	1	
Cc	0.81	
F ^v	8.74	Kg/cm ²
Fv	8.57	Kg/cm ²
D/C	98.0%	

3.1.12.3 Verificación a aplastamiento:

Para el diseño de vigas principales la normativa ecuatoriana solicita se haga una verificación a aplastamiento, por lo cual en base a los datos generados se verifica su capacidad vs la demanda.

Tabla 3.26 *Diseño y verificación a aplastamiento de viga principal*

Diseño a Aplastamiento		
b	15	cm
Cm	0.9	
Ct	1	
CL	0.98	0,71442
CF	1	
Cr	1	
Cc	0.81	
C-relleno o C-vacio		SI
F`A	10.20	Kg/cm2
tpromedio=	11	cm
FA	2.14	Kg/cm2
D/C		21.0%

3.1.12.4 Verificación a Tensión:

Para el diseño de vigas principales la normativa ecuatoriana solicita se haga una verificación a tensión, por lo cual en base a los datos generados se verifica su capacidad vs la demanda.

Tabla 3.27 *Diseño y verificación a tensión de viga principal*

Diseño a Tensión		
Cm	0.9	
Ct	1	
CL	0.98	0,71
CF	1	
Cr	1	
Cc	0.81	
F`t	138.42	Kg/cm2
Fuerza sismo	1000	kgf
Ft	3.14	Kg/cm2
D/C		2.3%

3.1.13 Diseño de columna

Para el diseño de las vigas principales, se realiza el pre-dimensionamiento de estas teniendo en consideración la configuración a utilizar, en este caso 2 columnas y 3 filas (6 cañas de guadua), lo cual nos da como resultado los siguientes datos iniciales en base a la geometría propuesta:

Tabla 3.28 propiedades de sección de columna

SECCIÓN	2C3F	
Área (Ac)	381.703507	cm ²
Ycg (cm)	22.5	cm
Xcg (cm)	15	cm
Inercia (cm ⁴) Y-Y	66058.5633	cm ⁴
radio de giro Y-Y	13.1553221	cm
S Módulo de sección(cm ³) Y-Y	2935.93614	cm ³
h (cm)	45	cm
Inercia (cm ⁴) X-X	30273.8594	cm ⁴
radio de giro X-X	8.90575657	cm
S Módulo de sección(cm ³) Y-Y (Syc)	2018.2573	cm ³

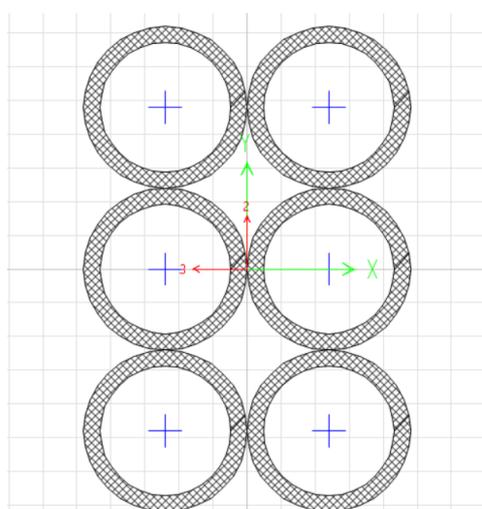


Figura 3.9 Sección compuesta de 6 cañas de la columna en SAP2000

Dentro del diseño la NEC solicita calcular el periodo fundamental de la estructura y su respectivo cortante basal y peso sísmico reactivo, en base a los datos obtenidos del espectro elástico e inelástico citados con anterioridad, se obtuvieron los siguientes datos:

Tabla 3.29 *Análisis lineal de la estructura*

ANÁLISIS LINEAL			
Ta(p)	0.35	s	Periodo de la estructura en el programa

Posteriormente, se realizará la estimación de cargas gravitacionales manualmente y por medio de programa de modelado (Momento, cortante y cargas axiales), dando como resultado los siguientes datos:

Tabla 3.30 *Cargas actuales respecto al SAP2000*

CARGAS GRAVITACIONALES ACTUANTES			
Npisos	2		Números de pisos.
At	10.85	m ²	Área tributaria.
P columna	5642	Kgf	Carga aplicada a la columna.
P columna (programa)	12470	Kgf	Carga aplicada a la columna desde el programa (sismo).
M programa	300	Kg-m	Momento aplicado a la columna desde el programa (sismo).
V programa	2000	Kg	Cortante aplicado a la columna desde el programa (sismo).
T programa	500	Kg	Tensión aplicada a la columna desde el programa (sismo).
Nex	3	u	Número de ejes en "X".
Ney	3	u	Número de ejes en "Y".
Nte	9		Número total de columnas.

Según la NEC se deberá verificar la compresión axial, tensión axial y flexo-compresión para el diseño de columnas, por lo cual se realiza la verificación:

3.1.13.1 Verificación compresión axial:

Para la verificación del diseño y sus cargas a compresión axial, se necesita definir las siguientes variables. De manera, que se determina el valor del esfuerzo admisible a la compresión paralela a las fibras ($F'c$), modificado sin el CP. Además, se identifica el valor de coeficiente de longitud efectiva de columna, la cual, de acuerdo con el modelo se presenta que el elemento tiene un extremo limitado a rotación y libre para desplazamientos.

Tabla 3.31 Verificación a compresión de la columna

Datos iniciales C.A.			
CD	0.9		Coeficiente de modificación por duración de la carga
Cm	1		Coeficiente de modificación por contenido de humedad
Ct	1		Coeficiente de modificación por temperatura.
CF	1	0.59	Coeficiente de modificación por forma.
Cr	1		Coeficiente de modificación por distribución de cargas.
Cc	0.75		Coeficiente de modificación por cortante.
Cp	0.8679		Coeficiente de modificación por estabilidad de columnas.
C	0.8		Valor para cualquier sección.
F'c	96.364	Kgf/cm ²	Esfuerzo admisible a la compresión paralela a las fibras, modificado sin CP
Lc	2.5	m	Altura de la columna.
k	2.4		Coeficiente de longitud efectiva

Posteriormente se realizan los calculas para verificar su capacidad vs la demanda de tal manera que el diseño cumpla con los requisitos en compresión axiales, para esto se calcula su longitud efectiva (l_e), relación de esbeltez (λ_x -x y λ_y -y) esfuerzos admisibles

y esfuerzo a compresión paralelo a su fibra, dando un valor del 45.9% que lo convierte en un rango permitido para el diseño.

Para ello, se presentan las siguientes ecuaciones obtenidas por la NEC-SE-GUADUA que ayudan a su desarrollo.

$$L_e = k * L_c \quad (3.29)$$

$$\lambda_{X-X} = \frac{L_e}{r_x} \quad (3.30)$$

$$\lambda_{Y-Y} = \frac{L_e}{r_y} \quad (3.31)$$

$$F'C = (CD * C_m * C_t * C_F * C_r * C_c * C_p) * F_c \quad (3.32)$$

$$Ck = \frac{F'C}{E_{0.05}} \quad (3.33)$$

$$f_c = \frac{P_{columna\ programa}}{A_c * \left(1 - \frac{2}{5} * \left(\frac{\lambda_{X-X}}{ck}\right)^3\right)} \quad (3.34)$$

Tabla 3.32 Verificación a compresión de la columna parte 2

Verificación esfuerzos Compresión Axial		
Le	6.00	m
λ X-X	67.37	
λ Y-Y	45.61	
F'C	83.63	Kgf/cm ²
Ck	77.57	
C columna	INTERMEDIA	
fc	44.27	Kgf/cm ²
D/C	45.9%	

3.1.13.2 Verificación tensión axial.

De igual manera se tienen los esfuerzos admisibles a tensión axial tanto el actual como el modificado para poder realizar la verificación (v_1) mediante el criterio de la normativa.

Según la NEC-SE-GUADUA, se tiene las siguientes ecuaciones para identificar estos esfuerzos.

$$f_t = \frac{T}{A_c} \quad (3.35)$$

$$f't = (CD * Cm * Ct * CF * Cr * Cc * Cp) * Ft \quad (3.36)$$

$$fb = \frac{M_{programa}}{S_{yc}} \quad (3.37)$$

$$fb = (CD * Cm * Ct * CF * Cr * Cc * Cp) * Fb \quad (3.38)$$

$$v_1 = \frac{f_t}{f't} + \frac{f'b}{fb} \leq 1 \quad (3.39)$$

Tabla 3.33 Verificación a tensión de la columna

Verificación esfuerzos Tensión Axial			
ft	1,31	Kgf/cm2	Esfuerzo de Tensión actuante.
fb	0,10	Kgf/cm2	Esfuerzo de Flexión actuante.
f t	113,50	Kgf/cm2	Esfuerzo de tensión admisible modificado.
f b	89,61	Kgf/cm2	Esfuerzo de flexión admisible modificado.
v_1	1,3%		

3.1.13.3 Verificación flexo-compresión axial.

Para poder calcular la tensión axial debemos obtener el esfuerzo critico de Euler y su respectivo coeficiente de magnificación de momentos, dando como resultado un valor de 53.07%.

$$N_{cr} = \frac{\pi^2 E_{0.05} I}{L_e^2} \quad (3.40)$$

$$k_m = \frac{1}{1 - 1.5 \left(\frac{P_{programa}}{N_{cr}} \right)} \quad (3.41)$$

$$v_2 = \frac{F_{tC}}{f_c} + \frac{k_m * fb}{f'b} \leq 1 \quad (3.42)$$

Tabla 3.33 [González y López]**Tabla 3.34** Verificación a flexo-compresión de la columna

Verificación Flexo-compresión		
Ncr	138505.99	kg
km	1.16	
v_2	53.07%	

3.1.14 Diseño de Cimentación

En este apartado para el diseño, se consideran los siguientes datos. De forma, que se tiene por el informe los siguientes datos para un suelo fuerte con la grava:

Tabla 3.35 característica de suelo fuerte

STRONGER SOIL		
y1	1.9	T/m3
Ø1	30	°
c1	0.00	T/m2

Para el suelo débil se lo considera al estrato de limo arenoso con las siguientes propiedades:

Tabla 3.36 característica de suelo débil

WEAKER SOIL		
y2	1.5	T/m3
Ø2	0.00	°
c2	5.4	T/m2

Se usa el siguiente predimensionamiento para las zapatas:

Tabla 3.37 *Predimensionamiento de la cimentación*

B	1.5	m
L	1.5	m
H	0.3	m
Df	0.6	m
B/L	1	

Donde, se tiene un desplante de 0.60 m, ancho de 1.50 m y largo de 1.50 m. lo cual, genera una relación de dimensión de 1.

Tomando en cuenta que se tiene un ángulo de fricción de 30 se presentan los siguientes valores de N_c , N_q y N_z , para el uso del método de Meyerhof en un modelo de bicapa por presentar 2 estratos de diferente material y uno de ellos es uno cohesivo.

Tabla 3.38 *factores del método de Meyerhof para suelo fuerte*

N_c	55.63
N_q	42.92
N_g	53.27

Para la capa de limo se presenta estos factores a continuación:

Tabla 3.39 *factores del método de Meyerhof para suelo débil*

N_c	5.14
N_q	1.00
N_g	0.00

Respecto a las relaciones de las cargas se emplea la siguiente ecuación, donde dio como resultado 0.37.

$$\frac{q_2}{q_1} = \frac{c_2 N_{c(2)}}{\frac{1}{2} \gamma_1 B N_{\gamma(1)}} = \frac{5.14 c_2}{0.5 \gamma_1 B N_{\gamma(1)}} \quad (3.43)$$

Luego, se identifica el coeficiente de balasto usando las gráficas pertinentes, siempre y cuando se tenga las relaciones entre los q_1/q_2 .

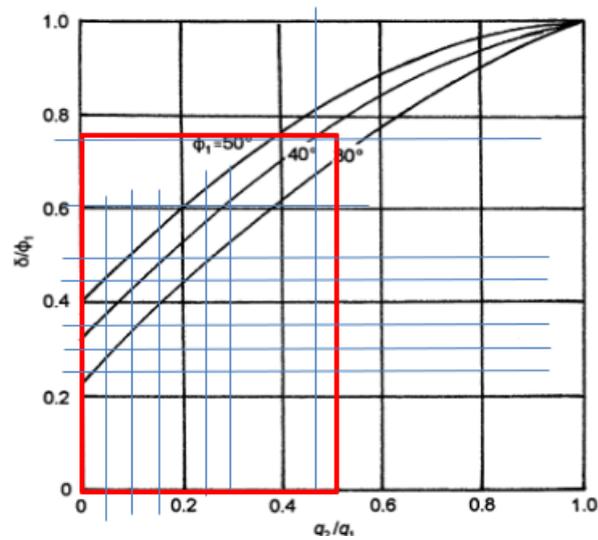


Figura 3.10 Coeficiente de Balasto [Braja M. Das, 2010]

Se usa la figura anterior para identificar la relación y de esta forma identificar el K_s .

$$\frac{\delta}{\phi_1} = 0.75 \quad (3.44)$$

Se usa la siguiente Figura 3.11, para identificar el K_s :

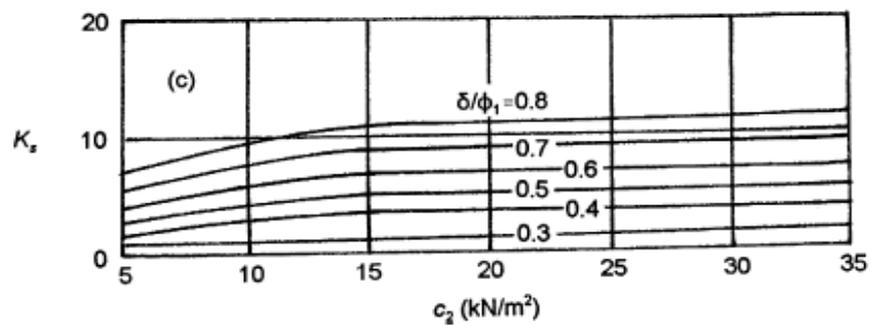


Figura 3.11 Coeficiente de Balasto [Braja M. Das, 2010]

En resumen, se tiene los siguientes resultados:

Tabla 3.40 Coeficientes de balasto y factor de seguridad

K_s	5.7	
λ_s	1.0	
		NEC
FS	2.5	2015

Luego se genera el proceso de determinación de carga ultima y admisible mediante la siguiente ecuación:

$$q_u = 5.14c_2 \left[\left[1 + \left(\frac{0.2B}{L_c} \right) \right] + \left(1 + \left(\frac{B}{L_c} \right) \right) y_1 H_c^2 \left(1 + \frac{2D_f}{H} \right) \left(\frac{K_s \tan \phi_1}{B} \right) \lambda_s + y_1 D_f \leq q_t \right] \quad (3.45)$$

Dando como resultado los siguientes valores para la capacidad de carga.

Tabla 3.41 Resultado de capacidad de carga ultima y admisible

qu =	38.20	≤	126.12	T/m2
qadm =	15		T/m2	

Siguiente a esto, se procede a determinar el refuerzo de la cimentación. Para ello, se considera un $f'c$ del hormigón es 210.00 kg/cm², f_y de 4200.00 kg/cm³, un factor de seguridad de 1.00. Además, por medio del SAP2000 se identifica la carga axial máxima que se sitúa en las columnas, donde, fue de 12.41 Ton.

Para el diseño se plantea un recubrimiento 0.07 m con un peralte de 0.32 cm. Por otro lado, se presenta desde las caras exteriores de la base de apoyo de las cañas una separación en “x” de 0.60 m de cada lado y espaciamiento en “y” de 0.52 m. Aparte, se determinó las excentricidades que se obtuvo como resultado en e_y un valor de 0.00 m y en e_x de 0.00 m.

En cálculo de la reacción neta del suelo (R_{us}) y la losa bajo cargas ultimas se obtuvo los siguientes resultados mediante la siguiente ecuación, donde, dependiendo del recuadro los signos pueden cambiar por su posición:

$$R_{us} = \left(\frac{P_{programa}}{BL} \right) \left(1 + 6 * \frac{e_x}{B} + 6 * \frac{e_y}{L} \right) \quad (3.46)$$

Tabla 3.42 Valores de las recciones neta del suelo

Rus=	5.5 Tn/m ²
Rus1=	5.5 Tn/m ²
Rus2=	5.5 Tn/m ²
Rus3=	5.5 Tn/m ²
Rus4=	5.5 Tn/m ²
Rum=	5.5 Tn/m ²

En el diseño de flexión en dirección en B y L se pudo determinar que es necesario varillas de refuerzo de un diámetro de 14 mm con una separación de 10 cm en ambas direcciones como se muestra en la siguiente Figura 3.12 *Diseño de Zapata (Plinto)* Figura 3.12.

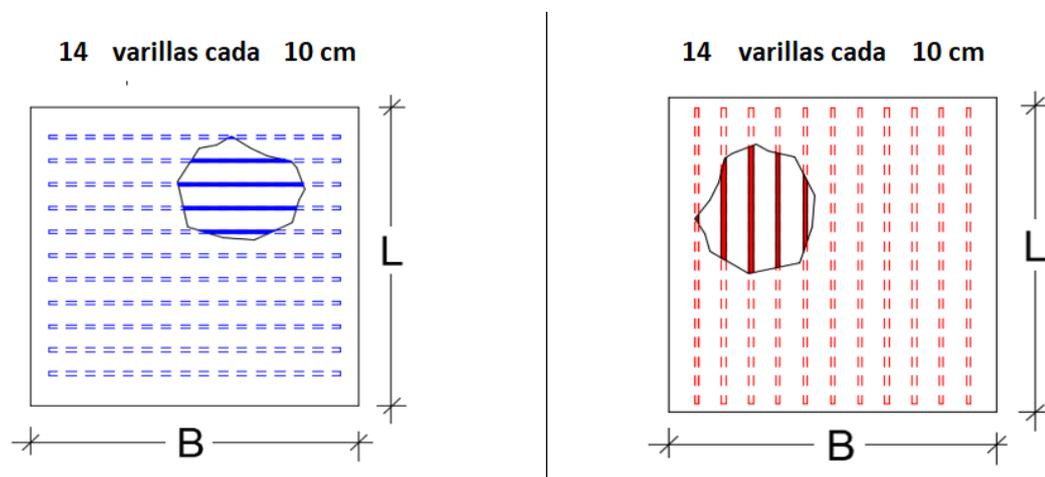


Figura 3.12 *Diseño de Zapata (Plinto)*

Para el diseño a cortante se consideró el cortante que actúa sobre la sección crítica (V_{uc}), esfuerzo cortante que se efectúa en el área (V_{ua}) y cortante resistente (V_r). De tal manera, se obtuvo los siguiente en resultados:

Tabla 3.43 *Valores de las recciones neta del suelo*

Vuc=	-182592.47 Kg	Vuc=	-182592.47 Kg
Vua=	-44.75 Kg/cm ²	Vua=	-44.75 Kg/cm ²
Vr=	7.6804 kg/cm ²	Vr=	7.6804 kg/cm ²
Peralte correcto		Peralte correcto	

De esta forma, se cumple la selección correcta de peralte, debido a que, el esfuerzo cortante en la sección es menor al cortante resistente.

3.1.15 Conexiones

Para el diseño de conexiones entre los distintos elementos estructurales que conforman la vivienda, se hace uso de las citadas por la normativa ecuatoriana, en donde se especifica que tipo de conexiones son necesarias y como se deben realizar en las uniones de vigas-columnas, columnas-sobrecimiento, etc.

3.1.15.1 Uniones cimentación y sobrecimiento.

La normativa ecuatoriana especifica como y cuáles son los tipos de uniones que pueden existir entre las columnas de caña y el sobrecimiento, en este caso el diseño será por medio de ganchos de anclaje de los cuales se nos cita que la configuración deseada es la siguiente:

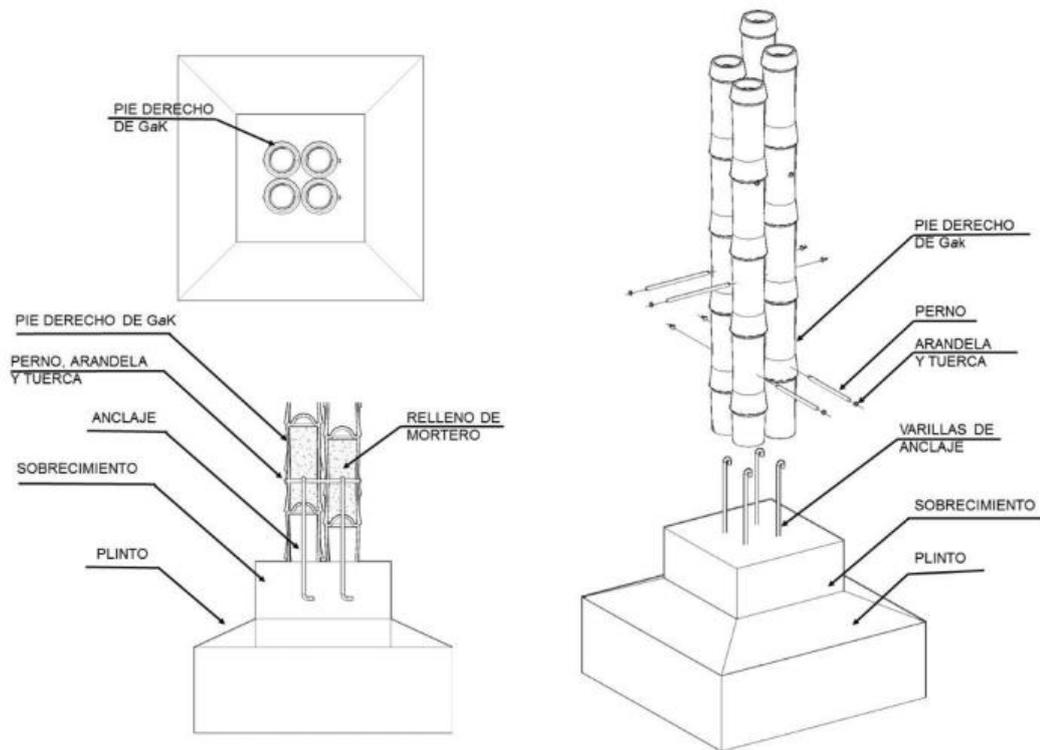


Figura 3.13 Unión varillas de anclaje, columna y sobrecimiento [NEC-SE-Guadua]

De esta forma se realizan las uniones de las bases articuladas de la caña de guadua, esto según las especificaciones técnicas y lo demarcado en el plano estructural.

3.1.15.2 Tipos de cortes.

La normativa también indica los tipos de corte que se deben realizar acorde al tipo de unión y/o elemento estructural que vayamos a usar, estas en su mayoría parten de 3 tipos de cortes:

- a) Corte recto: Plano y perpendicular a los ejes del culmo.
- b) Corte de boca de pez: Por lo general cóncavo y transversal al culmo.
- c) Corte pico de flauta: siguen diversos ángulos respecto a los ejes del culmo.



Figura 3.14 Tipos de cortes para uniones [NEC-SE-Guadua]

3.1.15.3 Requisitos para uniones.

La normativa ecuatoriana solicita que se cumplan ciertos requisitos para que se puedan realizar las uniones entre elementos de caña de guadua, de los cuales tenemos los siguientes (NEC-SE-Guadua, 2016):

- Los culmos a ser utilizados deben cumplir los criterios de uso para elementos estructurales que cita la normativa ecuatoriana, tales como calidad, preservación, maduración, etc.
- Las uniones deberán ser capaces a resistir cargas externas a las cuales puedan ser sometidas.

- Se deberá tener en cuenta los distintos esfuerzos que deberá de soportar, tales como tensión y corte paralelo a la fibra.
- No se admiten uniones que haya o puedan provocar grietas longitudinales en las fibras.

3.1.15.4 Uniones pernos – arandelas

Este tipo de uniones sirve para elementos que se encuentren perpendiculares el uno con el otro, siguiendo un tipo de corte de boca de pescado y con la ayuda de pernos y arandelas.

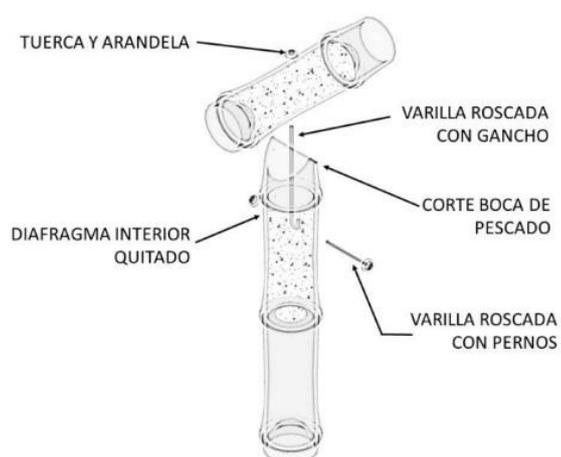


Figura 3.15 Unión pernos y arandela [NEC-SE-Guadua]

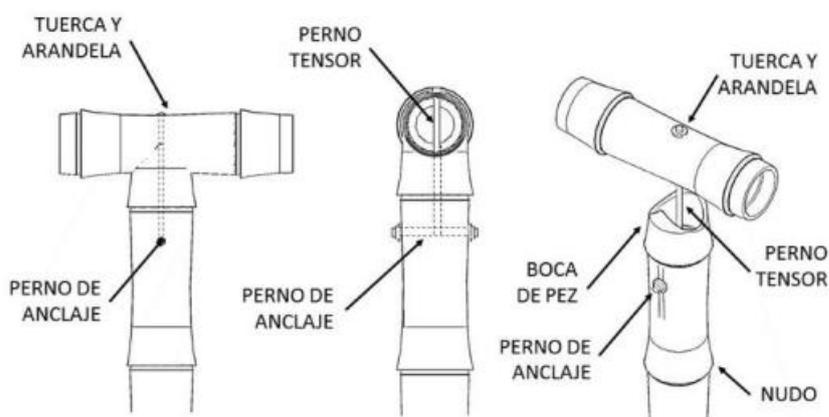


Figura 3.16 Conexión entre dos culmos [NEC-SE-Guadua]

3.1.15.5 Uniones viga – columna.

La normativa cita varios ejemplos y figuras a detalle que especifican el tipo de unión que pueden existir entre columnas y vigas, de este modo también especifica para columnas compuestas deberán ser unidos con zunchos o pernos, siempre y cuando sus espaciamentos no excedan $1/3$ de la altura de la caña.

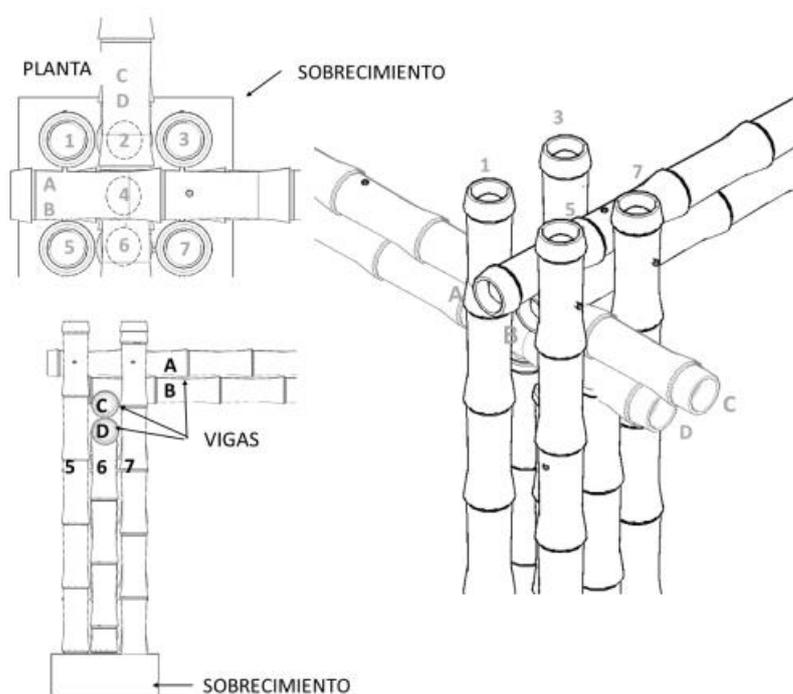


Figura 3.17 Unión viga-columna [NEC-SE-Guadua]

En el caso de las vigas de igual forma deben estar unidos mediante zunchos o turgos de madera tipo A, también podría ser con pernos. En el caso de secciones compuestas su espaciamento no deberá pasar $1/4$ de la longitud de la viga. Esto mismo se aplica para lo que es la unión de viguetas.

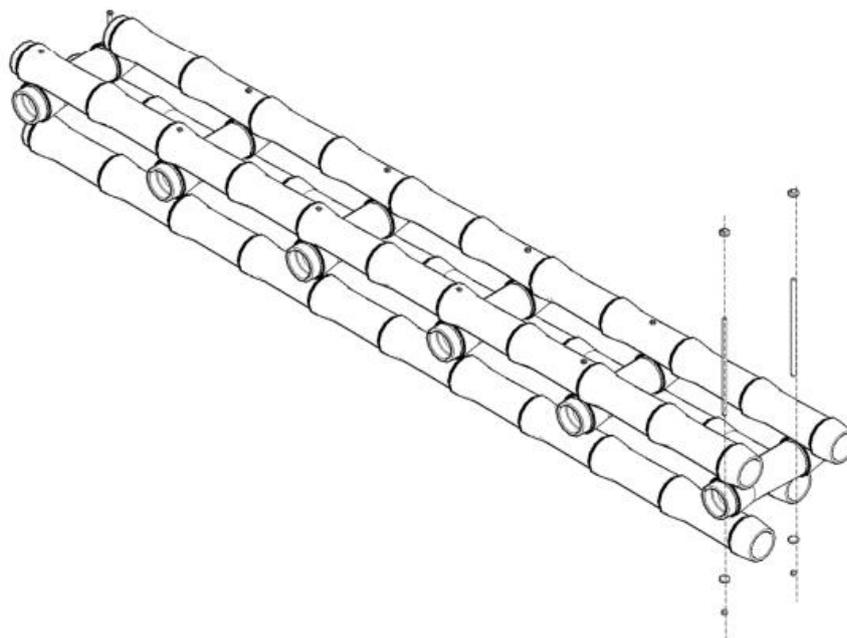


Figura 3.18 Ejemplo de sección compuesta [NEC-SE-Guadua]

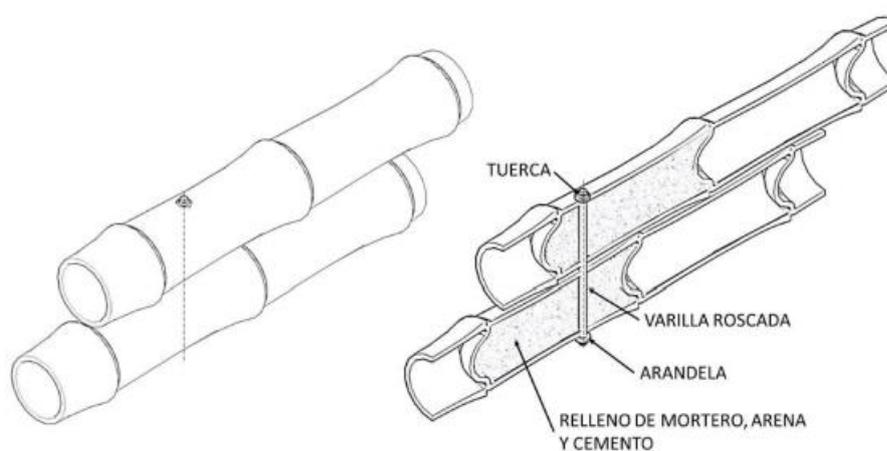


Figura 3.19 Core longitudinal de unión [NEC-SE-Guadua]

3.1.15.6 Recubrimiento de latillas de guadua.

Para el diseño de las paredes se utilizará latillas de culmos de caña de guadua como recubrimiento, estas deben encontrarse secas y preservadas siguiendo las especificaciones técnicas de la NEC y del diseño.

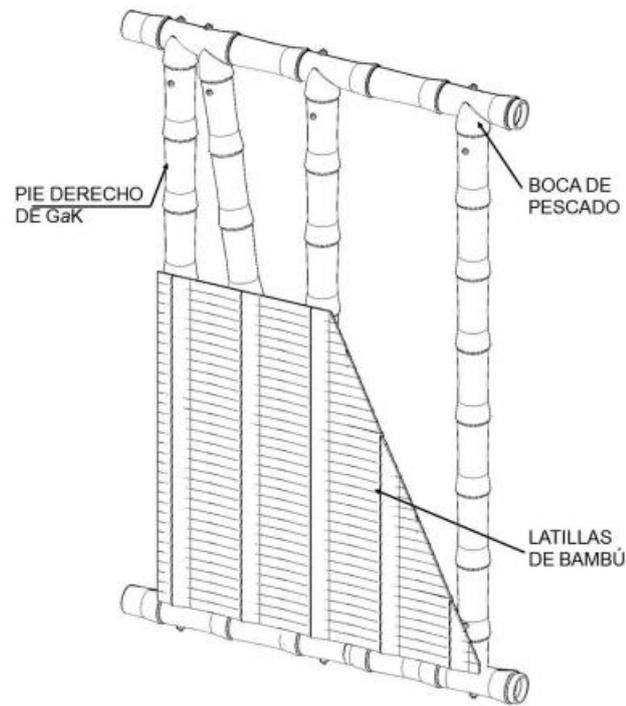
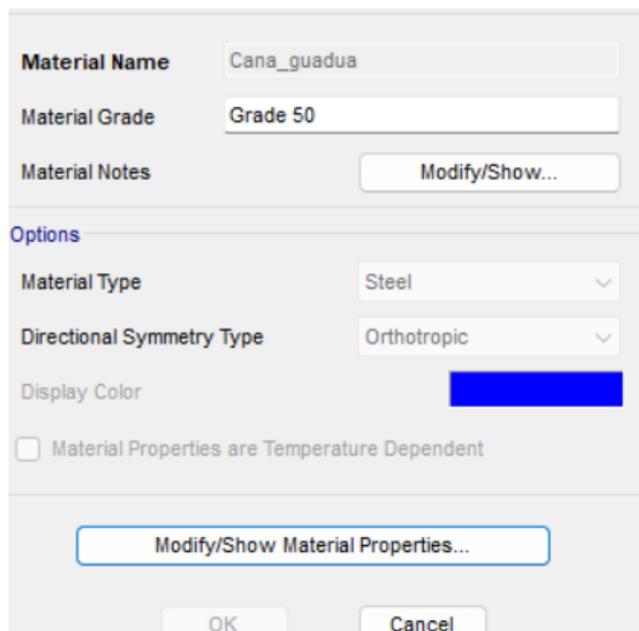


Figura 37: Recubrimiento de Paredes con latillas de bambú

Figura 3.20 *Recubrimiento de latillas de Guadua [NEC-SE-Guadua]*

3.1.16 Modelado 3D

En el presente modelo, se diseña la caña guadua como un nuevo material, sin embargo, se ajustan sus propiedades de módulo de elasticidad, poisson, coeficientes de expansión térmica, módulo de corte, f_u y f_y . De esta manera, se trata de asemejar este material al elemento estudiado por los ensayos.



Material Name Cana_guadua
Material Grade Grade 50
Material Notes Modify/Show...

Options

Material Type Steel
Directional Symmetry Type Orthotropic
Display Color [Blue square]
 Material Properties are Temperature Dependent

Modify/Show Material Properties...
OK Cancel

Figura 3.21 *Propiedades del material*

Para el modelado se tiene que considerar el uso de restricciones empotradas, pero libres momentos al igual que en las columnas y vigas. De esta forma, se retira la rigidez que mantiene este elemento. Sin embargo, para mantener la estabilidad se implementa el uso de arriostramientos como se muestra en la Figura 3.22 *Modelado 3D en SAP2000* Figura 3.22.

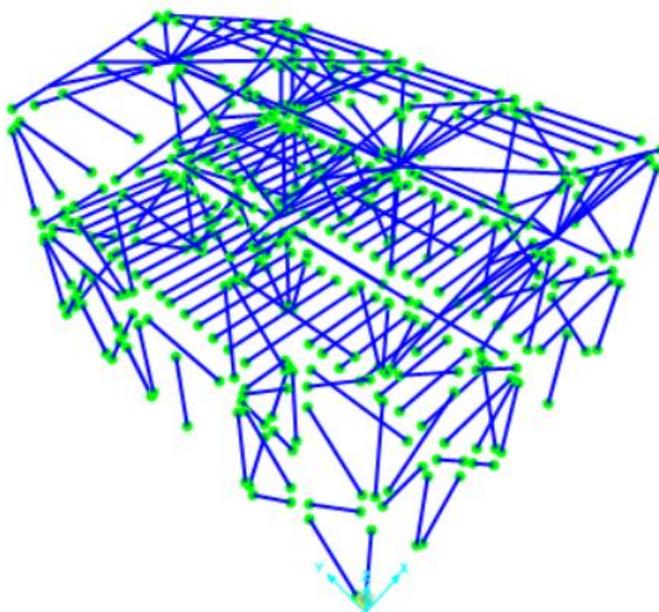


Figura 3.22 *Modelado 3D en SAP2000*

En la ilustración 3.22, se toma en cuenta separaciones menores a 2 entre columnas, de manera que ayude a mantener la estabilidad y prevenir deformaciones a flexión y compresión en los elementos con sobrecarga o luces muy grandes.

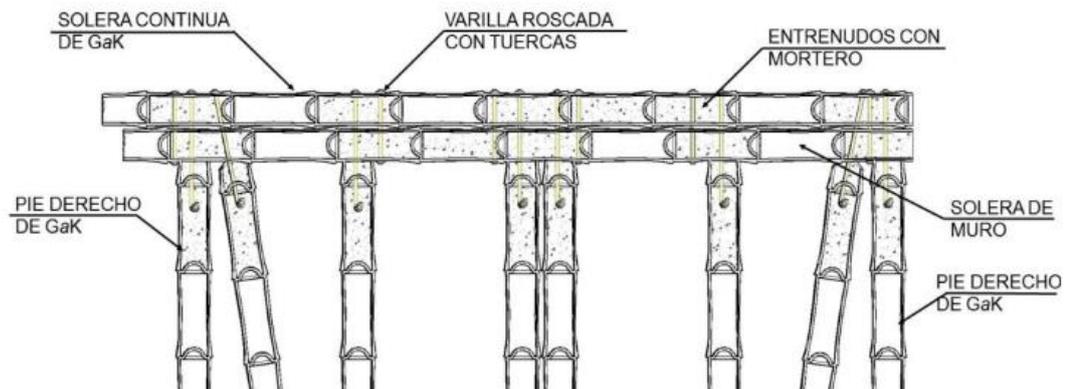


Figura 3.23 Separaciones entre culmos columnas-vigas [NEC-SE-Guadua]

Luego de realizar la geometría de la estructura, puesto las secciones y propiedades, se continúa con la asignación de cargas, a los elementos. Se inserta las combinaciones antes mencionadas de la ilustración 3.1 y se procede a insertar las cargas de manera distribuida para cada elemento. Además, se crean arriostramientos que ayude a sostener de la estructura. Por otro lado, se crean 3 tipos de secciones compuestas que sería para las vigas secundarias, vigas principales y columnas.

Se presencia carga muerta, viva y de cubierta, donde, la carga viva y muerta se ubica de forma lineal por todas las viguetas; en cambio, la carga de cubierta solo en las correas se las ubica de forma lineal. Con este método, se realiza la asignación de cargas.

Luego se procede a generar las combinaciones de cargas, espectro sísmico y sus coeficientes I, R y entre otros. Se procede a correr el programa y se verifica que se mantengan unos desplazamientos conservadores al momento de realizar la introspección de los modales de vibración.

Después se genera un análisis lineal con el programa y se revisa los modales para verificar los periodos de vibración que se presentan. Estos valores obtenidos tienen que ser menor al teórico máximo. De esta manera, se comprueba que este dentro del rango estimado.

3.1.17 Parametrización SAP + Matlab Toolbox

Para el código, se creó un programa inicial, donde se parametriza el diseño de la vivienda. Este se constituye de varias funciones que optimice el proceso de diseño a lo largo de toda su ejecución, aquí se parametriza el ingreso de cargas, cálculo de deformaciones, análisis espectral y análisis tiempo historia. De tal manera, se genera un proceso más idóneo para la selección y adquisición de una estructura estable.

```

%% Abrir el Sap2000
% Versión de Sap
SM.App('sap');
SM.Ver('23');
%create Sap2000 object
APIDLLPath ='C:\Program Files\Computers and Structures\SAP2000 23\SAP2000vl.dll';
ProgramPath ='C:\Program Files\Computers and Structures\SAP2000 23\SAP2000.exe';
[ Sobj ] = SM.Helper.CreateObject( ProgramPath,APIDLLPath );
%create SapModel object
[ Smdl ]=SM.SapModel();
%start Sap2000 application
SM.ApplicationStart; % Abrir el programa SAP2000
%initialize model
ret = SM.InitializeNewModel;
% Se inicia el modelo con una página en blanco
Modelexist='Model_casal.sdb';
Model_Path=fullfile(Modelexist);
ret = SM.File.OpenFile(Model_Path);

```

1

Figura 3.24 Código de programación Matlab Toolbox

Como se muestra en la ilustración 3.23 se empieza con el apartado de para la selección de la versión de SAP2000 que se desea operar, de esta manera, se ajusta a cualquier versión que tenga un usuario. Luego se procede abrir el programa con un comando, usando una extensión del programa llamada “Toolbox”. Siguiente, se crea una

¹ Toolbox es un entorno de programación que funciona en conjunto a Matlab para operar sistemas informáticos.

ruta para abrir un archivo en blanco preexistente, para lo cual, se tiene que implementar funciones que se pueda insertar string.

```
%% Unidades
% Se colocan las unidades en toneladas fuerza y metro
ret = SM.SetPresentUnits(SM.eUnits.kgf_m_C);

%Agrega Propiedades de la caña Guadua
[ret,Name1] = SM.PropMaterial.AddMaterial(SM.eMatType.Steel,'United States','ASTM A992','Grade 50');
[ret]=SM.PropMaterial.ChangeName(Name1,'Caña Guadua')
%[ret]=SM.PropMaterial.SetOSteel('Caña Guadua',Fy,Fu,eFy,eFu)
[ret]=SM.PropMaterial.SetWeightAndMass('Caña Guadua', 1, 6860.00)
[ret]=SM.PropMaterial.SetWeightAndMass('Caña Guadua', 2, 699.5253)
MyE=[9.679E+08,9.679E+08,9.679E+08]
MyU=[0.4,0.4,0.4]
MyA=[3.000E-06,2.500E-05,1.500E-05]
MyG=[3876000,3876000,3876000]
[ret]=SM.PropMaterial.SetMPOrthotropic('Caña Guadua',MyE,MyU,MyA,MyG)
```

Figura 3.25 Propiedades de material

Parte inicial de código es la creación del material e insertar sus propiedades, de esta forma, se trata de insertar los momentos, módulo de elasticidad, corte, expansión térmica, el peso y masa por volumen, como se muestra en la ilustración 3.24.

```
%%#####
%% ANALISIS LINEAL %%
%%#####

% Definición de la masa sísmica de 100%CM +25%CV
LoadPat={'DEAD','LIVE'};
SF=[1,0.25];
ret = SM.SourceMass.SetMassSource('MyMassSource', false, true, true, true, 2, LoadPat, SF);
ret = SM.SourceMass.SetMassSource('MSSSRC1', false, true, true, true, 2, LoadPat, SF);

%% Creación del load pattern
%Quitar el candado
ret = SM.SetModelIsLocked(false)
%Agrega load pattern para dirección XX y YY
ret = SM.LoadPatterns.Add('EQXX',SM.eLoadPatternType.Quake);
ret = SM.LoadPatterns.Add('EQYY',SM.eLoadPatternType.Quake);
```

Figura 3.26 Función participación masa

Luego de asignar las cargas distribuidas en los elementos e insertar el espectro de respuesta sísmico, se procede a crear la participación de masa con un 100% de la carga

muerta y un 25% de la viva. Después de ingresar estos parámetros, se continua con la creación de las cargas sísmicas en las direcciones de “y” y “x”.

```
%% Modificar número de modos
ret = SM.LoadCases.ModalEigen.SetNumberModes('MODAL', 9, 9);

%% Correr análisis
%Guardar antes de correr
ret=SM.File.Save('FileName','C:\Users\ricar\Desktop\Matlab\Codigo_integradora\SAP_CODIGO_CRRER');
% Correr modelo
ret = SM.Analyze.RunAnalysis;
```

Figura 3.27 *Función correr análisis*

De modo, que se corre el programa para generar el análisis lineal de la estructura deseada. En este caso se presenta unas líneas de código que proceden a ejecutar la función de “Run Analysis”, permitiendo el inicio del análisis.

3.2 Especificaciones técnicas

Las especificaciones técnicas de cada uno de los rubros utilizados en la elaboración del presupuesto de obra, los cuales reflejan un total de 18 rubros que embarcan desde las obras preliminares hasta la fase de construcción de la vivienda, los cuales se encuentran detallados en los ANEXOS C.

Capítulo 4

4. ESTUDIO DEL IMPACTO AMBIENTAL

4.1 Descripción del proyecto

El desarrollo del proyecto implica la creación del diseño paramétrico de una casa modelo, teniendo en cuenta aspectos sostenibles, como el uso de los recursos disponibles en la zona de estudio. Principalmente se debe al constante crecimiento de las comunidades y a las dificultades que tienen para transportar materiales hacia estas.

Datos del INEC desde 2000 hasta 2022 demuestran un aumento significativo del 131% en la población del oriente (INEC, 2022). Este aumento refleja con mayor claridad la creciente necesidad de viviendas para la población de la región.

Ante las dificultades de acceso a los materiales de construcción tradicionales como el hormigón o acero, a menudo se recurre al uso de recursos alternativos como las maderas finas, por ejemplo, guayacán o el roble. Sin embargo, este enfoque no siempre considera el impacto o su afectación en el tiempo. Sorprendentemente, el bambú (*Caña de Guadua Angustifolia Kuth*) no ha sido suficientemente tenido en cuenta, a pesar de sus buenas propiedades mecánicas y las considerables hectáreas disponibles que podrían aprovecharse de manera más efectiva en la construcción.

Otro aspecto importante para considerar es que la gran demanda en la zona ha llevado a una deforestación creciente en la selva amazónica. No obstante, ya existen medidas para controlar y regular este tipo de situaciones, así como las recomendaciones propuestas, sin embargo, el problema continúa afectando negativamente a la selva ecuatoriana y en general a las comunidades. La Amazonia es reconocida como un pulmón vital para nuestro planeta, por ende, la falta de cuidado o un mal aprovechamiento podría generar impactos ambientales negativos y grandes pérdidas a nivel ecológico, que no afectarían solo para las personas, sino también para las especies que habitan en la región.

Se propone como medida de mitigación, la minimización y/o la restricción del uso de árboles ancestrales de la zona (Como el Guayacán), sustituyéndolos por la caña de Guadua. Además, para reducir los grandes tramos de recorridos o evitar la dificultad de acceso, es necesario que se utilice de manera responsable los recursos naturales, minimizar la generación de residuos y disminuir los costos asociados a mano de obra exterior y buscar generar empleo local, además evitar el uso excesivo de maquinarias, entre otras acciones.

4.2 Línea base ambiental

El desarrollo del proyecto implica procesos tanto previos como durante la construcción, los cuales afectarán a sistemas biofísicos, bioquímicos, biológicos y culturales. Esto incluye aspectos como las especies de flora, la explotación forestal y la agricultura. Además, al encontrarse en una zona no urbanizada, se llevarán a cabo actividades como movimiento de tierras, excavaciones y remoción vegetal, las cuales permitirán reducir considerablemente las irregularidades del terreno.

Previo al desarrollo de las viviendas se debe realizar una planificación para la extracción del bambú que será la materia prima para la construcción de estas, dentro de este aspecto se deben considerar además muchos factores positivos como negativos que denotarán al momento de realizar la extracción de este. Durante esta etapa se explotará los recursos naturales de la zona, ya que se cuenta con alrededor de 23.000 hectáreas, que a su vez también generaran residuos que deben ser retirados posterior a la extracción del material necesario de la zona. Consecuentemente, existen desecho ocasionados directamente por excavaciones o movimientos de tierra necesarios para desarrollar el sector. En la provincia de Pastaza, específicamente, se recolectan diariamente o se confiscan materiales de maderas finas obtenidas por personas del sector, lo que ocasiona desde residuos hasta grandes acumulaciones de estas. Según Xavier Solis de Mongabay Latam, se ha señalado lo siguiente (Solis, 2020): 'hay una falta de sensibilización en el tema de en qué lugares se puede talar, y, sobre todo, en el cuidado de los Pueblos Indígenas en Aislamiento'. De esto se desprende que el problema no solo radica en la necesidad, sino también en la falta de conocimiento acerca del uso de maderas en el sector, como es el caso del guayacán.

Durante el desarrollo de las obras de construcción, existen factores que pueden influir o afectar la parte cultural del sector. Esto incluye la participación o el uso de los espacios disponibles del territorio, tanto para fines agrícolas en cultivos de caña de guadua, como en temas relacionados con la densidad poblacional, que está en constante aumento debido a la expansión en las comunidades de la zona.

De manera positiva, se destaca la reducida necesidad de transporte para los materiales (excluyendo la remoción de residuos), ya que, al encontrar la materia prima en el sitio, no se requiere movilidad para trasladarla de un lugar a otro. De igual manera, si lo relacionamos con las necesidades de empleo específicas de una ciudad, esto repercute positivamente, puesto que, se requiere mano de obra, como oficiales y profesionales, los cuales pueden ser contratados entre los ciudadanos nativos del sector de las comunidades cercanas.

El aspecto más destacado en el ámbito ambiental se manifiesta en el ámbito biológico. El diseño de casas con caña de guadua permite a las comunidades dejar de depender de materias primas como árboles ancestrales, hormigón o acero. Los cuales son comúnmente utilizados. Además, contribuirá a reducir la deforestación indiscriminada del sector, puesto que, empiezan a optar por otro recurso natural abundante en la selva y que no se está aprovechando adecuadamente, a pesar de que se demuestra que poseen excelentes propiedades mecánicas competentes para en un material estructural sólido. El uso de este último como recurso para la construcción no solo transforma, sino que también forma parte de un desarrollo sostenible.

Tabla 4.1 *Árbol de factores para construcción de viviendas con Caña de Guadua*

Sistema	Medio	Elemento	Factor
Biofísico y bioquímico	Físico	Tierra	<i>Movimiento de Tierra</i> —
			<i>Contaminación por residuos</i> —
Biológica	Flora	Árboles ancestrales	<i>Especies en peligro</i> —
			<i>Árboles</i> —
Culturales	Territorial	Usos del Territorio	<i>Espacios abiertos y salvajes</i> —
			<i>Agricultura</i> —
		Cultural	<i>Densidad de población</i> —
	Vial	Infraestructura	<i>Servicios de transporte</i> —
	Demográfico	Población	<i>Generación de Empleo</i> —

4.3 Actividades del proyecto

El desarrollo del proyecto está dividido en cuatro fases, las cuales son: Obras preliminares, Extracción de recursos, Pre-construcción y Construcción.

Durante cada fase del desarrollo, se inicia con las Obras preliminares, que comprenden la preparación del terreno, como la remoción de la vegetación existente, el transporte y/o desalojo de materiales que no se extraen del sitio y la acumulación de residuos generados durante y después. Esto incluye materiales de excavación, vegetación, replanteo del terreno, entre otros.

La siguiente fase implica la extracción del recurso que se utilizará como elemento estructural. La cual incluye la recolección de la caña in situ, seguida de su respectivo curado y/o preservación, y finalmente el procesamiento para obtener un material estructuralmente competente. Posteriormente, se inicia la etapa de pre-construcción, que abarca la adecuación y nivelación del terreno, lo cual podría a su vez llevar a la utilización de instalaciones temporales que serán útiles antes y durante el desarrollo de la obra.

Finalmente, la última etapa se centra en la construcción de la vivienda, lo cual incluye las excavaciones necesarias, los movimientos de tierra necesarios y el uso de maquinarias.

Tabla 4.2 *Árbol de fases de proyecto para identificación de acciones*

Fase	Labor	Acción
Obras preliminares	Remoción de vegetación, transporte de material y generación de residuos y sobrantes.	Remoción de cobertura vegetal, transporte de materiales no extraídos y acumulación de desechos.
Extracción de recurso	Explotación forestal.	Extracción de la caña de Guadua y curado.
Pre-construcción	Adecuamiento del terreno e instalaciones temporales	Pérdida de capas verdes por remoción de vegetales y contaminación del suelo por residuos orgánicos.
Construcción	Excavación, mantenimiento y movimiento de maquinaria.	Retiro de suelo ocasionando cambios en la flora y fauna, mantenimiento en maquinarias por medio de sustancias como grasas, aceites, etc.

4.4 Identificación de impactos ambientales

Para identificar las interacciones entre las acciones que podrían provocar efectos y los recursos ambientales susceptibles de ser modificados, se utilizará la Matriz de Leopold. Esta herramienta permite entender la relación de causa y efecto ambiental del proyecto que se llevará a cabo (Ariadna Ivette, 2021). Así, se empleará esta matriz para conocer todas las interacciones asociadas a las acciones realizadas dentro del proyecto y, de esta manera, identificar los efectos y/o elementos ambientales que podrían ser susceptibles a cambios en su hábitat.

La evaluación para desarrollar implicará el análisis de los medios biofísicos, bioquímicos, biológicos y socioeconómico-culturales. Los cuales, se han definido factores clave como lo son la tierra, la flora, el uso del territorio, los aspectos culturales, la infraestructura y la población. Estos factores se desarrollarán a lo largo de las cuatro fases previamente descritas: obras preliminares, extracción del recurso, pre-construcción y construcción y construcción.

		Obras preliminares			Extracción de Recursos	Pre-construcción		Construcción		Entero		Sumatoria		
		Remoción de vegetación	Transporte de material	Generación de residuos y sobrantes	Explotación forestal	Adecuación del terreno	Instalaciones temporales	Excavaciones	Movimiento de maquinaria	Positiva	Negativa	Positiva	Negativa	
		Factores ambientales												
Biofísico y bioquímico	Tierra	Movimiento de Tierra												
		Contaminación por residuos												
Biológica	Flora	Especies en peligro												
		Árboles												
Culturales	Usos del Territorio	Espacios abiertos y salvajes												
		Agricultura												
	Cultural	Densidad de población												
	Infraestructura	Servicios de transporte												
	Población	Generación de Empleo												

Figura 4.1 Matriz de Leopold

4.5 Valoración de impactos ambientales

Al momento de realizar una valoración de impactos ambientales se consideran dos factores relevantes que implican la magnitud y la importancia que van a desempeñar al realizarse la obra. Cabe destacar que estos últimos pueden denotar tanto como algo positivo o negativo. La parte de magnitud considera el rango de afectación o cantidad que se tiene en el sitio y la importancia considera la gravedad que ocasiona el impacto. En este caso el lugar a analizar se centrará en las comunidades oriundas de la provincia de Pastaza, en la ciudad de Puyo (Sector rural).

Tabla 4.3 *Valores de magnitud e importancia*

MAGNITUD			IMPORTANCIA		
Intensidad	Alteración	Ponderación	Duración	Influencia	Ponderación
Baja	Baja	-1	Temporal	Puntual	1
Baja	Media	-2	Media	Puntual	2
Baja	Alta	-3	Permanente	Puntual	3
Media	Baja	-4	Temporal	Local	4
Media	Media	-5	Media	Local	5
Media	Alta	-6	Permanente	Local	6
Alta	Baja	-7	Temporal	Regional	7
Alta	Media	-8	Media	Regional	8
Alta	Alta	-9	Permanente	Regional	9
Muy Alta	Alta	-10	Permanente	Regional	10

Dentro del proceso de obras preliminares, se incluyen fases que abarcan el transporte de material, la remoción de vegetación y, a su vez, la generación de residuos restantes. Estos residuos pueden acumularse y tener un impacto en las comunidades del sector o en áreas cercanas. Por lo tanto, es crucial considerar y planificar adecuadamente la gestión de desechos al desarrollar la obra.

En segundo lugar, se inicia la fase de extracción del recurso en el lugar, la cual involucra procesos de deforestación en la zona. Aunque estos procesos generan impactos tanto positivos como negativos, se destaca principalmente el impacto positivo, ya que se evitará la tala innecesaria de árboles en la región. El bambú, al ser un material adecuado y sostenible, se utilizará en diversas construcciones como viviendas y puentes. Se busca que esta actividad de tala incluya también la reforestación con nuevas materias primas en el sitio, asegurando así la disponibilidad continua de este material en la zona.

En tercer lugar, se encuentra la etapa de pre - construcción, que abarca detalles como movimientos de tierra y adecuaciones del terreno. Durante esta fase, es crucial prestar atención al manejo de residuos y al mantenimiento adecuado de las instalaciones temporales, asegurándose de que estas sean apropiadas para el sector.

Finalmente, en el desarrollo de la construcción, se emplean las maquinarias necesarias para llevar a cabo el proyecto. En este contexto, se deben tener en cuenta aspectos cruciales como el uso de aceites, combustibles o grasas, ya que la falta de cuidado adecuado puede resultar perjudicial para el proyecto. En consecuencia, las excavaciones deberán ser tratadas con los residuos retirados progresivamente para evitar la acumulación de estos y ocasionar situaciones negativas, además de prevenir la contaminación de la zona natural de la selva amazónica, esta medida de prevención es muy importante ya que a su vez aportara a un uso medido de maquinarias y uso de combustibles, lo cual ayudara a reducir significativamente la huella de carbono.

No obstante, debido a la utilización de maquinarias para movimientos de tierras y transporte durante el proyecto generará un aumento en los niveles de ruido en el sector, ocasionando de esta forma un tipo de contaminación auditiva. Aunque la implementación de la caña de guadua busca mitigar este efecto por medio de la acción de no usar maquinarias pesadas, aún podrían surgir casos donde el transporte sea un factor significativo en la evaluación, debido a su necesidad e influencia. Además, las excavaciones disminuirán la cobertura verde y natural de la zona, afectando la apreciación paisajística.

		Obras preliminares		Extracción de Recursos	Pre-construcción		Construcción		Entero		Sumatoria		
		Remoción de vegetación	Transporte de material	Generación de residuos y sobrantes	Explotación forestal	Adecuación del terreno	Instalaciones temporales	Excavaciones	Movimiento de maquinaria	Positiva	Negativa	Positiva	Negativa
		Factores ambientales											
Biofísico y bioquímico	Tierra	Movimiento de Tierra		-5		-8				-5			18
		Contaminación por residuos	-7	4		-7	9			4	3		17
Biologica	Flora	Especies en peligro	7		7				4	4	4		22
		Árboles	-7			-8				-4			19
Culturales	Usos del Territorio	Espacios abiertos y salvajes	8			7				5	3	5	12
		Agricultura	-5			5	-7					9	11
	Cultural	Densidad de población	4			4	7				1	2	6
		Servicios de transporte	4			5							6
	Población	Generación de Empleo	8							2			10
				9						1	2		10
INTERACCIÓN		NEGATIVA	4	1	1	3	1	1	2	3		16	
		POSITIVA	1	1		2	2	2	1	6	16		
SUMATORIA	NEGATIVA	27	5	7	25	7	3	13	18			100	
	POSITIVA	4	8	7	9	8	3	4	9	16		94	
RESULTADOS											4	6,3	
											9,8	5,9	

Figura 4.2 Valoración matriz de Leopold

Después de obtener los resultados, se examina en qué rango se sitúan para determinar el nivel de impacto ambiental en el proyecto. Al llevar a cabo el análisis, se confirma que se obtiene un valor inferior a 30, indicando así un impacto ambiental bajo según la siguiente tabla de referencia:

Tabla 4.4 Valores de impacto

VALORACIÓN DE IA	
Impacto bajo	1 - 30
Impacto medio	31-61
Impacto severo	61 - 92
Impacto crítico	> 93

4.6 Medidas de prevención/mitigación

En lo que respecta a la **tierra**, se recomienda acumular la tierra orgánica retirada en un lugar específico para prevenir la contaminación y facilitar su reutilización de manera eficiente. Además, se deberá realizar un análisis mediante señaléticas de las áreas y caminos de trabajo en el/los proyecto/s, de esta manera se evita la expansión más allá de los límites previamente definidos en la dirección de la obra.

De manera similar, en lo que respecta a la **flora**, se aconseja preservar las especies endémicas del sector, lo cual implica la restauración de los suelos para recuperar las áreas intervenidas. Se debe planificar la realización de limpiezas diarias en los sitios para evitar impactos visuales negativos. Esto se puede lograr mediante una planificación coordinada con los movimientos de tierra o ajustándolos a la topografía del terreno. Además, para reducir o mitigar los impactos al utilizar los cultivos de caña de guadua del sector, en un supuesto de que los ciudadanos de las comunidades aprovechen este diseño, se sugiere a medida que se van utilizando se realicen actividades de replantación de los cultivos de para evitar la pérdida masiva de las especies y a futuro poder seguir aprovechando del material sin dañar o perjudicar su preservación.

Con el fin de minimizar los impactos en el **uso de los territorios**, se recomienda una utilización responsable de los terrenos, cuidando la cantidad de terreno construida y de naturaleza, sin interferir con zonas protegidas, de manera que se preserven la naturaleza dentro de la selva amazónica y se eviten problemas futuros derivados de la tala indiscriminada o deforestación. Para esto, es fundamental realizar la inspección de los terrenos que van a ser utilizados y estudiar si pertenecen o interfieren con el hábitat de las especies que habitan, garantizando el buen manejo de los terrenos destinados a la agricultura, fauna y construcción dentro de la zona o sector.

En cuanto a los impactos relacionados con la **densidad de población** y el **transporte**, se observa que para los ciudadanos que residen en el sector, se generan nuevas oportunidades de empleo durante un período prolongado debido al constante crecimiento de la demanda de viviendas en la zona. Este crecimiento tiene implicaciones para el transporte, como se mencionó anteriormente. Las comunidades en el sector y los lugares donde se adquieren materiales de construcción están ubicados a gran distancia, lo que contribuiría a reducir la cantidad de combustible utilizado y la contaminación generada por los vehículos en la zona.

Finalmente, en lo que respecta a la **población** y debido al crecimiento constante, el desarrollo del proyecto implica en parte un beneficio para satisfacer la demanda de viviendas en el sector. Además, se prevé utilizar un recurso natural renovable y muy abundante en toda la región oriental, lo que contribuirá a reducir la tala indiscriminada de maderas finas que ocurre en la provincia.

Capítulo 5

5. PRESUPUESTO

5.1 Estructura Desglosada de Trabajo

A continuación, se expone la división del proyecto en las diferentes fases que lo conforman. La estructura está dividida en tres partes: diseños, documentación y construcción. Se han asignado niveles en función de su interdependencia y subordinación, tal como se ilustra en la figura siguiente.

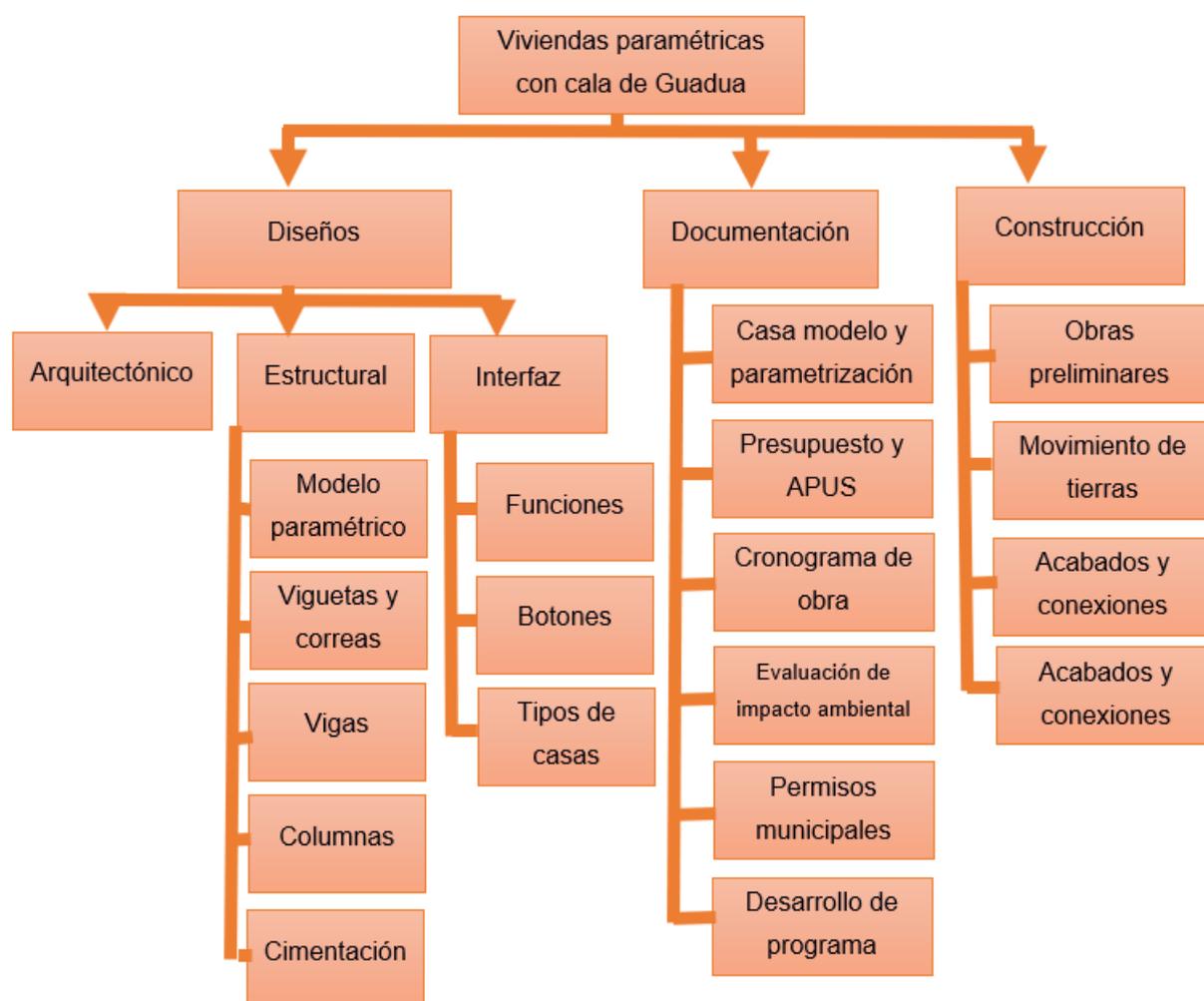


Figura 5.1 Valoración matriz de Leopold

5.2 Rubros y análisis de precios unitarios

Para el análisis de los costos unitarios, se emplean los precios del mercado del país para cada uno de los insumos necesarios en el desarrollo del proyecto. Estos precios corresponden a la información publicada por la Cámara de la Construcción del Ecuador. En el caso de los materiales como conexiones o acero de refuerzo, se realizaron consultas a proveedores nacionales disponibles a nivel nacional, para asegurar su adquisición y transporte, garantizando al mismo tiempo que sean asequibles sin comprometer su calidad para la vivienda diseñada para las comunidades de Pastaza. Los rendimientos y el formato para cada rubro se han desarrollado individualmente en Excel por valores estipulados dentro del país.

En total, se han considerado 19 rubros, abarcando la construcción de la estructura de la vivienda, la instalación de las paredes de latilla y los accesorios más relevantes en la vivienda, como las uniones o conexiones entre elementos estructurales. A continuación, se presentan los rubros principales:

Tabla 5.1 Rubros de obra con sus unidades

	DESCRIPCIÓN	UNIDAD
Ítem	OBRAS PRELIMINARES	
01	Excavación del terreno (incluye desalojo)	M3
02	Limpieza del terreno natural	M2
03	Nivelación del terreno	M2
04	Replanteo y trazado del terreno	M2
	<i>Total obras preliminares</i>	
	CIMENTACIÓN	
05	Hormigón simple para replantillo $f'c=14$ Mpa	M3
06	Encofrado y desencofrado de plintos	M2
07	Acero de refuerzo $f_y=420$ Mpa (Incluye transversal, longitudinal, suministro, habilitado, armado, ganchos, traslapes, etc)	KG
08	Hormigón de $f'c=21$ Mpa	M3
09	Sobrecimiento	M2
	<i>Total cimentación</i>	
	ESTRUCTURA	
10	Varillas para anclaje de columnas	KG
11	Columnas de guadua (6 cañas Dext=15cm)	ML
12	Conexión perno y arandela	U
13	Vigas de guadua (5 cañas Dext=15cm)	ML
14	Conexión viga - columna	U
15	Paredes de latilla de guadua	M2
16	Entrepiso de madera	M2
17	Correas y viguetas de guadua (2 cañas Dext=15 cm)	ML
	<i>Total estructura</i>	
	CUBIERTA	
18	Cubierta de galvanium	M2
19	Tumbado	M2
	<i>Total cubierta</i>	

5.3 Descripción de cantidades de obra

Las cantidades empleadas en cada rubro se determinaron a través del modelado y se verifica por los planos elaborados de la casa modelo, considerando los metros cuadrados de terreno, paredes, entepiso, cubierta, piso, encofrados, así como las indicaciones de altura según el diseño establecido para calcular los volúmenes necesarios en la construcción. Además, se tuvieron en cuenta las longitudes para el cálculo del acero en la estructura. A continuación, se presenta un resumen de las cantidades específicas para la Casa modelo; los detalles completos de costos y precios unitarios que se han utilizado son encontrado dentro los anexos finales.

Tabla 5.2 Cuantificación de rubros de obra

	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANT.
Ítem	OBRAS PRELIMINARES		
01	Excavación del terreno (incluye desalojo)	M3	36,5
02	Limpieza del terreno natural	M2	66,3
03	Nivelación del terreno	M2	66,3
04	Replanteo y trazado del terreno	M2	66,3
<i>Total obras preliminares</i>			
	CIMENTACIÓN		
05	Hormigón simple para replantillo $f'c=14$ Mpa	M3	7,3
06	Encofrado y desencofrado de plintos	M2	75,42
07	Acero de refuerzo $f_y=420$ Mpa (Incluye transversal, longitudinal, suministro, habilitado, armado, ganchos, traslapes, etc)	KG	350,1
08	Hormigón de $f'c=21$ Mpa	M3	13,84
09	Sobrecimiento	M2	27
<i>Total cimentación</i>			
	ESTRUCTURA		
10	Varillas para anclaje de columnas	KG	22,21
11	Columnas de guadua (6 cañas Dext=15cm)	ML	125
12	Conexión perno y arandela	U	128
13	Vigas de guadua (5 cañas Dext=15cm)	ML	115
14	Conexión viga - columna	U	45
15	Paredes de latilla de guadua	M2	357,83
16	Entrepiso de madera	M2	56,25
17	Correas y viguetas de guadua (2 cañas Dext=15 cm)	ML	225
<i>Total estructura</i>			
	CUBIERTA		
18	Cubierta de galvanium	M2	68,81
19	Tumbado	M2	66,34
<i>Total cubierta</i>			

5.4 Valoración integral del costo del proyecto

La casa modelo propuesta para la implementación en el oriente ecuatoriano posee un precio de \$97.19 por metro cuadrado de construcción en obras preliminares y obra gris, sin contar el costo de instalaciones eléctricas e hidrosanitarias.

En un primer análisis comparativo con viviendas tradicionales construidas mediante métodos que emplean acero estructural, observamos que, al cuantificar únicamente los rubros mencionados anteriormente, los costos oscilan entre \$165,00 y \$195,00 dólares por kilogramo. Por otro lado, en el caso de las construcciones realizadas con caña de guadua, la cuantificación se ha basado en sus metros cuadrados de construcción, resultando en un precio inferior en comparación con el material mencionado anteriormente.

Adicionalmente, cámara de construcción de Guayaquil establece un costo para una vivienda del tipo medio es de \$660,72 por metro cuadrado, de igual manera una casa construida con hormigón llega a costar dependiendo de acabados y diseño entre los \$400,00 a \$600,00, lo cual es desde 2 hasta 3 veces el valor de lo que costaría una con caña de guadua; no obstante si descontamos los rubros de acabados e instalaciones y dejamos la parte estructural únicamente (Vigas, columnas, cimentación, etc.) los precios podrían ir desde los \$200 hasta \$300 por metro cuadrado. Por lo cual, podemos concluir que la casa modelo realizada en este proyecto se ajusta a lo estipulado dentro del país.

Tabla 5.3 Presupuesto desglosado

	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANT.	Precio Unitario	Precio Total
Ítem	OBRAS PRELIMINARES				
01	Excavación del terreno (incluye desalojo)	M3	36,5	\$ 41,68	\$ 1.521,15
02	Limpieza del terreno natural	M2	66,3	\$ 1,08	\$ 71,41
03	Nivelación del terreno	M2	66,3	\$ 3,78	\$ 250,71
04	Replanteo y trazado del terreno	M2	66,3	\$ 1,27	\$ 84,53
					\$
				<i>Total obras preliminares</i>	1.927,79
	CIMENTACIÓN				
05	Hormigón simple para replantillo f'c=14 Mpa	M3	7,3	\$ 84,56	\$ 617,31
06	Encofrado y desencofrado de plintos	M2	75,42	\$ 13,74	\$ 1.036,27
07	Acero de refuerzo fy=420 Mpa (Incluye transversal, longitudinal, suministro, habilitado, armado, ganchos, traslapes, etc)	KG	350,1	\$ 4,14	\$ 1.449,63
08	Hormigón de f'c=21 Mpa	M3	13,84	\$ 118,65	\$ 1.642,15
09	Sobrecimiento	M2	27	\$ 13,88	\$ 374,80
					\$
				<i>Total cimentación</i>	5.120,17
	ESTRUCTURA				
10	Varillas para anclaje de columnas	KG	22,21	\$ 1,90	\$ 42,30
11	Columnas de guadua (6 cañas Dext=15cm)	ML	125	\$ 11,29	\$ 1.411,31
12	Conexión perno y arandela	U	128	\$ 3,08	\$ 393,87
13	Vigas de guadua (5 cañas Dext=15cm)	ML	115	\$ 10,18	\$ 1.171,26
14	Conexión viga - columna	U	45	\$ 2,18	\$ 97,93
15	Paredes de latilla de guadua	M2	357,83	\$ 8,40	\$ 3.005,99
16	Entrepiso de madera	M2	56,25	\$ 10,84	\$ 609,94

17	Correas y viguetas de guadua (2 cañas Dext=15 cm)	ML	225	\$ 4,17	\$ 937,17
					\$
					<i>Total estructura</i> 7.669,77
CUBIERTA					
18	Cubierta de galvanium	M2	68,81	\$ 7,94	\$ 546,52
19	Tumbado	M2	66,34	\$ 16,91	\$ 1.121,94
					\$
					<i>Total cubierta</i> 1.668,46
TOTAL					\$ 16.386,19
TOTAL/M2					\$ 123,50

5.5 Cronograma de obra

La elaboración del cronograma de actividades, que abarca obras preliminares, obra gris y cubierta, se llevó a cabo mediante plantillas de diagramas de Gantt en Microsoft Excel, siguiendo los rubros específicos. Se realizó un cálculo de tiempo aproximado para la duración de cada rubro de manera independiente, y se registró de manera secuencial en un diagrama de flujos. La duración estimada del proyecto es de 2 meses, aunque podría extenderse según las necesidades del usuario.

Tabla 5.4 Cronograma de obra

Nombre de Tarea	Duración	Comienzo	Fin
DESCRIPCIÓN	51 Días	lun 15/01/24	sáb 16/03/24
OBRAS PRELIMINARES	7 Días	lun 15/01/24	lun 22/01/24
Excavación del terreno (iIncluye desalojo)	2 Días	lun 15/01/24	mar 16/01/24
Limpieza del terreno	2 Días	mié 17/01/24	jue 18/01/24
Nivelación del terreno	3 Días	vie 19/01/24	lun 22/01/24
CIMENTACIÓN	13 Días	mar 23/01/24	mar 06/02/24
Replanteo y trazado del terreno	3 Días	mar 23/01/24	jue 25/01/24
Hormigón simple para replantillo	1 Días	vie 26/01/24	vie 26/01/24
Encofrado y desencofrado de plintos	3 Días	sáb 27/01/24	mar 30/01/24
Hormigón de f'c=21 Mpa	2 Días	mié 31/01/24	jue 01/02/24
Acero de refuerzo fy=420 Mpa (Incluye transversal, longitudinal, suministro, habilitado, armado, ganchos, traslapes, etc)	4 Días	vie 02/02/24	mar 06/02/24
OBRA GRIS	29 Días	mié 07/02/24	mié 13/03/24
Sobrecimiento	2 Días	mié 07/02/24	jue 08/02/24
Varillas para anclaje de columnas	1 1/2 Días		sáb vie 09/02/24 10/02/24

Capítulo 6

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones (máximo 750 palabras)

Con base en los resultados de los ensayos de las propiedades mecánicas de la caña de guadua (GaK), se concluye que los valores obtenidos se sitúan por debajo de los estándares establecidos por la normativa ecuatoriana. Esto sugiere la posibilidad de que las propiedades mencionadas estén sobreestimadas en comparación con la capacidad real de resistencia de un culmo a diferentes esfuerzos. Se observaron valores tanto muy alejados como cercanos a las estimaciones previas, lo cual podría atribuirse principalmente al uso de materiales improvisados durante los ensayos. Además, en el ensayo de tracción, no se consideró el uso de epóxico para permitir que la probeta alcance su máxima resistencia.

Dentro del diseño paramétrico, se ofrece el modelo de una vivienda para su construcción con el objetivo de reducir tanto el tiempo como los costos de obra. Esto se logra mediante funciones de código que facilitan la vinculación del Toolbox con el SAP2000. Sin embargo, en situaciones como el ingreso de la geometría, se presentan ciertas complicaciones debido a los arriostramientos, lo que hace que el modelo sea más complejo en comparación con uno clásico que no requiere este nivel de detalle. Para abordar este desafío, se utiliza una función que permite abrir un SAP2000 ya existente en la carpeta, el cual incluye las propiedades mecánicas predefinidas para el modelo sin alterar la funcionalidad del programa y obteniendo resultados consistentes. A pesar de que el diseño lo realiza el programa, es importante realizar las verificaciones que solicita y pide la normativa del país, también se debe incluir el pre-dimensionamiento y posterior el diseño de cada uno de los elementos estructurales.

Los diseños obtenidos están en base a los requisitos establecidos y verificados de acuerdo con la normativa ecuatoriana. Además, por medio de una APP de Matlab, se ha desarrollado una interfaz didáctica que facilita y orienta la comprensión del funcionamiento del programa, al mismo tiempo, genera resultados por medio de tablas de datos que sirven para desarrollar el respectivo análisis estructural.

Para el análisis de precios unitarios y presupuesto, se consideraron únicamente trabajos preliminares, como excavaciones y obra gris, donde se incluyó solo la parte estructural del proyecto. El costo se comparó con materiales como acero u hormigón, comúnmente utilizados en la construcción de viviendas. Se tuvieron en cuenta datos de costos de diseños anteriores, lo que permitió concluir que la guadua, al encontrarse en abundancia en la zona, puede transformarse en una materia prima económica y accesible. Sin embargo, al estar en estado natural, también se deben considerar los métodos de preservación y curado, así como los costos asociados a su implementación.

Finalmente, relacionado a la principal problemática de las comunidades, la cual radica en la necesidad de vivienda y el uso ilegal de material proveniente de árboles finos, podemos concluir que se cumplieron satisfactoriamente los objetivos planteados en el desarrollo de este proyecto integrador, ya que provee a los ciudadanos del sector alternativas sostenibles para el desarrollo y diseño de su vivienda en conjunto a un material renovable y sustentable al alcance de cada uno de ellos. La caña de guadua es un material muy abundante en el oriente ecuatoriano y posee un gran desempeño estructural óptimo; además no requiere de grandes cimentaciones que son adecuadas para el tipo de suelos que existen por el sector; también, los costos en comparación a los demás son bajos y lo único que requeriría es tener un correcto tratamiento de curado y preservado; este material promete ser una gran ayuda a reducir

la huella de carbono y conservar la naturaleza exótica y abundante que existe en el oriente ecuatoriano.

6.2 Recomendaciones.

- En los ensayos referentes a las propiedades mecánicas de la caña de guadua, se sugiere considerar el uso de una mayor cantidad de muestras o probetas en cada prueba. Esto permitiría obtener resultados más precisos y facilitaría la comparación con las normativas ecuatorianas. Asimismo, es importante adquirir acoples adecuados para los ensayos de tensión y corte, asegurando que las fallas ocurran de manera apropiada y reflejen resistencias más precisas. Además, se recomienda realizar el ensayo de resistencia a la flexión de la caña, procurando contar con los soportes necesarios para utilizar en la prensa.
- Para la elaboración del programa y la parametrización del diseño, es esencial disponer de un modelo en SAP2000 que ya tenga ingresadas las propiedades de la caña de guadua. De esta manera, el Matlab Toolbox puede abrir este programa y optimizar algunas líneas de código y la memoria del programa. Esto se debe a las limitaciones que presenta la librería al configurar el material y es necesario disponer con un pre-modelo para poder empezar a diseñar.
- Se sugiere proceder con el diseño hidrosanitario y los acabados finales de la vivienda modelo, ya que el presente documento se centra exclusivamente en el diseño estructural y paramétrico mediante planos y programas. Por lo tanto, para obtener el esquema completo de la casa, es necesario incluir las instalaciones y los acabados finales, los cuales podrían ser parametrizados mediante algún programa.
- Es fundamental llevar a cabo una optimización estructural de las luces y los arriostramientos entre columnas. Dado que se diseñó con conexiones articuladas, según lo indicado por la normativa, se incorporaron culmos entre columnas que

actúan como arriostramientos para rigidizar la estructura y disminuir los desplazamientos. Sin embargo, sería conveniente considerar un diseño que incluya columnas compuestas por más de seis conjuntos de culmos agrupados para anticipar de manera más efectiva los posibles desplazamientos.

- En cuanto a la cimentación, se elaboró un diseño general para la vivienda modelo, teniendo en cuenta y referenciando estudios de suelos cercanos a nuestro sitio de interés. No obstante, se sugiere realizar un estudio más detallado en el lugar específico donde se construirá la vivienda. De esta manera, se busca evitar la alteración de los resultados y lograr una caracterización e identificación precisa del estrato fuerte en el sector.
- Se recomienda realizar nuevas propuestas arquitectónicas y estructurales por medio de la interfaz desarrollada, esto permitirá que se prevea de distintos tipos de viviendas que puedan ser construidas y dispuestas a elección de cada habitante.

Referencias

- PROPIEDADES FÍSICAS-MECÁNICAS DE LA GUADUA ANGUSTIFOLIA KUNTH Y APLICACIÓN AL DISEÑO DE BATERIAS SANITARIAS DEL IASA II, Quito, Ecuador. Obtenido de <https://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/1562/1/T-ESPE-025178.pdf>
- Flores, J., & Chwastyk. (16 de Enero de 2023). *NATIONAL GEOGRAPHIC ESPAÑA*. Obtenido de https://www.nationalgeographic.com.es/ciencia/palpitante-cinturon-fuego_15178
- Guia Puyo*. (2017). Obtenido de <https://guiapuyo.com/informacion-general-pastaza/>
- Hogar de Cristo*. (2021). Obtenido de Hogar de Cristo.
- Menéndez, T. (27 de julio de 2022). *Primicias*. Obtenido de Primicias: <https://www.primicias.ec/noticias/politica/gobierno-financiara-viviendas-bambu-manabi-ecuador/>
- Skyciv*. (17 de octubre de 2022). Obtenido de <https://skyciv.com/es/docs/tech-notes/structural-3d/orthotropic-plates-theory-and-examples/>
- viviendas, M. d. (2017). *Estructuras de Caña de Guadua*. Ministerio de desarrollo urbano y viviendas.
- Ayala, K., Garcia, N., Silva, C., Olvera, C., Narvaez, J., Malaga, C., & MOUKA, T. (2023). Comparative analysis of the sustainability and the seismic performance of a social interest house using RC moment frames and bahareque as structural systems. *frontiers*.
- CAMICON. (2014). CARGA (CARGA NO SISMICAS). Dirección de comunicación social, MIDUVI.
- CONTRALORIA GENERAL DEL ESTADO. (2020). Examen Especial a la gestion integral de desechos solidos; seguimiento ambiental; y, autorizaciones ambientales administrativas, por el periodo comprendido entre el 2 de enero de 2015 y el 31 de

agosto de 2020. GOBIERNO AUTONOMO DESCENTRALIZADO MUNICIPAL DEL CANTON DE PASTAZA.

Dellavedova, M. G. (2016). GUÍA METODOLÓGICA PARA LA ELABORACIÓN DE UNA EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL. Maria Gabriela Dellavedova.

Fernandez, S. D. (2018). ESTUDIO ESTRUCTURAL DE UNA VIVIENDA HECHA DE BAMBU CAÑA GUADUA. Sharon Denisse Fernandez.

Moran, J., Loayza, F., Cadena, D., Van Drunen, N., Laso, J., Vega, R., Jaramillo, A., Cordova, P., Albuja, A., & Soria, P. (2016, Agosto). ESTRUCTURAS DE GUADÚA - (GaK). Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda. <https://www.habitatyvivienda.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2017/04/NEC-SE-GUADUA-VERSION-FINAL-WEB-MAR-2017.pdf>

Ministerio de Agricultura y Ganadería – Ministerio de Agricultura y Ganadería, (MAG) es la institución rectora del desarrollo agrario del país, que promueve acciones para el crecimiento sostenible, impulsando el bienestar de los productores, en particular de la agricultura familiar campesina. (n.d.). Retrieved from <https://www.agricultura.gob.ec/>

El guayacán, el árbol que despierta a la vida. (n.d.). Retrieved from <https://www.turismo.gob.ec/el-guayacan-el-arbol-que-despierta-a-la-vida-2/>

Maiztegui, B. (2020). El bambú en Ecuador: proyectos contemporáneos construidos en caña. Retrieved from <https://www.archdaily.cl/cl/942005/el-bambu-en-ecuador-proyectos-contemporaneos-construidos-en-cana>

Bambú ecuatoriano de exportación. (n.d.). Retrieved from <http://www.bambuexport.com.ec/>

Instituto Nacional de Estadística y Censos. (n.d.). Retrieved from <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/institucional/censo-ecuador/>

Ivette, A. (2022). Matriz de Leopold. Retrieved from <https://economipedia.com/definiciones/matriz-de-leopold.html>

Álava, Milton & Andrade Loor, Richard & Calderón Moreira, Cristina & Bravo, Lisbeth & Villamar, Alejandro & Cedeño Vélez, Emily & Bravo, Ing. (2019). LA CAÑA GUADÚA Y SU INCIDENCIA EN LA CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDAS SISMO RESISTENTE DE LA CIUDAD DE MANTA.

ICONTEC. (2007). MÉTODOS DE ENSAYO PARA DETERMINAR LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LA GUADUA ANGUSTIFOLIA KUNTH. Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (ICONTEC).

Mendéz, L., & Solís, K. (2019). DETERMINACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DEL DENDROCALAMUS ASPER Y PROPUESTAS DE VIVIENDAS NO-CONVENCIONALES PARA EL GRUPO DE FUERZAS ESPECIALES N. 26 "CENEP" Y LA EMPRESA 3A COMPOSITES DE LA CIUDAD DE QUEVEDO - ECUADOR. Luis Mendez- Kevin Solís.

Moran, J., Loayza, F., Cadena, D., Van Drunen, N., Laso, J., Vega, R., Jaramillo, A., Cordova, P., Albuja, A., & Soria, P. (2016, Agosto). ESTRUCTURAS DE GUADÚA - (GaK). Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda. <https://www.habitatyvivienda.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2017/04/NEC-SE-GUADUA-VERSION-FINAL-WEB-MAR-2017.pdf>

NORMA ECUATORIANA DE LA CONSTRUCCIÓN - NEC. (s.f). CARGAS SÍSMICAS DISEÑO SISMO RESISTENTE. NORMA ECUATORIANA DE LA CONSTRUCCIÓN - NEC.

Ochoa, D., & Villegas, H. (2023). Diseño paramétrico de viviendas de hasta dos niveles utilizando SAP 2000 y AutoCAD. Domenica Ochoa - Humberto Villegas.

Oña, A., Saavedra, V., Espinoza, A., Dávila, R., Trujillo, N., Luna, M., & Urbina, N. (2018). Guía Didáctica para diseño y construcción de estructuras de Guadúa (GAK) y otros bambúes. Arq. Carlos Eduardo Rincón.

Rubio, I. I. (2023). INFORME TECNICO DE MECANICA DE SUELOS. Ing. Iván Rubio.

PLANOS Y ANEXOS

ANEXO A: HOJAS DE CÁLCULO

IC002					MC001					SC005				
Time sec	Fuerza N	Desplazamiento mm	Esfuerzo N/mm2	Deformación unitaria mm	Time sec	Fuerza N	Desplazamiento mm	Esfuerzo N/mm2	Deformación unitaria mm	Time sec	Fuerza N	Desplazamiento mm	Esfuerzo N/mm2	Deformación unitaria mm
0	500,5995	0	0,235504921	0	0	501,0764	0	0,253471159	0	0	500,1227	0	0,223947743	0
0,01	501,8711	0	0,23610314	0	0,01	504,3347	0	0,255119381	0	0,01	501,3148	0,000125	0,224481548	1,39613E-06
0,02	501,9506	0,000125	0,236140541	1,40082E-06	0,02	507,1958	0,000125	0,256566678	1,37363E-06	0,02	503,0632	0,00025	0,225264457	2,79226E-06
0,03	500,838	0,00025	0,235617123	2,80164E-06	0,03	509,9774	0,00025	0,257973776	2,74725E-06	0,03	504,7321	0,000375	0,226011766	4,18838E-06
0,04	500,1227	0,000375	0,235280613	4,20247E-06	0,04	512,9178	0,000375	0,259461171	4,12088E-06	0,04	505,6858	0,0005	0,226438819	5,58451E-06
0,05	501,1559	0,0005	0,235766677	5,60329E-06	0,05	515,9378	0,000375	0,260988848	4,12088E-06	0,05	506,1627	0,00075	0,226652368	5,58451E-06
0,06	503,0632	0,00075	0,236663959	5,60329E-06	0,06	518,9578	0,0005	0,262516525	5,49451E-06	0,06	506,9574	0,00125	0,227008223	6,98064E-06
0,07	504,8116	0,00125	0,237486486	7,00411E-06	0,07	521,7393	0,000625	0,263923556	6,68813E-06	0,07	508,3084	0,00175	0,227613182	8,37677E-06
0,08	506,0832	0,00175	0,238084705	8,40493E-06	0,08	524,6798	0,00075	0,265411017	8,24176E-06	0,08	509,58	0,00225	0,228182586	8,37677E-06
0,09	506,9574	0,00225	0,238495969	9,80575E-06	0,09	527,6998	0,000875	0,266938694	9,61538E-06	0,09	510,0568	0,00275	0,22839609	9,7729E-06
0,1	507,0369	0,00275	0,238533369	1,12066E-05	0,1	530,1635	0,00125	0,268184665	9,61538E-06	0,1	510,1363	0,00325	0,228431689	1,1169E-05
0,11	506,3216	0,00325	0,238196859	1,26074E-05	0,11	532,3092	0,00175	0,269270375	1,0989E-05	0,11	510,7721	0,00375	0,228716391	1,1169E-05
0,12	505,7653	0,00375	0,23793515	1,40082E-05	0,12	534,5344	0,00225	0,270396	1,23626E-05	0,12	511,8847	0,00425	0,229214597	1,25652E-05
0,13	505,9242	0,00425	0,23809904	1,40082E-05	0,13	537,7134	0,00275	0,272004107	1,37363E-05	0,13	512,7589	0,00475	0,229606052	1,39613E-05
0,14	506,8779	0,00475	0,238458568	1,5409E-05	0,14	541,2102	0,00325	0,273772975	1,51099E-05	0,14	512,8384	0,00525	0,229641651	1,53574E-05
0,15	507,8316	0,00525	0,238907232	1,68099E-05	0,15	544,3891	0,00375	0,275381032	1,64835E-05	0,15	512,441	0,00575	0,229643701	1,67535E-05
0,16	508,5468	0,00575	0,239243695	1,82107E-05	0,16	546,6143	0,00425	0,276506657	1,64835E-05	0,16	512,0436	0,00625	0,229285751	1,81497E-05
0,17	508,8647	0,00625	0,23939325	1,82107E-05	0,17	548,6806	0,00475	0,277551902	1,78571E-05	0,17	512,2026	0,00675	0,229356948	1,95458E-05
0,18	508,9442	0,00675	0,23943065	1,96115E-05	0,18	551,1443	0,00525	0,278798173	1,92308E-05	0,18	512,8384	0,00725	0,229641651	1,95458E-05
0,19	508,8647	0,00725	0,23939325	2,10123E-05	0,19	554,0053	0,00575	0,280245419	2,06044E-05	0,19	513,5536	0,00775	0,229961907	2,09419E-05
0,2	508,5468	0,00775	0,239243695	2,24131E-05	0,2	556,8663	0,00625	0,281692665	2,06044E-05	0,2	514,3483	0,00825	0,230317762	2,2338E-05
0,21	508,5468	0,00825	0,239243695	2,24131E-05	0,21	559,9658	0,00675	0,283260558	2,1978E-05	0,21	515,7789	0,00875	0,230583664	2,37342E-05
0,22	509,4211	0,00875	0,239655006	2,3814E-05	0,22	563,7805	0,00725	0,285190236	2,33516E-05	0,22	517,6068	0,00925	0,231776871	2,51303E-05
0,23	510,8516	0,00925	0,240327979	2,52148E-05	0,23	568,231	0,00775	0,287441536	2,47253E-05	0,23	518,8783	0,00975	0,23246231	2,65264E-05
0,24	512,441	0,00975	0,241075705	2,66156E-05	0,24	572,1251	0,00825	0,28941138	2,47253E-05	0,24	519,1962	0,01025	0,232488582	2,65264E-05
0,25	513,951	0,01025	0,241786078	2,80164E-05	0,25	574,5093	0,00875	0,290617435	2,60989E-05	0,25	519,1962	0,01075	0,232488582	2,79226E-05
0,26	515,302	0,01075	0,24242165	2,94173E-05	0,26	575,8604	0,00925	0,291300894	2,74725E-05	0,26	519,5141	0,01125	0,232630933	2,93187E-05
0,27	516,2557	0,01125	0,242870315	2,94173E-05	0,27	577,8472	0,00975	0,292305923	2,74725E-05	0,27	519,9114	0,01175	0,232808838	3,07148E-05
0,28	516,9709	0,01175	0,243206777	3,08181E-05	0,28	580,8671	0,01025	0,29383355	2,88462E-05	0,28	520,3883	0,01225	0,233022387	3,21109E-05
0,29	517,6068	0,01225	0,243505934	3,22189E-05	0,29	584,205	0,01075	0,295522037	3,02198E-05	0,29	520,9446	0,01275	0,23327149	3,21109E-05
0,3	518,322	0,01275	0,243842397	3,36197E-05	0,3	587,225	0,01125	0,297049714	3,15934E-05	0,3	521,4214	0,01325	0,233484994	3,35071E-05
0,31	519,0372	0,01325	0,24417886	3,50205E-05	0,31	590,3244	0,01175	0,298617556	3,2967E-05	0,31	521,6599	0,01375	0,233591791	3,49032E-05
0,32	519,9114	0,01375	0,244590123	3,64214E-05	0,32	593,4238	0,01225	0,300185398	3,43407E-05	0,32	522,1367	0,01425	0,233805295	3,49032E-05
0,33	520,6267	0,01425	0,244926633	3,64214E-05	0,33	596,2849	0,01275	0,301632695	3,57143E-05	0,33	523,2493	0,01475	0,23403502	3,62993E-05
0,34	520,6267	0,01475	0,244926633	3,78222E-05	0,34	598,828	0,01325	0,30291913	3,57143E-05	0,34	525,1567	0,01525	0,235157608	3,76955E-05
0,35	519,9909	0,01525	0,244627524	3,9223E-05	0,35	601,2916	0,01375	0,304165351	3,70879E-05	0,35	527,064	0,01575	0,236011669	3,90916E-05
0,36	519,5936	0,01575	0,244440616	4,06238E-05	0,36	603,9937	0,01425	0,305532217	3,84615E-05	0,36	527,7793	0,01625	0,23633197	4,04877E-05
0,37	519,5141	0,01625	0,244403215	4,06238E-05	0,37	606,9343	0,01475	0,307019729	3,98352E-05	0,37	527,064	0,01675	0,236011669	4,18838E-05
0,38	519,9114	0,01675	0,244590123	4,20247E-05	0,38	610,2721	0,01525	0,308708166	4,12088E-05	0,38	525,7924	0,01725	0,235442265	4,328E-05
0,39	520,7062	0,01725	0,244964034	4,20247E-05	0,39	613,7689	0,01575	0,310477034	4,12088E-05	0,39	525,0771	0,01775	0,235121964	4,46761E-05
0,4	522,1367	0,01775	0,245637006	4,34255E-05	0,4	617,981	0,01625	0,312607739	4,25824E-05	0,4	525,2361	0,01825	0,235193162	4,60722E-05
0,41	523,8056	0,01825	0,246422133	4,48263E-05	0,41	622,5904	0,01675	0,314939419	4,3956E-05	0,41	526,3488	0,01875	0,235691413	4,60722E-05
0,42	525,3156	0,01875	0,247132506	4,62271E-05	0,42	626,8024	0,01725	0,317070073	4,3956E-05	0,42	528,1766	0,01925	0,236509876	4,74684E-05
0,43	526,4282	0,01925	0,247655924	4,62271E-05	0,43	629,7429	0,01775	0,318557535	4,53297E-05	0,43	529,6071	0,01975	0,237150433	4,88645E-05
0,44	527,5408	0,01975	0,248179342	4,76279E-05	0,44	631,8887	0,01825	0,319642995	4,67033E-05	0,44	529,8455	0,02025	0,237257185	5,02606E-05
0,45	528,2561	0,02025	0,248515852	4,90288E-05	0,45	633,8755	0,01875	0,320648025	4,67033E-05	0,45	529,6866	0,02075	0,237186032	5,16567E-05
0,46	528,2561	0,02075	0,248515852	5,04296E-05	0,46	635,6239	0,01925	0,321532458	4,80769E-05	0,46	530,0045	0,02125	0,237328383	5,16567E-05
0,47	528,2561	0,02125	0,248515852	5,18304E-05	0,47	637,2134	0,01975	0,322336512	4,94505E-05	0,47	531,2761	0,02175	0,237897787	5,30529E-05
0,48	529,1303	0,02175	0,248927116	5,32312E-05	0,48	639,2797	0,02025	0,32381757	5,08242E-05	0,48	532,8655	0,02225	0,238609497	5,30529E-05
0,49	530,7992	0,02225	0,249712243	5,46321E-05	0,49	642,1407	0,02075	0,324829003	5,21978E-05	0,49	534,296	0,02275	0,239250055	5,4449E-05
0,5	532,3887	0,02275	0,250460016	5,46321E-05	0,5	645,1606	0,02125	0,32635663	5,21978E-05	0,5	535,2497	0,02325	0,239677108	5,58451E-05
0,51	533,2629	0,02325	0,25087128	5,60329E-05	0,51	648,1011	0,02175	0,327844091	5,35714E-05	0,51	534,8524	0,02375	0,239499203	5,72413E-05

T001					T002				
Time	Fuerza	Desplazamiento	Esfuerzo	Deformación unitaria	Time	Fuerza	Desplazamiento	Esfuerzo	Deformación unitaria
sec	N	mm	N/mm2	mm	sec	N	mm	N/mm2	mm
0	4,212061	0	0,00170394	0	0	3,89417	0	0,00112503	0
0,01	5,245209	0	0,00212188	0	0,01	5,086263	0	0,00146943	0
0,02	7,152557	0	0,00289348	0	0,02	6,993612	0	0,00202046	0
0,03	8,583069	0	0,00347217	0	0,03	8,026759	0	0,00231894	0
0,04	8,90096	0	0,00360077	0	0,04	7,390976	0	0,00213526	0
0,05	7,947286	0	0,00321497	0	0,05	5,722046	0	0,00165311	0
0,06	5,960464	0	0,00241123	0	0,06	4,45048	0	0,00128575	0
0,07	3,973643	0	0,00160749	0	0,07	4,45048	0	0,00128575	0
0,08	3,019969	0,000125	0,00122169	1,37174E-06	0,08	5,245209	0,000125	0,00151535	1,21743E-06
0,09	3,417333	0,00025	0,00138244	2,74348E-06	0,09	6,039937	0,0005	0,00174495	4,86973E-06
0,1	4,132589	0,000625	0,00167179	6,85871E-06	0,1	6,11941	0,001375	0,00176791	1,33918E-05
0,11	4,45048	0,001125	0,00180039	1,23457E-05	0,11	6,039937	0,002375	0,00174495	2,31312E-05
0,12	4,927317	0,001875	0,00199328	2,05761E-05	0,12	6,755193	0,0035	0,00195158	3,40881E-05
0,13	5,642573	0,003	0,00228263	3,29218E-05	0,13	8,265178	0,004875	0,00238782	4,74799E-05
0,14	6,516775	0,00475	0,00263628	5,21262E-05	0,14	9,854634	0,006625	0,00284702	6,4524E-05
0,15	7,23203	0,006875	0,00292563	7,54458E-05	0,15	10,80831	0,00875	0,00312253	8,52204E-05
0,16	7,947286	0,009000001	0,00321497	9,87654E-05	0,16	10,96725	0,011	0,00316845	0,000107134
0,17	8,583069	0,011375	0,00347217	0,000124829	0,17	10,80831	0,01325	0,00312253	0,000129048
0,18	8,662541	0,013875	0,00350432	0,000152263	0,18	10,80831	0,0155	0,00312253	0,000150962
0,19	8,34465	0,016125	0,00337572	0,000176955	0,19	10,80831	0,017875	0,00312253	0,000174093
0,2	8,265178	0,018375	0,00334357	0,000201646	0,2	10,49042	0,019875	0,0030307	0,000193572
0,21	8,583069	0,020375	0,00347217	0,000223594	0,21	9,854634	0,02175	0,00284702	0,000211833
0,22	8,583069	0,02225	0,00347217	0,00024417	0,22	9,536743	0,023375	0,00275518	0,00022766
0,23	7,947286	0,023875	0,00321497	0,000262003	0,23	9,536743	0,02475	0,00275518	0,000241052
0,24	6,993612	0,02525	0,00282918	0,000277092	0,24	9,457271	0,026125	0,00273222	0,000254444
0,25	6,357829	0,0265	0,00257198	0,000290809	0,25	9,218852	0,02725	0,00266334	0,000265401
0,26	5,801519	0,02775	0,00234693	0,000304527	0,26	9,218852	0,02825	0,00266334	0,00027514
0,27	5,245209	0,029	0,00212188	0,000318244	0,27	8,980433	0,02925	0,00259446	0,000284879
0,28	4,927317	0,03025	0,00199328	0,000331962	0,28	8,026759	0,0305	0,00231894	0,000297054
0,29	5,324682	0,031625	0,00215403	0,000347051	0,29	6,516775	0,03175	0,0018827	0,000309228
0,3	6,11941	0,033	0,00247553	0,00036214	0,3	5,5631	0,033375	0,00160719	0,000325055
0,31	6,755193	0,034625	0,00273273	0,000379973	0,31	6,278356	0,035125	0,00181383	0,000342099
0,32	7,23203	0,0365	0,00292563	0,000400549	0,32	8,185704	0,037125	0,00236486	0,000361578
0,33	7,708868	0,038625	0,00311852	0,000423868	0,33	9,616216	0,03925	0,00277814	0,000382274
0,34	8,265178	0,04075	0,00334357	0,000447188	0,34	9,934108	0,041625	0,00286998	0,000405405
0,35	8,34465	0,043125	0,00337572	0,000473251	0,35	9,934108	0,044125	0,00286998	0,000429754
0,36	7,947286	0,04575	0,00321497	0,000502058	0,36	10,56989	0,04675	0,00305365	0,00045532
0,37	7,470449	0,048375	0,00302208	0,000530864	0,37	11,28515	0,049625	0,00326029	0,000483321
0,38	7,629395	0,051125	0,00308637	0,000561043	0,38	11,20567	0,05225	0,00323733	0,000508887
0,39	8,662541	0,054125	0,00350432	0,000593964	0,39	10,33147	0,055	0,00298477	0,000535671
0,4	10,56989	0,057	0,00427591	0,000625514	0,4	9,218852	0,058	0,00266334	0,000564889
0,41	12,47724	0,06	0,00504751	0,000658436	0,41	8,424123	0,06075	0,00243374	0,000591673
0,42	13,19249	0,063	0,00533685	0,000691358	0,42	7,708868	0,063625	0,0022271	0,000619674
0,43	12,07987	0,065875	0,00488676	0,000722908	0,43	7,23203	0,06662501	0,00208934	0,000648892
0,44	9,934108	0,06900001	0,00401872	0,000757202	0,44	7,073084	0,06950001	0,00204342	0,000676893

F001					F002					F003				
Time	Fuerza	Desplazamiento	Esfuerzo	Deformación unitaria	Time	Fuerza	Desplazamiento	Esfuerzo	Deformación unitaria	Time	Fuerza	Desplazamiento	Esfuerzo	Deformación unitaria
sec	N	mm	N/mm2	mm	sec	N	mm	N/mm2	mm	sec	N	mm	N/mm2	mm
0	6,357829	0		0,0	0	-6,67572	0	-0,0186		0	22,25	0		0,0621
0,01	5,642573	0	0,0176	0	0,01	-6,19888	0	-0,0173	0	0,01	21,38	0		0,0597
0,02	5,5631	0	0,0173	0	0,02	-5,96046	0	-0,0166	0	0,02	20,11	0		0,0561
0,03	5,722046	0	0,0178	0	0,03	-5,64257	0	-0,0157	0	0,03	19,15	0		0,0534
0,04	5,5631	0	0,0173	0	0,04	-5,24521	0	-0,0146	0	0,04	18,99	0		0,0530
0,05	5,086263	0	0,0159	0	0,05	-4,84785	0	-0,0135	0	0,05	19,39	0		0,0541
0,06	4,847845	0	0,0151	0	0,06	-4,37101	0	-0,0122	0	0,06	19,63	0		0,0548
0,07	4,847845	0	0,0151	0	0,07	-3,8147	0	-0,0106	0	0,07	19,39	0		0,0541
0,08	5,086263	0	0,0159	0	0,08	-3,89417	0	-0,0109	0	0,08	18,84	0		0,0526
0,09	5,324682	0	0,0166	0	0,09	-4,6889	0	-0,0131	0	0,09	18,44	0		0,0515
0,1	5,722046	0	0,0178	0	0,1	-4,58363	0	-0,0153	0	0,1	18,91	0		0,0528
0,11	6,437302	0	0,0201	0	0,11	-5,64257	0	-0,0157	0	0,11	20,42	0		0,0570
0,12	7,549922	0	0,0235	0	0,12	-4,92732	0	-0,0138	0	0,12	21,70	0		0,0605
0,13	9,059906	0	0,0282	0	0,13	-3,73522	0	-0,0104	0	0,13	22,09	0		0,0617
0,14	10,64936	0	0,0332	0	0,14	-2,70208	0	-0,0075	0	0,14	22,01	0		0,0614
0,15	11,36462	0	0,0354	0	0,15	-2,6226	0	-0,0073	0	0,15	21,78	0		0,0608
0,16	10,09305	0	0,0315	0	0,16	-3,17891	0	-0,0089	0	0,16	21,54	0,00013	0,0601	6,94444E-07
0,17	7,311503	0	0,0228	0	0,17	-3,97364	0	-0,0111	0	0,17	21,22	0,00050	0,0592	2,77778E-06
0,18	4,847845	0	0,0151	0	0,18	-4,45048	0	-0,0124	0	0,18	21,46	0,00075	0,0599	4,16667E-06
0,19	3,973643	0	0,0124	0	0,19	-4,52995	0	-0,0126	0	0,19	22,57	0,00100	0,0630	5,55556E-06
0,2	4,688899	0	0,0146	0	0,2	-4,37101	0	-0,0122	0	0,2	24,32	0,00138	0,0679	7,63889E-06
0,21	6,039937	0	0,0188	0	0,21	-4,60943	0	-0,0129	0	0,21	26,07	0,00175	0,0727	9,72222E-06
0,22	6,834666	0	0,0213	0	0,22	-5,00679	0	-0,0140	0	0,22	27,66	0,00213	0,0772	1,18056E-05
0,23	7,390976	0	0,0230	0	0,23	-5,40415	0	-0,0151	0	0,23	29,48	0,00250	0,0823	1,38889E-05
0,24	8,185704	0	0,0255	0	0,24	-5,72205	0	-0,0160	0	0,24	31,95	0,00288	0,0892	1,59722E-05
0,25	9,139379	0	0,0285	0	0,25	-5,72205	0	-0,0160	0	0,25	35,13	0,00325	0,0980	1,80556E-05
0,26	9,616216	0	0,0300	0	0,26	-5,40415	0	-0,0151	0	0,26	39,02	0,00363	0,1089	2,01389E-05
0,27	9,854634	0	0,0307	0	0,27	-5,00679	0	-0,0140	0	0,27	43,39	0,00400	0,1211	2,22222E-05
0,28	10,41094	0	0,0324	0	0,28	-4,45048	0	-0,0124	0	0,28	47,84	0,00438	0,1335	2,43056E-05
0,29	11,28515	0	0,0352	0	0,29	-3,8147	0	-0,0106	0	0,29	51,66	0,00463	0,1442	2,56944E-05
0,3	11,28515	0	0,0352	0	0,3	-3,33786	0	-0,0093	0	0,3	55,15	0,00500	0,1539	2,77778E-05
0,31	10,17253	0	0,0317	0	0,31	-3,49681	0	-0,0098	0	0,31	58,41	0,00525	0,1630	2,91667E-05
0,32	8,34465	0	0,0260	0	0,32	-4,21206	0	-0,0118	0	0,32	61,35	0,00563	0,1712	0,00003125
0,33	6,516775	0	0,0203	0	0,33	-4,92732	0	-0,0138	0	0,33	63,74	0,00600	0,1779	3,33333E-05
0,34	5,324682	0	0,0166	0	0,34	-5,16574	0	-0,0144	0	0,34	65,96	0,00625	0,1841	3,47222E-05
0,35	5,086263	0	0,0159	0	0,35	-4,84785	0	-0,0135	0	0,35	67,87	0,00663	0,1894	3,68056E-05
0,36	5,801519	0	0,0181	0	0,36	-4,6889	0	-0,0131	0	0,36	69,86	0,00713	0,1949	3,95833E-05
0,37	7,073084	0	0,0220	0	0,37	-4,92732	0	-0,0138	0	0,37	72,48	0,00750	0,2023	4,16667E-05
0,38	8,185704	0	0,0255	0	0,38	-5,40415	0	-0,0151	0	0,38	76,14	0,00800	0,2125	4,44444E-05
0,39	8,583069	0	0,0267	0	0,39	-5,40415	0	-0,0151	0	0,39	80,43	0,00838	0,2244	4,65278E-05
0,4	8,424123	0	0,0263	0	0,4	-4,6889	0	-0,0131	0	0,4	85,12	0,00888	0,2375	4,93056E-05
0,41	8,185704	0	0,0255	0	0,41	-3,65575	0	-0,0102	0	0,41	89,01	0,00950	0,2484	5,27778E-05
0,42	8,424123	0	0,0263	0	0,42	-3,09944	0	-0,0086	0	0,42	91,71	0,01000	0,2559	5,55556E-05
0,43	8,742015	0	0,0272	0	0,43	-3,01997	0	-0,0084	0	0,43	93,62	0,01063	0,2613	5,90278E-05
0,44	8,424123	0	0,0263	0	0,44	-3,25839	0	-0,0091	0	0,44	95,69	0,01125	0,2670	0,0000625
0,45	7,78834	0	0,0243	0	0,45	-3,65575	0	-0,0102	0	0,45	97,75	0,01188	0,2728	6,59722E-05
0,46	7,629395	0	0,0238	0	0,46	-4,52995	0	-0,0126	0	0,46	99,18	0,01250	0,2768	6,94444E-05
0,47	8,503596	0	0,0265	0	0,47	-5,72205	0,000125	-0,0160	6,94444E-07	0,47	100,22	0,01313	0,2797	7,29167E-05
0,48	10,252	0	0,0319	0	0,48	-6,35783	0,000125	-0,0177	6,94444E-07	0,48	100,77	0,01375	0,2812	7,63889E-05
0,49	12,23882	0	0,0381	0	0,49	-6,03994	0,000125	-0,0169	6,94444E-07	0,49	99,82	0,01438	0,2786	7,98611E-05
0,5	13,27197	0	0,0414	0	0,5	-5,00679	0,000125	-0,0140	6,94444E-07	0,5	95,84	0,01488	0,2675	8,26389E-05
0,51	12,63618	0	0,0394	0	0,51	-4,05312	0,000125	-0,0113	6,94444E-07	0,51	88,29	0,01550	0,2464	8,61111E-05
0,52	10,72884	0	0,0334	0	0,52	-3,49681	0,000125	-0,0098	6,94444E-07	0,52	78,12	0,01600	0,2180	8,88889E-05
0,53	8,742015	0	0,0272	0	0,53	-3,57628	0,000125	-0,0100	6,94444E-07	0,53	66,84	0,01650	0,1865	9,16667E-05
0,54	7,549922	0	0,0235	0	0,54	-4,13259	0,000125	-0,0115	6,94444E-07	0,54	56,19	0,01700	0,1568	9,44444E-05
0,55	7,152557	0	0,0223	0	0,55	-4,92732	0,000125	-0,0138	6,94444E-07	0,55	47,84	0,01750	0,1335	9,72222E-05
0,56	7,152557	0	0,0223	0	0,56	-5,24521	0,000125	-0,0146	6,94444E-07	0,56	41,96	0,01800	0,1171	0,0001
0,57	7,073084	0	0,0220	0	0,57	-4,92732	0,000125	-0,0138	6,94444E-07	0,57	37,83	0,01850	0,1056	0,000102778
0,58	7,073084	0	0,0220	0	0,58	-3,97364	0,000125	-0,0111	6,94444E-07	0,58	34,73	0,01913	0,0969	0,00010625
0,59	7,549922	0	0,0235	0	0,59	-2,6226	0,000125	-0,0073	6,94444E-07	0,59	32,66	0,01975	0,0912	0,000109722
0,6	8,742015	0	0,0272	0	0,6	-1,7484	0,000125	-0,0049	6,94444E-07	0,6	31,63	0,02038	0,0883	0,000113194
0,61	10,17253	0	0,0317	0	0,61	-1,66893	0,000125	-0,0047	6,94444E-07	0,61	31,31	0,02100	0,0874	0,000116667
0,62	11,1262	0	0,0347	0	0,62	-2,22524	0,000125	-0,0062	6,94444E-07	0,62	31,63	0,02175	0,0883	0,000120833
0,63	11,36462	0	0,0354	0	0,63	-3,01997	0,000125	-0,0084	6,94444E-07	0,63	32,50	0,02250	0,0907	0,000125
0,64	11,20567	0,00013	0,0349	8,62069E-07	0,64	-4,05312	0,000125	-0,0113	6,94444E-07	0,64	33,30	0,02313	0,0929	0,000128472
0,65	11,04673	0,00013	0,0344	8,62069E-07	0,65	-5,08626	0,000125	-0,0142	6,94444E-07	0,65	33,93	0,02388	0,0947	0,000132639
0,66	10,96725	0,00013	0,0342	8,62069E-07	0,66	-5,48363	0,000125	-0,0153	6,94444E-07	0,66	34,33	0,02450	0,0958	0,000136111

ALGORITMO PARA ESTRUCTURAS DE BAMBÚ				
VARIABLE	VALOR	UNIDADES	DEFINICIÓN.	EXTRAS
0.- INGRESO DE LA GEOMETRÍA Y PROPIEDADES DEL BAMBÚ				
D	15	cm	Diámetro mayor	
t	1,5	cm	Espesor del bambú	
d	12	cm	Diámetro menor	
Io=	1467,17	cm4	Inercia de la sección trasnversal	
CONFIGURACIÓN DE VANOS (cuadro de diseño)				
Vizq	3,5	m	Vano izquierdo	
Vder	3,5	m	vano derecho	
Vsup	3,5	m	vano superior	
Vinf	2,7	m	vano inferior	
PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS				
E0.5	122366,4	Kgf/cm2	Módulo de Elasticidad 0.5.	
E0.05	76479	Kgf/cm2	Módulo de Elasticidad 0.05.	
Emin	40788,8	Kgf/cm2	Módulo de Elasticidad mínimo.	
G0.5	4370,23	Kgf/cm2	Módulo de corte 0.5.	
G0.05	2731,39	Kgf/cm2	Módulo de corte 0.05.	
Gmin	1456,74	Kgf/cm2	Módulo de corte mínimo.	
ESFUERZOS ADMISIBLES				
Fb	152,96	Kgf/cm2	Esfuerzo admisible a Flexión.	
Ft	193,75	Kgf/cm2	Esfuerzo admisible a Tracción.	
Fc	142,76	Kgf/cm2	Esfuerzo admisible a Compresión longitudinal.	
Fp	14,28	Kgf/cm2	Esfuerzo admisible a compresión trasnversal.	
Fv	12,24	Kgf/cm2	Esfuerzo admisible a Corte.	
CARGAS MUERTAS				
Lh	0	Kgf/m2	Loseta de hormigón (En función del espesor).	
M	0	Kgf/m2	Mampostería.	
Acabados	0	Kgf/m2	Acabados.	
Pm	20	Kgf/m2	Piso de madera.	
Lb	10	Kgf/m2	Latilla de bambú.	
Ins	20	Kgf/m2	Instalaciones.	
Techo	10	Kgf/m2	Techo (raso).	
M	0	Kgf/m2	Peso propio.	
CARGA M adc	60	Kgf/m2	carga muerta total.	
CARGA VIVA				
CALGA L	200	Kgf/m2	carga viva total	
CARGA DE DISEÑO				
CARGA M+L	260	Kg/m2	Carga de diseño.	
DATOS DE LA ZONA (PAZTAZA PUYO)				
CH	19%	%	Contenido de humedad del sitio.	
T (°c)	24,9	GRADOS C.	Temperatura de la zona del proyecto.	
Ct (parcial)	1		coeficiente parcial de modificación de temperatura.	
C serv.	Seco	-	Condiciones de servicio.	

1.- VIGAS SECUNDARIAS**STEINER**

SECCIÓN	1C2F		(ver tabla 00A)
ÁREA	127,23	cm ²	Área de la sección.
Ycg (cm)	15	cm	Centro de gravedad y-y.
Xcg (cm)	7,5	cm	Centro de gravedad x-x.
Inercia (cm ⁴) Y-Y	10091,29	cm ⁴	Momento de Inercia y-y.
radio de giro Y-Y	8,91	cm	Radio de giro y-y.
S Módulo de sección(cm ³) Y-Y	672,75	cm ³	Módulo de sección y-y.
h (cm)	30	cm	Altura total de la sección.
Inercia (cm ⁴) X-X	2934,35	cm ⁴	Momento de inercia x-x.
radio de giro X-X	4,80	cm	Radio de giro x-x.
S Módulo de sección(cm ³) Y-Y	391,25	cm ³	Módulo de sección x-x.

DATOS DE VIGAS

NVS	8	u	Número de vigas secundarias.
Sentido	X		Sentido de vigas.
Lvs	3,5	m	Longitud máxima de la viga secundaria.
Sepvs (D<S<= 50 cm)	39	cm	Separación de las vigas secundarias.
q	101,11	Kgf/m	Cargal lineal sobre vigas secundarias.
V	176,94	Kgf	Cortante actuante sobre la viga secuandaria.
M	154,8263889	kgf.m	Momento actuante sobre la viga secuandaria.
V(programa)	0	Kgf	Cortante extraido del programa.
M(programa)	0	kgf.m	Momento extraido del programa.
Servicio	con acabados flexibles		
Delta		240	Coefficiente de deflexión
Dads	15	mm	Deflexión admisible normativa

CÁLCULO DE CARGA PARA SECCIONES.

W	124,44	Kgf/m	carga para el cálculo de sección.
W-i	101,11	Kgf/m	carga para deflexiones inmediatas.
W-f	166,44	Kgf/m	Carga para deflexiones diferidas.

INERCIAS POR DEMANDA DE DISEÑO PARA CONTROL DE DEFLEXIONES.

				D/C
PARA (E 0.05)				
Iw (E005)	2180,16	cm ⁴	Inercia para el cálculo de sección.	21,6%
Iw-i (E005)	1771,38	cm ⁴	Inercia para verificación de deflexiones i.	17,6%
Iw-f (E005)	2915,96	cm ⁴	Inercia para verificación de deflexiones f.	28,9%
PARA (E min) PREFERENCIAL				
Iw (Emin)	4087,79	cm ⁴	Inercia para el cálculo de sección.	40,5%
Iw-i (Emin)	3321,33	cm ⁴	Inercia para verificación de deflexiones i.	32,9%
Iw-f (Emin)	5467,42	cm ⁴	Inercia para verificación de deflexiones f.	54,2%

FLEXIÓN			
H/D	2	cm/cm	no requiere soporte lateral
CD	0,9		Coefficiente de modificación por duración de la carga
Cm	1		Coefficiente de modificación por contenido de humedad
Ct	1		Coefficiente de modificación por temperatura.
CL	0,98	0,80	Coefficiente de modificación por estabilidad lateral de vigas.
CF	1		Coefficiente de modificación por forma.
Cr	1		Coefficiente de modificación por distribución de cargas.
Cc	0,91		Coefficiente de modificación por cortante.
f ^b	122,77	Kgf/cm ²	Esfuerzo admisible modificado a flexión.
fb	23,01	Kgf/cm ²	Esfuerzo a flexión actuante.
D/C	18,7%		Demanda/Capacidad.

CORTANTE			
Vcal	146,6111111	Kg	Cortante de cálculo
CD	0,9		Coefficiente de modificación por duración de la carga
Cm	1		Coefficiente de modificación por contenido de humedad (localidades de Ecuador).
Ct	1		Coefficiente de modificación por temperatura.
CL	0,98	0,80	Coefficiente de modificación por estabilidad lateral de vigas (H/b).
CF	1		Coefficiente de modificación por forma.
Cr	1		Coefficiente de modificación por distribución de cargas.
Cc (Lvs/D mayor 15)	0,91		Coefficiente de modificación por cortante.
F ^v	9,82	Kg/cm ²	Esfuerzo admisible modificado para corte.
Fv	2,29	Kg/cm ²	Esfuerzo cortante.
D/C	23,3%		Demanda/Capacidad.

APLASTAMIENTO			
b	15	cm	Ancho de apoyo donde descanza la viga secundaria (>= Diámetro exterior).
CD	0,9		Coefficiente de modificación por duración de la carga
Cm	1		Coefficiente de modificación por contenido de humedad
Ct	1		Coefficiente de modificación por temperatura.
CL	0,98	0,80	Coefficiente de modificación por estabilidad lateral de vigas.
CF	1		Coefficiente de modificación por forma.
Cr	1		Coefficiente de modificación por distribución de cargas.
Cc	0,91		Coefficiente de modificación por cortante.
C-relleno o C-vacio	S1		Condición de relleno de mortero
F ^p	11,46	Kg/cm ²	Esfuerzo admisible modificado para corte transversal.
tpromedio=	4,91	cm	Espesor promedio en función del los culmos utilizados.
Fp	0,29	Kg/cm ²	
D/C	2,6%		Demanda/Capacidad

TENSIÓN			
CD	0,9		Coefficiente de modificación por duración de la carga
Cm	1		Coefficiente de modificación por contenido de humedad
Ct	1		Coefficiente de modificación por temperatura.
CL	0,98	0,80	Coefficiente de modificación por estabilidad lateral de vigas.
CF	1		Coefficiente de modificación por forma.
Cr	1		Coefficiente de modificación por distribución de cargas.
Cc	0,91		Coefficiente de modificación por cortante.
F ^p	155,51	Kg/cm ²	Esfuerzo admisible modificado para corte transversal.
Fuerza sismo	1000	kgf	Tracción por efecto de sismo.
Fp	7,86	Kg/cm ²	
D/C	5,1%		

2.- VIGAS PRINCIPALES				
STEINER				
SECCIÓN	2C-CF-2F		(ver tabla 00A)	
ÁREA	318.09	cm ²	Área de la sección	
Ycg (cm)	22.5	cm	Centro de gravedad y-y	
Xcg (cm)	22.5	cm	Centro de gravedad x-x	
Inercia (cm ⁴) Y-Y	64591.39	cm ⁴	Momento de Inercia y-y	
radio de giro Y-Y	14.25	cm	Radio de giro y-y	
S Módulo de sección(cm ³) Y-Y	2870.73	cm ³	Módulo de sección y-y	
h (cm)	45	cm	Altura total de la sección	
Inercia (cm ⁴) X-X	64591.39	cm ⁴	Momento de inercia x-x	
radio de giro X-X	14.25	cm	Radio de giro x-x	
S Módulo de sección(cm ³) Y-Y	2870.73	cm ³	Módulo de sección x-x	
DATOS DE VIGAS				
# espacio	9		Número de espacios entre vigas secundarias.	
L min vano	2.70	m	Longitud menor del vano de diseño.	
L viga principal	3.50	m	Longitud de la viga principal.	
C ap	313.4444444	Kg	Carga aplicada puntual a la viga principal.	
V	1253.78	Kgf	Cortante actuante sobre la viga Principal.	
M	812.63	kgf.m	Momento actuante sobre la viga principal.	
Qd	186.67	Kg/m	Carga muerta distribuida	
QL	622.22	Kg/m	Carga viva distribuida.	
V(programa)	1850	Kgf	Cortante extraído del programa.	
M(programa)	1689	kgf.m	Momento extraído del programa.	
Servicio	con acabados flexibles			
Delta	240		Coeficiente de deflexión	
Dads	15	mm	Deflexión admisible normativa	
CÁLCULO DE CARGA PARA SECCIONES.				
W	995.56	Kgf/m	carga para el cálculo de sección.	
W-i	808.89	Kgf/m	carga para deflexiones inmediatas.	
W-f	1331.56	Kgf/m	Carga para deflexiones diferidas.	
INERCIAS POR DEMANDA DE DISEÑO				D/C
PARA (E 0.05)				
Iw (E005)	17441.24	cm ⁴	Inercia para el cálculo de sección.	27.0%
Iw-i (E005)	14171.01	cm ⁴	Inercia para verificación de deflexiones i.	21.9%
Iw-f (E005)	23327.66	cm ⁴	Inercia para verificación de deflexiones f.	36.1%
PARA (E min) PREFERENCIAL				

PARA (E _{min}) PREFERENCIAL				
Iw (E _{min})	32702.33	cm ⁴	Inercia para el cálculo de sección.	50.6%
Iw-i (E _{min})	26570.64	cm ⁴	Inercia para verificación de deflexiones i.	41.1%
Iw-f (E _{min})	43739.37	cm ⁴	Inercia para verificación de deflexiones f.	67.7%

FLEXIÓN				
H/D	1	cm/cm	No requiere soporte lateral	
CD	0.9		Coeficiente de modificación por duración de la carga	
Cm	1		Coeficiente de modificación por contenido de humedad	
Ct	1		Coeficiente de modificación por temperatura.	
CL	0.98	0.71	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	0.81		Coeficiente de modificación por cortante.	
f'b	109.28	Kgf/cm ²	Esfuerzo admisible modificado a flexión.	
fb	58.84	Kgf/cm ²	Esfuerzo a flexión actuante.	
D/C	53.8%		Demanda/Capacidad	

CORTANTE				
Vcal	1374.285714	Kg	Cortante de cálculo	
CD	0.9		Coeficiente de modificación por duración de la carga	
Cm	1		Coeficiente de modificación por contenido de humedad	
Ct	1		Coeficiente de modificación por temperatura.	
CL	0.98	0.71	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	0.81		Coeficiente de modificación por cortante.	
F'v	8.74	Kg/cm ²	Esfuerzo admisible modificado para corte.	
Fv	8.57	Kg/cm ²	Esfuerzo cortante	
D/C	98.0%		Demanda/Capacidad	

APLASTAMIENTO				
b	15	cm	Ancho de apoyo, donde descanza la viga principal (>= Diámetro exterior	
Cm	0.9		Coeficiente de modificación por contenido de humedad	
Ct	1		Coeficiente de modificación por temperatura.	
CL	0.98	0.71	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	0.81		Coeficiente de modificación por cortante.	
C-relleno o C-vacio	SI		Condición de relleno de mortero	

F ^t p	10.20	Kg/cm ²	Esfuerzo admisible modificado para corte transversal.
t _{promedio} =	11	cm	Espesor promedio en función de los culmos utilizados.
F _p	2.14	Kg/cm ²	Esfuerzo aplicable.
D/C	21.0%		Demanda/Capacidad

TENSIÓN

C _m	0.9	0.71	Coefficiente de modificación por contenido de humedad
C _t	1		Coefficiente de modificación por temperatura.
C _L	0.98		Coefficiente de modificación por estabilidad lateral de vigas.
C _F	1		Coefficiente de modificación por forma.
C _r	1		Coefficiente de modificación por distribución de cargas.
C _c	0.81		Coefficiente de modificación por cortante.
F ^t	138.42	Kg/cm ²	Esfuerzo admisible modificado para corte transversal.
Fuerza sismo	1000	kgf	Tracción por efecto de sismo.
F _t	3.14	Kg/cm ²	
D/C	2.3%		Demanda/Capacidad

3.- COLUMNAS

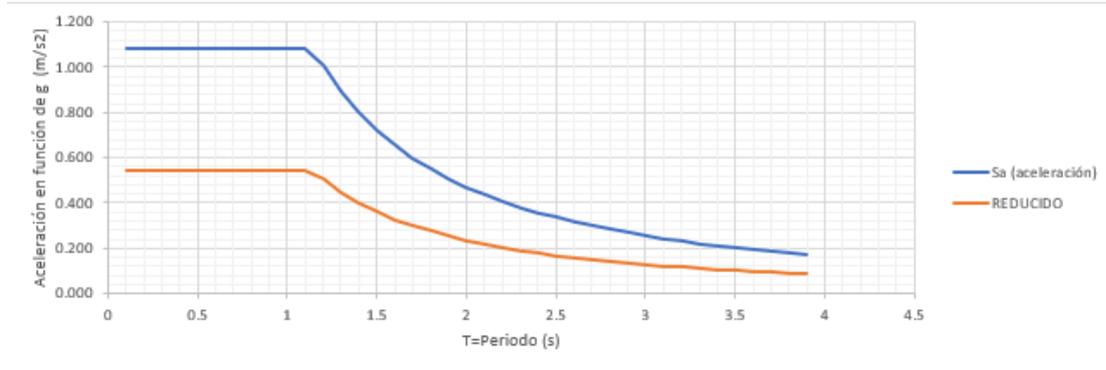
STEINER

SECCIÓN	2C3F	(ver tabla 00A)	
ÁREA	381.70	cm ²	Área de la sección
Y _{cg} (cm)	22.5	cm	Centro de gravedad y-y
X _{cg} (cm)	15	cm	Centro de gravedad x-x
Inercia (cm ⁴) Y-Y	66058.56	cm ⁴	Momento de Inercia y-y
radio de giro Y-Y	13.16	cm	Radio de giro y-y
S Módulo de sección(cm ³) Y-	2935.94	cm ³	Módulo de sección y-y
h (cm)	45	cm	Altura total de la sección
Inercia (cm ⁴) X-X	30273.86	cm ⁴	Momento de inercia x-x
radio de giro X-X	8.91	cm	Radio de giro x-x
S Módulo de sección(cm ³) Y-	2018.26	cm ³	Módulo de sección x-x

FUERZA SÍSMICA (POR RESPUESTA DE ESPECTRO)

Z	0.3	g	Factor de zona.
I	1		Factor de importancia.
ø _p	1		Factor de planta.
ø _e	1		Factor de elevación.
F _s	1.7		Comportamiento no lineal de suelos
F _d	1.7		Ampliación de las ordenadas del espectro.
F _a	1.39		Ampliación del suelo.

To	0.21	s	
Tc	1.14	s	
T estructura	0.18	s	Periodo de la estructura
Sa	1.0842	g	Espectro de respuesta elastico de aceleraciones.
Westructura	2000	Kgf	Peso de la estructura.
C basal	0.5421		Coefficiente de cortante basal
V basal	1084.20	Kgf	Cortante Basal.



CARGAS GRAVITACIONALES ACTUANTES			
Npisos	2		Números de pisos.
At	10.85	m2	Área tributaria.
P columna	5642	Kgf	Carga aplicada a la columna.
P columna (programa)	12470	Kgf	Carga aplicada a la columna desde el programa (sismo).
M programa	300	Kg-m	Momento aplicado a la columna desde el programa (sismo).
V programa	2000	Kg	Cortante aplicado a la columna desde el programa (sismo).
T programa	500	Kg	Tensión aplicado a la columna desde el programa (sismo).
Nex	3	u	Número de ejes en "X".
Ney	3	u	Número de ejes en "Y".
Nte	9		Número total de columnas.

COMPRESIÓN AXIAL			
CD	0.9		Coefficiente de modificación por duración de la carga
Cm	1		Coefficiente de modificación por contenido de humedad
Ct	1		Coefficiente de modificación por temperatura.
CF	1	0.59	Coefficiente de modificación por forma.
Cr	1		Coefficiente de modificación por distribución de cargas.

Cc	0.75		Coefficiente de modificación por cortante.
CP	0.868		Coefficiente de modificación por estabilidad de columnas.
C	0.8		Valor para cualquier sección.
F`c	96.36	Kgf/cm2	Esfuerzo admisible a la compresión paralela a la fibras, modificado
FCE	18.98		
FCE/F`c	2.01		
Lcolumna	2.5	m	Altura de la columna.
k	2.4		Coefficiente de longitud efectiva
Le	6	m	Longitud efectiva
λ X-X	67.37		Relacion esbeltez del elemento x-x. (<150)
λ Y-Y	45.61		Relacion esbeltez del elemento y-y. (<150)
F`c	83.63	Kgf/cm2	Esfuerzo admisible a la compresión paralela a la fibras, modificado
Ck	77.57		Esbeltez Ck, límite entre columnas.
C columna	INTERMEDIA		Clasificación de columnas.
Fc	44.27	Kgf/cm2	Esfuerzo de compresión paralelo a la fibra actuante.
D/C		45.9%	Demanda sobre capacidad.

TENSIÓN AXIAL			
ft	1.31	Kgf/cm2	Esfuerzo de Tensión actuante.
fb	0.10	Kgf/cm2	Esfuerzo de Flexión actuante.
f t	113.50	Kgf/cm2	Esfuerzo de tensión admisible modificado.
f`b	89.61	Kgf/cm2	Esfuerzo de flexión admisible modificado.
	0.01		CORRECTO

FLEXO-COMPRESIÓN.			
Ncr	138505.99	kg	Carga Crítica de Euler.
km	1.16		Coefficiente de magnificación de momento.
	0.53		CORRECTO
	53.07042957		

N_c	55.63	γ_1	1.9 T/m ³	B	1.5 m
N_q	42.92	ϕ_1	30 °	L	1.5 m
N_γ	53.27	c_1	0.00 T/m ²	H	0.3 m
				Df	0.6 m
				B/L	1
N_c	5.14	WEAKER SOIL			
N_q	1.00	γ_2	1.5 T/m ³	K_s	5.7 $\frac{\delta}{\phi_1} = 0.8$
N_γ	0.00	ϕ_2	0.00 °	λ_s	1.0
		c_2	5.4 T/m ²	FS	2.5 NEC 2015

Case I: Stronger Sand Layer Over Weaker Saturated Clay ($\phi_2 = 0$)

$$q_u = 5.14 c_2 \left[\left[1 + 0.2 \left(\frac{B}{L} \right) \right] + \left(1 + \frac{B}{L} \right) \gamma_1 H^2 \left(1 + \frac{2D_f}{H} \right) \left(\frac{K_s \tan \phi_1}{B} \right) \lambda_2 + \gamma_1 D_f \leq q_t \right]$$

$$q_u = 33.3 + 3.8 + 1 \leq 126.1$$

$q_u =$	38.20	\leq	126.12 m ²
$q_{adm} =$	15		T/m ²

Siendo,

- q_u : Capacidad de carga última
- γ_1, γ_2 : Peso específico del suelo
- B, L : Dimensiones de cimentación, ancho y largo
- H : Espesor de capa fuerte, debajo del desplante de la cimentación
- D_f : Desplante de la cimentación
- N_c, N_q, N_γ : Factores adimensionales de capacidad de carga, en función del ángulo de fricción del suelo (ϕ)
- ϕ_1, ϕ_2 : Ángulo de fricción de capas de suelo 1 y 2
- c_1, c_2 : Resistencia al esfuerzo cortante no drenado (kPa)

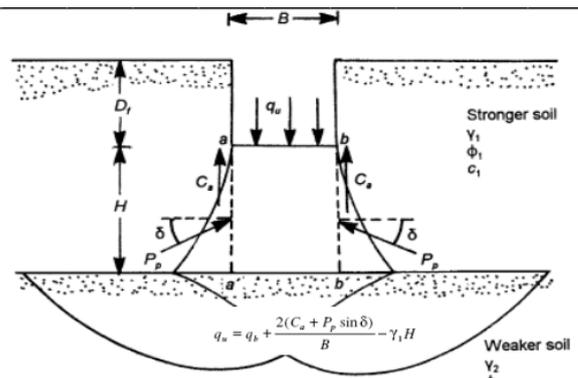


FIGURE 4.14 Rough corner over weak

where B = width of the foundation
 γ_1 = unit weight of the stronger soil layer
 C_s = adhesive force along aa' and bb'
 P_p = passive force on faces aa' and bb'
 q_b = bearing capacity of the bottom soil layer
 δ : with the horizontal

$$\frac{q_2}{q_1} = \frac{c_2 N_{c(2)}}{\frac{1}{2} \gamma_1 B N_{\gamma(1)}} = \frac{5.14 c_2}{0.5 \gamma_1 B N_{\gamma(1)}} = 0.37$$

$$q_u = 5.14 c_2 \left[\left[1 + 0.2 \left(\frac{B}{L} \right) \right] + \left(1 + \frac{B}{L} \right) \gamma_1 H^2 \left(1 + \frac{2D_f}{H} \right) \left(\frac{K_s \tan \phi_1}{B} \right) \lambda_2 + \gamma_1 D_f \leq q_t \right]$$

CÁLCULO Y DISEÑO DE ZAPATAS AISLADAS (EXCÉNTRICAS O CONCÉNTRICAS)

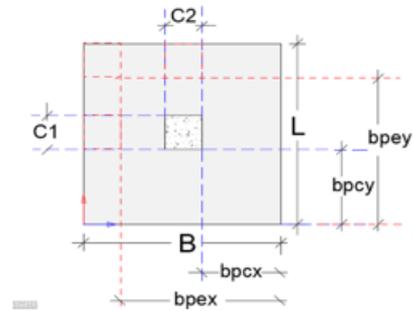
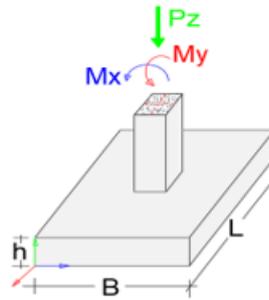
/Datos (sólo modificar los datos en color amarillo):

$$\begin{aligned} q_a &= 15 \text{ Tn/m}^2 \\ f'_c &= 210 \text{ Kg/cm}^2 \\ f_y &= 4200 \text{ Kg/cm}^3 \\ f_s &= 1 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P_z &= 12.41 \text{ Tn} \\ M_x &= 0 \text{ Tn-m} \\ M_y &= 0 \text{ Tn-m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P_{zd} &= 12.41 \text{ Tn} \\ M_{xd} &= 0 \text{ Tn-m} \\ M_{yd} &= 0 \text{ Tn-m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} c_1, c_2 &= 45 \text{ m} \\ h &= 0.5 \text{ m} \\ r &= 0.07 \text{ m} \\ d &= 0.32 \text{ m} \\ b_{pcx}, b_{pex} &= 0.6 \text{ m} \\ b_{pcy}, b_{pey} &= 0.525 \text{ m} \end{aligned}$$



$$\begin{aligned} &0.525 \\ &0.6 \end{aligned}$$

DETERMINACIÓN DEL ÁREA DEL CIMIENTO

$$q_{us} = 15.0 \text{ Tn/m}^2$$

$$\begin{aligned} A_c &= 0.8273333 \text{ m}^2 \\ B &= 1.5 \text{ m} \\ L &= 0.55155556 \text{ m} \end{aligned}$$

DIMENSIONES AJUSTADAS

$$\begin{aligned} B &= 1.5 \text{ m} \\ L &= 1.5 \text{ m} \end{aligned}$$

/Cálculo de las excentricidades de cargas:

ex= 0.000 m Correcto

ey= 0.000 m Correcto

/Determinación de reaccion neta del suelo:

Correcto

/Determinación de reacciones netas hacia la losa, bajo cargas de últimas:

ex= 0.000 m Correcto

ey= 0.000 m Correcto

Rus= 5.5 Tn/m²

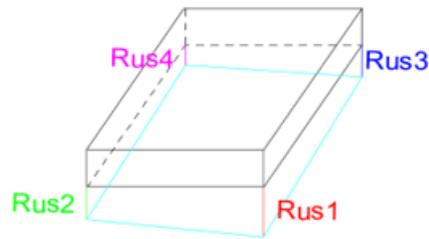
Rus1= 5.5 Tn/m²

Rus2= 5.5 Tn/m²

Rus3= 5.5 Tn/m²

Rus4= 5.5 Tn/m²

Rum= 5.5 Tn/m²



DISEÑO A FLEXIÓN EN EL SENTIDO "B" Y "L"

Fsextra= 1

/Determinación de momentos "X"

M= 0.9928 Tn-m

Mu= 0.9928 Tn-m

/Determinación de momentos "Y"

M= 0.7601 Tn-m

Mu= 0.7601 Tn-m

/verificación del peralte:

d= 4.66 cm
das= 32.00 cm

/Acero requerido

$$A_s = 0.82 \text{ cm}^2$$

/Acero mínimo

$$A_{sm} = 10.67 \text{ cm}^2$$

/Acero elegido

$$A_{sm} = 10.67 \text{ cm}^2$$

/Acero total longitudinal

$$A_{sm} = 16.00 \text{ cm}^2$$

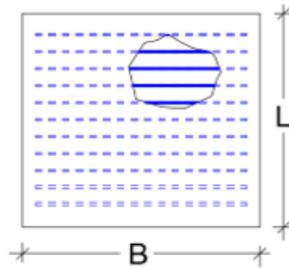
/Número de varillas por ancho total "L".

12

$$\# V = 14.15$$

/Separación de varillas en el lado "L"

14 varillas cada 10 cm



/Acero requerido

$$A_s = 0.63 \text{ cm}^2$$

/Acero mínimo

$$A_{sm} = 10.67 \text{ cm}^2$$

/Acero elegido

$$A_{sm} = 10.67 \text{ cm}^2$$

/Acero total longitudinal

$$A_{sm} = 16.00 \text{ cm}^2$$

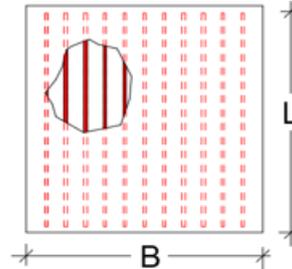
/Número de varillas por ancho total "L".

12

$$\# V = 14.15$$

/Separación de varillas en el lado "L"

14 varillas cada 10 cm



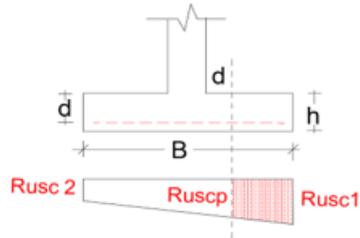
DISEÑO AL CORTANTE

/Determinación del cortante en "X"

Rusc1= 5.5 Tn/m²

Rusc2= 5.5 Tn/m²

Rusc_p= 5.5 Tn/m²



/Cortante que actúa sobre la sección Crítica.

Vu= -182592.47 Kg

/ Esfuerzo cortante que actúa sobre la sección.

Vu= -44.75 Kg/cm²

Peralte correcto

/ Cortante resistente

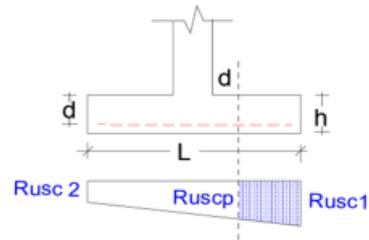
Vc= 7.68 kg/cm²

/Determinación del cortante en "Y"

Rusc1= 5.5 Tn/m²

Rusc2= 5.5 Tn/m²

Rusc_p= 5.5 Tn/m²



/Cortante que actúa sobre la sección Crítica.

Vu= -182592.47 Kg

/ Esfuerzo cortante que actúa sobre la sección.

Vu= -44.75 Kg/cm²

Peralte correcto

/ Cortante resistente

Vc= 7.68 kg/cm²

ANEXO B: CÓDIGO DE CASA MODELO

```

%%#####
%%##      LIMPIAR COMANDO      ###%%
%%#####

clc;
clear;

%Diseño paramétrico de viviendas elaboradas con caña
guadua para comunidades en el oriente ecuatoriano

%%#####
%%## INICIAR SAP 2000      ###%%
%%#####

% Abrir el Sap2000
% Versión de Sap
SM.App('sap');
SM.Ver('23');
%create Sap2000 object
APIDLPath ='C:\Program Files\Computers and
Structures\SAP2000 23\SAP2000v1.dll';
ProgramPath ='C:\Program Files\Computers and
Structures\SAP2000 23\SAP2000.exe';
[ Sobj ] = SM.Helper.CreateObject( ProgramPath,APIDLPath
);
%create SapModel object
[ Smdl ]=SM.SapModel();
%start Sap2000 application
SM.ApplicationStart; % Abrir el programa SAP2000
%initialize model
ret = SM.InitializeNewModel;

```

```

% Se inicia el modelo con una página en blanco
Modelexist='Model_casa1.sdb';
Model_Path=fullfile(Modelexist);
ret = SM.File.OpenFile(Model_Path);
%% Unidades
% Se colocan las unidades en toneladas fuerza y metro
ret = SM.SetPresentUnits(SM.eUnits.kgf_m_C);

%Agrega Propiedades de la caña Guadua
    [ret]=SM.PropMaterial.SetMaterial('Caña
guadua', SM.eMatType.NoDesign)
        %[ret]=SM.PropMaterial.SetOSteel('Caña
Guadua', Fy, Fu, eFy, eFu)
    [ret]=SM.PropMaterial.SetWeightAndMass('Caña
Guadua', 1, 6860.00)
    [ret]=SM.PropMaterial.SetWeightAndMass('Caña
Guadua', 2, 700)
    MyE=[7.64E+08, 7.648E+08, 7.64E+08]
    MyU=[0.4, 0.4, 0.4]
    MyA=[6.000E-06, 6.000E-06, 6.000E-06]
    MyG=[27313929, 27313929, 27313929]
    [ret]=SM.PropMaterial.SetMPOrthotropic('Caña
Guadua', MyE, MyU, MyA, MyG)

%%#####%%
%%## TIPOS DE VIVIENDAS ###%%
%%#####%%

%ingreso de secciones compuesta%
%-----SECCION DE VIGUETA-----%

```

```

ret = SM.PropFrame.SetSDSection('1C2F', 'caña
Guadua', 'DesignType', 1);
[ret]=SM.PropFrame.SDShape.SetPipe('1C2F', '', 'caña
Guadua', '', 0, -0.075, 'diameter', 0.15, 'thickness', 0.015)
[ret]=SM.PropFrame.SDShape.SetPipe('1C2F', '', 'caña
Guadua', '', 0, 0.075, 'diameter', 0.15, 'thickness', 0.015)
%-----SECCION DE VIGAS-----%
ret = SM.PropFrame.SetSDSection('2C-CM-2F', 'caña
Guadua', 'DesignType', 1);
[ret]=SM.PropFrame.SDShape.SetPipe('2C-CM-2F', '', 'caña
Guadua', '', 0, 0, 'diameter', 0.15, 'thickness', 0.015)
[ret]=SM.PropFrame.SDShape.SetPipe('2C-CM-2F', '', 'caña
Guadua', '', 0.15, 0.15, 'diameter', 0.15, 'thickness', 0.015)
[ret]=SM.PropFrame.SDShape.SetPipe('2C-CM-2F', '', 'caña
Guadua', '', -0.15, -0.15, 'diameter', 0.15, 'thickness', 0.015)
[ret]=SM.PropFrame.SDShape.SetPipe('2C-CM-2F', '', 'caña
Guadua', '', 0.15, -0.15, 'diameter', 0.15, 'thickness', 0.015)
[ret]=SM.PropFrame.SDShape.SetPipe('2C-CM-2F', '', 'caña
Guadua', '', -0.15, 0.15, 'diameter', 0.15, 'thickness', 0.015)

%-----SECCION DE COLUMNA-----%
ret = SM.PropFrame.SetSDSection('2C3F', 'caña
Guadua', 'DesignType', 1);
[ret]=SM.PropFrame.SDShape.SetPipe('2C3F', '', 'caña
Guadua', '', 0.075, 0.15, 'diameter', 0.15, 'thickness', 0.015)
[ret]=SM.PropFrame.SDShape.SetPipe('2C3F', '', 'caña
Guadua', '', -0.075, 0.15, 'diameter', 0.15, 'thickness', 0.015)
[ret]=SM.PropFrame.SDShape.SetPipe('2C3F', '', 'caña
Guadua', '', 0.075, 0, 'diameter', 0.15, 'thickness', 0.015)
[ret]=SM.PropFrame.SDShape.SetPipe('2C3F', '', 'caña
Guadua', '', -0.075, 0, 'diameter', 0.15, 'thickness', 0.015)

```

```

[ret]=SM.PropFrame.SDShape.SetPipe('2C3F', '', 'caña
Guadua', '', -0.075, -
0.15, 'diameter', 0.15, 'thickness', 0.015)
[ret]=SM.PropFrame.SDShape.SetPipe('2C3F', '', 'caña
Guadua', '', 0.075, -0.15, 'diameter', 0.15, 'thickness', 0.015)

%ingreso de secciones%
[ret]=SM.PropFrame.SetCircle('Caña 7cm', 'Caña
Guadua', 0.07);
[ret]=SM.PropFrame.SetCircle('Caña 10cm', 'Caña
Guadua', 0.10);
[ret]=SM.PropFrame.SetCircle('Caña 12cm', 'Caña
Guadua', 0.12);
[ret]=SM.PropFrame.SetCircle('Caña 14cm', 'Caña
Guadua', 0.14);
[ret]=SM.PropFrame.SetCircle('Viga', 'Caña Guadua', 0.15);
[ret]=SM.PropFrame.SetCircle('Columna', 'Caña
Guadua', 0.16);
%Autoselect%
MyName={'Caña 7cm', 'Caña 10cm', 'Caña 12cm', 'Caña
14cm', 'Caña 15cm', 'Caña 16cm'};
ret = SM.PropFrame.SetAutoSelectSteel('Columna_1', 6,
MyName);
%se crea un grupo
ret = SM.GroupDef.SetGroup('Columna_1');
ret = SM.GroupDef.SetGroup('vig1_1');
ret = SM.GroupDef.SetGroup('Correa_1');
ret = SM.GroupDef.SetGroup('viga_cubierta');
ret = SM.GroupDef.SetGroup('Viga_a');
ret = SM.GroupDef.SetGroup('Arriostra');
%Agregar elementos al grupo y Sección

```

```

Vigueta={'73','74','75','76','77','78','79','80','81','82',
', '83','84','85','86','87','88','89','90','91','92','93',
', '94','95','96','97','98','99','100','101','102','103','10
4','105','106','127','128','129','130','131','132'}
Correa={'107','110','113','118','121','124','108','109','
111','112','114','115','116','117','122','123'}
viga_carga={'43','45','48','37','39','40','42','46','47'}
Columna_all=
{'1','2','3','4','5','6','7','8','9','10','11','12','13',
', '14','15','16','17','18','19','20','21','22','23','24','2
5','26','27','28','134','136','137','175','247','248','24
9','252'};
Arriostramiento=
{'133','135','138','139','140','141','142','143','144','1
45','146','147','148','149','150','151','152','153','154'
, '155','156','157','158','159','160','161','162','163','1
64','165','166','167','172','173','174','176','177','178'
, '179','180','181','184','185','183','186','187','188','1
89','190','191','192','193','194','195','196','197','198'
, '199','200','201','202','203','204','205','206','207','2
08','210','211','212','215','216','218','125','213','214'
, '217','219','220','221','222','223','224','225','226','2
41','242','245','246','250','251','253','254'}
Vigas_all={'43','45','48','37','39','40','42','46','47','
29','30','31','32','33','34','35','36','38','41','44','49
', '50','53','54','57','58','61','62','65','66','67','68',
', '69','70','71','72','126','182'};
for i=1:length(Columna_all)
    x=string(Columna_all(i));
    [ret]=SM.FrameObj.SetGroupAssign(x,'Columna_1');
    [ret]=SM.FrameObj.SetSection(x,'2C3F');

```

```
end
```

```
for i=1:length(Vigas_all)
    vi_ga=string(Vigas_all(i));
    [ret]=SM.FrameObj.SetGroupAssign(vi_ga,'Viga_a');
    [ret]=SM.FrameObj.SetSection(vi_ga,'2C-CM-2F');
```

```
end
```

```
for i=1:length(viga_carga)
    vit=string(viga_carga(i))

[ret]=SM.FrameObj.SetGroupAssign(vit,'viga_cubierta');
    [ret]=SM.FrameObj.SetSection(vit,'2C-CM-2F');
```

```
end
```

```
for i=1:length(Vigueta)
    VI=string(Vigueta(i))
    [ret]=SM.FrameObj.SetGroupAssign(VI,'vigt_1');
    [ret]=SM.FrameObj.SetSection(VI,'1C2F');
```

```
end
```

```
for i=1:length(Correa)
    CO_35=string(Correa(i))
    [ret]=SM.FrameObj.SetGroupAssign(CO_35,'Correa_1');
    [ret]=SM.FrameObj.SetSection(CO_35,'1C2F');
```

```
end
```

```
for i=1:length(Arriostramiento)
    arris=string(Arriostramiento(i))
    [ret]=SM.FrameObj.SetGroupAssign(arris,'Arriostra');
```

```

[ret]=SM.FrameObj.SetSection(arris,'1C2F');
end

%% Definición de restricciones

%Definición de toda la base
%Restringir todos los puntos que se encuentren en el
mismo plano que un
%punto
Linea_0={'1','4','7','10','13','16','19','22','25','28','
31','34','129','130','131','132','145','128','127','144',
'149','147'}

Value= [true,true,true,true,true,true];
for i=1:length(Linea_0)
    lin_res=string(Linea_0(i));
    ret = SM.PointObj.SetRestraint(lin_res,Value);
    ret = SM.SelectObj.ClearSelection;
end

%% Agregar carga a vigas, losas y cubierta
%% Cargas
CV_vigueta1=203.943*0.4 %kgf/m

CM_vigueta1=24.47; %kgf/m
CV_vigas_cubierta=29.57; %kgf/m
%Cargas en cubierta
CMc_2_7=59.14; %kgf/m

ret =
SM.LoadPatterns.Add('LIVE',SM.eLoadPatternType.Live);

```

```

ret =
SM.LoadPatterns.Add('DEAD',SM.eLoadPatternType.Dead);

%assign object frame uniform loads

ret =
SM.FrameObj.SetLoadDistributed('vig_t_1','DEAD',1,10,0,1,CM_vigueta1,CM_vigueta1,'Itemtype',SM.eItemType.Group);
ret =
SM.FrameObj.SetLoadDistributed('vig_t_1','LIVE',1,10,0,1,CV_vigueta1,CV_vigueta1,'Itemtype',SM.eItemType.Group);

[ret]=SM.FrameObj.SetLoadDistributed('Correa_1','LIVE',1,10,0,1,CMc_2_7,CMc_2_7,'Itemtype',SM.eItemType.Group);
ret =
SM.FrameObj.SetLoadDistributed('viga_cubierta','LIVE',1,10,0,1,CV_vigas_cubierta,CV_vigas_cubierta,'Itemtype',SM.eItemType.Group);
%liberar los momentos

Start_Value1=[0 0 0 0 0 0];
End_Value1=[0 0 0 0 0 0];

ii=[false,false,false,false,false,true];
jj=[false,false,false,false,false,true];

iil=[false,false,false,false,true,true];
jjl=[false,false,false,false,true,true];

ret =
SM.FrameObj.SetReleases('vig_t_1',ii,jj,Start_Value1,End_Value1,'Itemtype',SM.eItemType.Group);

```

```
ret =  
SM.FrameObj.SetReleases('Correa_1',ii,jj,Start_Value1,End  
_Value1,'Itemtype',SM.eItemType.Group);  
ret =  
SM.FrameObj.SetReleases('Viga_a',ii1,jj1,Start_Value1,End  
_Value1,'Itemtype',SM.eItemType.Group);  
ret =  
SM.FrameObj.SetReleases('Columna_1',ii1,jj1,Start_Value1,  
End_Value1,'Itemtype',SM.eItemType.Group);  
ret =  
SM.FrameObj.SetReleases('Arriostra',ii1,jj1,Start_Value1,  
End_Value1,'Itemtype',SM.eItemType.Group);
```

```
%liberar a compresión
```

```
ret = SM.FrameObj.SetTCLimits('Arriostra', false, 0,  
true, 0,'Itemtype',SM.eItemType.Group);
```

```
%% Creación del Load case de Response Spectrum
```

```
%Quitar el candado
```

```
ret = SM.SetModelIsLocked(false)
```

```
%Agrega load pattern para dirección XX y YY
```

```
ret =
```

```
SM.LoadCases.ResponseSpectrum.SetCase('SPECTRUMXX');
```

```
%set constant damping
```

```
ret =
SM.LoadCases.ResponseSpectrum.SetDampConstant('SPECTRUMXX
', 0.05);

%set eccentricity ratio
ret =
SM.LoadCases.ResponseSpectrum.SetEccentricity('SPECTRUMXX
', 0.05);
ret =
SM.LoadCases.ResponseSpectrum.SetCase('SPECTRUMYY');

%set constant damping

ret =
SM.LoadCases.ResponseSpectrum.SetDampConstant('SPECTRUMYY
', 0.05);

%set eccentricity ratio

ret =
SM.LoadCases.ResponseSpectrum.SetEccentricity('SPECTRUMYY
', 0.05);

%% Creación del Espectro por user define

fexcel = 'ESPECTRO DE DISEÑO.xlsx'; % archivo Excel de
datos

columnB = xlsread(fexcel, 'B:B')
columnA = xlsread(fexcel, 'A:A')

NumberItems =length(columnA);
```

```
DampRatio=0.05;
[ret]=SM.Func.FuncRS.SetUser('Pastaza1',NumberItems,columnA,columnB,DampRatio);

%% Asignación del user define al load cases Spectrum

% En la dirección XX y YY
MyLoadName= {'U1'};
MyLoadName1= {'U2'};
MyFunc={'Pastaza1'};
MySF=[9.81];
MySF1=[9.81*0.3];
MyCSys= {'Global'};
MyAng=[0];
%x
ret =
SM.LoadCases.ResponseSpectrum.SetLoads('SPECTRUMXX', 1,
MyLoadName,MyFunc, MySF, MyCSys, MyAng);
ret =
SM.LoadCases.ResponseSpectrum.SetLoads('SPECTRUMXX', 1,
MyLoadName1,MyFunc, MySF1, MyCSys, MyAng);
%y
ret =
SM.LoadCases.ResponseSpectrum.SetLoads('SPECTRUMYY', 1,
MyLoadName1,MyFunc, MySF, MyCSys, MyAng);
ret =
SM.LoadCases.ResponseSpectrum.SetLoads('SPECTRUMYY', 1,
MyLoadName,MyFunc, MySF1, MyCSys, MyAng);
```

```

%%#####
%% ANALISIS LINEAL %%
%%#####

%% Definición de la masa sísmica de 100%CM +25%CV
LoadPat={'DEAD','LIVE'};
SF=[1,0.25];
ret = SM.SourceMass.SetMassSource('MyMassSource', false,
true, true, true, 2, LoadPat, SF);
%ret = SM.SourceMass.SetMassSource('MSSSRC1', false,
true, true, true, 2, LoadPat, SF);
%% Creación del load pattern
%Quitar el candado
ret = SM.SetModelIsLocked(false)
%Agrega load pattern para dirección XX y YY
ret =
SM.LoadPatterns.Add('EQXX',SM.eLoadPatternType.Quake);
ret =
SM.LoadPatterns.Add('EQYY',SM.eLoadPatternType.Quake);

%% Combinación de carga
ret = SM.RespCombo.Add('D', 0);
ret = SM.RespCombo.SetCaseList('D',
SM.eCNameType.LoadCase, 'DEAD', 1);
ret = SM.RespCombo.Add('D+L', 0);
ret = SM.RespCombo.SetCaseList('D+L',
SM.eCNameType.LoadCase, 'DEAD', 1);
ret = SM.RespCombo.SetCaseList('D+L',
SM.eCNameType.LoadCase, 'LIVE', 1);
ret = SM.RespCombo.Add('D+0.75L+0.525Ex', 0);

```

```
ret = SM.RespCombo.SetCaseList('D+0.75L+0.525Ex',
SM.eCNameType.LoadCase, 'DEAD', 1);
ret = SM.RespCombo.SetCaseList('D+0.75L+0.525Ex',
SM.eCNameType.LoadCase, 'LIVE', 0.75);
ret = SM.RespCombo.SetCaseList('D+0.75L+0.525Ex',
SM.eCNameType.LoadCase, 'EQXX', 0.525);
ret = SM.RespCombo.Add('D+0.75L-0.525Ex', 0);
ret = SM.RespCombo.SetCaseList('D+0.75L-0.525Ex',
SM.eCNameType.LoadCase, 'DEAD', 1);
ret = SM.RespCombo.SetCaseList('D+0.75L-0.525Ex',
SM.eCNameType.LoadCase, 'LIVE', 0.75);
ret = SM.RespCombo.SetCaseList('D+0.75L-0.525Ex',
SM.eCNameType.LoadCase, 'EQXX', -0.525);
ret = SM.RespCombo.Add('D+0.75L-0.525Ey', 0);
ret = SM.RespCombo.SetCaseList('D+0.75L-0.525Ey',
SM.eCNameType.LoadCase, 'DEAD', 1);
ret = SM.RespCombo.SetCaseList('D+0.75L-0.525Ey',
SM.eCNameType.LoadCase, 'LIVE', 0.75);
ret = SM.RespCombo.SetCaseList('D+0.75L-0.525Ey',
SM.eCNameType.LoadCase, 'EQYY', -0.525);
ret = SM.RespCombo.Add('D+0.75L+0.525Ey', 0);
ret = SM.RespCombo.SetCaseList('D+0.75L+0.525Ey',
SM.eCNameType.LoadCase, 'DEAD', 1);
ret = SM.RespCombo.SetCaseList('D+0.75L+0.525Ey',
SM.eCNameType.LoadCase, 'LIVE', 0.75);
ret = SM.RespCombo.SetCaseList('D+0.75L+0.525Ey',
SM.eCNameType.LoadCase, 'EQYY', 0.525);
ret = SM.RespCombo.Add('D+0.7Ey', 0);
ret = SM.RespCombo.SetCaseList('D+0.7Ey',
SM.eCNameType.LoadCase, 'DEAD', 1);
```

```
ret = SM.RespCombo.SetCaseList('D+0.7Ey',
SM.eCNameType.LoadCase, 'EQYY', 0.7);
ret = SM.RespCombo.Add('D+0.7Ex', 0);
ret = SM.RespCombo.SetCaseList('D+0.7Ex',
SM.eCNameType.LoadCase, 'DEAD', 1);
ret = SM.RespCombo.SetCaseList('D+0.7Ex',
SM.eCNameType.LoadCase, 'EQXX', 0.7);
ret = SM.RespCombo.Add('D-0.7Ey', 0);
ret = SM.RespCombo.SetCaseList('D-0.7Ey',
SM.eCNameType.LoadCase, 'DEAD', 1);
ret = SM.RespCombo.SetCaseList('D-0.7Ey',
SM.eCNameType.LoadCase, 'EQYY', -0.7);
ret = SM.RespCombo.Add('D-0.7Ex', 0);
ret = SM.RespCombo.SetCaseList('D-0.7Ex',
SM.eCNameType.LoadCase, 'DEAD', 1);
ret = SM.RespCombo.SetCaseList('D-0.7Ex',
SM.eCNameType.LoadCase, 'EQXX', -0.7);
ret = SM.RespCombo.Add('D+0.75L+0.525SPECTRUMXX', 0);
ret = SM.RespCombo.SetCaseList('D+0.75L+0.525SPECTRUMXX',
SM.eCNameType.LoadCase, 'DEAD', 1);
ret = SM.RespCombo.SetCaseList('D+0.75L+0.525SPECTRUMXX',
SM.eCNameType.LoadCase, 'LIVE', 0.75);
ret = SM.RespCombo.SetCaseList('D+0.75L+0.525SPECTRUMXX',
SM.eCNameType.LoadCase, 'SPECTRUMXX', 0.525);
ret = SM.RespCombo.Add('D+0.75L-0.525SPECTRUMXX', 0);
ret = SM.RespCombo.SetCaseList('D+0.75L-0.525SPECTRUMXX',
SM.eCNameType.LoadCase, 'DEAD', 1);
ret = SM.RespCombo.SetCaseList('D+0.75L-0.525SPECTRUMXX',
SM.eCNameType.LoadCase, 'LIVE', 0.75);
ret = SM.RespCombo.SetCaseList('D+0.75L-0.525SPECTRUMXX',
SM.eCNameType.LoadCase, 'SPECTRUMXX', -0.525);
```

```
ret = SM.RespCombo.Add('D+0.75L-0.525SPECTRUMYY', 0);
ret = SM.RespCombo.SetCaseList('D+0.75L-0.525SPECTRUMYY',
SM.eCNameType.LoadCase, 'DEAD', 1);
ret = SM.RespCombo.SetCaseList('D+0.75L-0.525SPECTRUMYY',
SM.eCNameType.LoadCase, 'LIVE', 0.75);
ret = SM.RespCombo.SetCaseList('D+0.75L-0.525SPECTRUMYY',
SM.eCNameType.LoadCase, 'SPECTRUMYY', -0.525);
ret = SM.RespCombo.Add('D+0.75L+0.525SPECTRUMYY', 0);
ret = SM.RespCombo.SetCaseList('D+0.75L+0.525SPECTRUMYY',
SM.eCNameType.LoadCase, 'DEAD', 1);
ret = SM.RespCombo.SetCaseList('D+0.75L+0.525SPECTRUMYY',
SM.eCNameType.LoadCase, 'LIVE', 0.75);
ret = SM.RespCombo.SetCaseList('D+0.75L+0.525SPECTRUMYY',
SM.eCNameType.LoadCase, 'SPECTRUMYY', 0.525);
ret = SM.RespCombo.Add('D+0.7SPECTRUMYY', 0);
ret = SM.RespCombo.SetCaseList('D+0.7SPECTRUMYY',
SM.eCNameType.LoadCase, 'DEAD', 1);
ret = SM.RespCombo.SetCaseList('D+0.7SPECTRUMYY',
SM.eCNameType.LoadCase, 'SPECTRUMYY', 0.7);
ret = SM.RespCombo.Add('D+0.7SPECTRUMXX', 0);
ret = SM.RespCombo.SetCaseList('D+0.7SPECTRUMXX',
SM.eCNameType.LoadCase, 'DEAD', 1);
ret = SM.RespCombo.SetCaseList('D+0.7SPECTRUMXX',
SM.eCNameType.LoadCase, 'SPECTRUMXX', 0.7);
ret = SM.RespCombo.Add('D-0.7SPECTRUMYY', 0);
ret = SM.RespCombo.SetCaseList('D-0.7SPECTRUMYY',
SM.eCNameType.LoadCase, 'DEAD', 1);
ret = SM.RespCombo.SetCaseList('D-0.7SPECTRUMYY',
SM.eCNameType.LoadCase, 'SPECTRUMYY', -0.7);
ret = SM.RespCombo.Add('D-0.7SPECTRUMXX', 0);
```

```
ret = SM.RespCombo.SetCaseList('D-0.7SPECTRUMXX',  
SM.eCNameType.LoadCase, 'DEAD', 1);  
ret = SM.RespCombo.SetCaseList('D-0.7SPECTRUMXX',  
SM.eCNameType.LoadCase, 'SPECTRUMXX', -0.7);  
ret = SM.RespCombo.Add('ENVOLVENTE', 0);  
ret = SM.RespCombo.SetCaseList('ENVOLVENTE',  
SM.eCNameType.LoadCombo, 'D', 1);  
ret = SM.RespCombo.SetCaseList('ENVOLVENTE',  
SM.eCNameType.LoadCombo, 'D+L', 1);  
ret = SM.RespCombo.SetCaseList('ENVOLVENTE',  
SM.eCNameType.LoadCombo, 'D+0.75L+0.525Ex', 1);  
ret = SM.RespCombo.SetCaseList('ENVOLVENTE',  
SM.eCNameType.LoadCombo, 'D+0.75L-0.525Ex', 1);  
ret = SM.RespCombo.SetCaseList('ENVOLVENTE',  
SM.eCNameType.LoadCombo, 'D+0.75L+0.525Ey', 1);  
ret = SM.RespCombo.SetCaseList('ENVOLVENTE',  
SM.eCNameType.LoadCombo, 'D+0.75L-0.525Ey', 1);  
ret = SM.RespCombo.SetCaseList('ENVOLVENTE',  
SM.eCNameType.LoadCombo, 'D+0.7Ey', 1);  
ret = SM.RespCombo.SetCaseList('ENVOLVENTE',  
SM.eCNameType.LoadCombo, 'D-0.7Ey', 1);  
ret = SM.RespCombo.SetCaseList('ENVOLVENTE',  
SM.eCNameType.LoadCombo, 'D+0.7Ex', 1);  
ret = SM.RespCombo.SetCaseList('ENVOLVENTE',  
SM.eCNameType.LoadCombo, 'D-0.7Ex', 1);  
ret = SM.RespCombo.SetCaseList('ENVOLVENTE',  
SM.eCNameType.LoadCombo, 'D+0.75L+0.525SPECTRUMXX', 1);  
ret = SM.RespCombo.SetCaseList('ENVOLVENTE',  
SM.eCNameType.LoadCombo, 'D+0.75L-0.525SPECTRUMXX', 1);  
ret = SM.RespCombo.SetCaseList('ENVOLVENTE',  
SM.eCNameType.LoadCombo, 'D+0.75L+0.525Ey', 1);
```

```

ret = SM.RespCombo.SetCaseList('ENVOLVENTE',
SM.eCNameType.LoadCombo, 'D+0.75L-0.525Ey',1);
ret = SM.RespCombo.SetCaseList('ENVOLVENTE',
SM.eCNameType.LoadCombo, 'D+0.7SPECTRUMYY', 1);
ret = SM.RespCombo.SetCaseList('ENVOLVENTE',
SM.eCNameType.LoadCombo, 'D-0.7SPECTRUMYY',1);
ret = SM.RespCombo.SetCaseList('ENVOLVENTE',
SM.eCNameType.LoadCombo, 'D+0.7SPECTRUMXX', 1);
ret = SM.RespCombo.SetCaseList('ENVOLVENTE',
SM.eCNameType.LoadCombo, 'D-0.7SPECTRUMXX',1);

%% %% NO LINEAL TIEMPO HISTORIA

% No linear time history
%add nonlinear direct history load case
%ret = SM.LoadCases.DirHistNonlinear.SetCase('LCASE1');

%set time step data
%ret =
SM.LoadCases.DirHistNonlinear.SetTimeStep('LCASE1', 6000,
0.02);
%ret =
SM.LoadCases.DirHistNonlinear.SetGeometricNonlinearity('L
CASE1', 0);
%[ret]=SM.LoadCases.DirHistNonlinear.SetMassSource('LCASE
1','MyMassSource');

% iterative only [Mejor dejarlo por defecto
%add user TH function
%fexcel_4= 'Sismo en Ecuador 2016.xlsx'; % archivo Excel
de datos

```

```
%direc=fullfile(pwd,fexcel_4);
%ret = SM.Func.FuncTH.SetUser('TH-1',
fexcel_4,0,0,1,1,true,'DT',0.02);

% Caso inicial
%ret = SM.LoadCases.StaticNonlinear.SetCase('GRAV');
%set load data
%MyLoadType{1} = 'Load';
%MyLoadName{1} = 'DEAD';
%MySF(1) = 1;
%MyLoadType{2} = 'Load';
%MyLoadName{2} = 'LIVE';
%MySF(2) = 0.25;
%ret = SM.LoadCases.StaticNonlinear.SetLoads('GRAV', 2,
MyLoadType, MyLoadName,MySF);

%set initial condition
%ret =
SM.LoadCases.DirHistNonlinear.SetInitialCase('LCASE1',
'GRAV');

%set load data
%MyLoadType={'Accel'};
%MyLoadName={'U1'};
%MyFunc={'TH-1'};
%MySF=[9.81];
%MyTF=[1];
%MyAT=[0];
%MyCSys={'Global'};
%MyAng=[0];
```

```
%ret = SM.LoadCases.DirHistNonlinear.SetLoads('LCASE1',  
1, MyLoadType, MyLoadName,...;MyFunc, MySF, MyTF, MyAT,  
MyCSys, MyAng);  
  
%% %% Correr análisis  
%Guardar antes de correr  
ret=SM.File.Save('FileName','D:\PHYTON SAP2000\No  
lineal');  
% Correr modelo  
ret = SM.Analyze.RunAnalysis;  
  
%% Modificar número de modos  
ret = SM.LoadCases.ModalEigen.SetNumberModes('MODAL', 12,  
12);  
  
%% Correr análisis  
%Guardar antes de correr  
ret=SM.File.Save('FileName','C:\Users\ricar\Desktop\Matla  
b\Codigo_integradora\SAP_CODIGO_CRRER');  
% Correr modelo  
ret = SM.Analyze.RunAnalysis;  
%% Creación del análisis lineal estático en la dirección  
XX  
  
% Parámetros sísmicos  
I=1;  
phip=1;  
phie=1;  
R=2;
```

```

Z=0.30; %Zona sísmica
%Tipo de suelo E
Fa=1.39; Fd=1.70; Fs=1.70;
n=2.6;
%?= 1.80 : Provincias de la Costa ( excepto Esmeraldas),
%?= 2.48 : Provincias de la Sierra, Esmeraldas y
Galápagos
%?= 2.60 : Provincias del Oriente
r=1.5;

%r = 1 para todos los suelos, con excepción del suelo
tipo E
%r = 1.5 para tipo de suelo E.Pag. 34
%Parámetros calculados
To=0.1*Fs*(Fd/Fa); %To=0.304
Tc=0.55*Fs*(Fd/Fa); %Tc= 1.672
h2=6
T1=0.0488*h2^0.75; %T1=0.187

%% Calcular periodo fundamental en la dirección XX
ret =
SM.Results.Setup.DeselectAllCasesAndCombosForOutput;
ret = SM.Results.Setup.SetCaseSelectedForOutput('MODAL');
[ret,NumberResults,LoadCase,StepType,StepNum,Period,Ux,Uy
,Uz,SumUx,SumUy,SumUz,Rx,Ry,Rz,SumRx,SumRy,SumRz]=SM.Results.ModalParticipatingMassRatios();

for i = 1:1:NumberResults
    if Ux(i) == max(Ux)
        Nmodox=i
        Masax=Ux(i)
    end
end

```

```

        Tx=Period(i)
    end
end
%Cálculo del C
if Tx < Tc;
    Sa=n*Z*Fa;
else
    Sa=n*Z*Fa*(Tc/Tx)^r
end

% Cálculo del factor: Base shear Coefficient Cest
Cest=I*Sa/(R*phip*phie);

%Saco el candado
ret=SM.SetModelIsLocked(false)

%Agrego al load pattern creado el user coefficient para
análisis estati
ret=SM.LoadPatterns.AutoSeismic.SetUserCoefficient('EQXX'
, 1, 0.05, false, 0, 0, Cest, 1);

%% Calcular periodo fundamental en la dirección YY
%Corre el modelo
ret = SM.Analyze.RunAnalysis;
ret =
SM.Results.Setup.DeselectAllCasesAndCombosForOutput;
ret = SM.Results.Setup.SetCaseSelectedForOutput('MODAL');
[ret,NumberResults,LoadCase,StepType,StepNum,Period,Ux,Uy
,Uz,SumUx,SumUy,SumUz,Rx,Ry,Rz,SumRx,SumRy,SumRz]=SM.Resu
lts.ModalParticipatingMassRatios();

```

```

for i = 1:1:NumberResults
    if Uy(i) == max(Uy)
        Nmodoy=i
        Masay=Uy(i)
        Ty=Period(i)
    end
end
end
% Cálculo del C

if Ty<Tc
    Say=n*Z*Fa
else
    Say=n*Z*Fa*(Tc/Ty)^r
end

% Cálculo del factor: Base shear Coefficient Cest
Cesty=I*Say/(R*phip*phie);

%Saco el candado
ret = SM.SetModelIsLocked(false)

ret =
SM.LoadPatterns.AutoSeismic.SetUserCoefficient('EQYY', 2,
0.05, false,0, 0, Cesty, 1);

%% Extracción de resultados en XX y YY

%Corre el modelo

```

```

ret = SM.Analyze.RunAnalysis;
%clear all case and combo output selections
ret =
SM.Results.Setup.DeselectAllCasesAndCombosForOutput;
%set case and combo output selections
ret =
SM.Results.Setup.SetCaseSelectedForOutput('SPECTRUMXX');
%get base reactions
[ret,NumberResults,LoadCase,StepType,StepNum,Fx,Fy,Fz,Mx,
My,Mz,gx,gy,gz]=SM.Results.BaseReact();

```

```
BaseShearXX=Fx;
```

```
"La cortante para un análisis lineal estático en XX es
de"+ " " + BaseShearXX
```

```

%clear all case and combo output selections
ret =
SM.Results.Setup.DeselectAllCasesAndCombosForOutput;
%set case and combo output selections
ret =
SM.Results.Setup.SetCaseSelectedForOutput('SPECTRUMYY');
%get base reactions
[ret,NumberResults,LoadCase,StepType,StepNum,Fx,Fy,Fz,Mx,
My,Mz,gx,gy,gz]=SM.Results.BaseReact();

```

```
BaseShearYY=Fy;
```

```
"La cortante para un análisis lineal estático en YY es
de"+ " " + BaseShearYY
```

```

%% Cálculo de la cortante en un punto

[ret, NumberResults, Obj, Elm, LoadCase, StepType, StepNum, F1, F
2, F3, M1, M2, M3]=...;
SM.Results.JointReact('46', SM.eItemTypeElm.Element);

%% Fuerzas internas en vigas y columnas

%clear all case and combo output selections
ret =
SM.Results.Setup.DeselectAllCasesAndCombosForOutput;
%set case and combo output selections
ret =
SM.Results.Setup.SetCaseSelectedForOutput('SPECTRUMXX');
%get frame forces for line object '1'
[ret, NumberResults, Obj, ObjSta, Elm, ElmSta, LoadCase, StepTyp
e, StepNum, P, V2, V3, T, M2, M3]=
SM.Results.FrameForce('1', SM.eItemTypeElm.ObjectElm);

f_column=P;

"Fuerza maxima en la columna más critica es de"+ " " +
f_column

%clear all case and combo output selections
ret =
SM.Results.Setup.DeselectAllCasesAndCombosForOutput;
%set case and combo output selections
ret =
SM.Results.Setup.SetCaseSelectedForOutput('SPECTRUMXX');

```

```
%get frame forces for line object '1'
[ret,NumberResults,Obj,ObjSta,Elm,ElmSta,LoadCase,StepType,
StepNum,P,V2,V3,T,M2,M3]=SM.Results.FrameForce('91',SM.
eItemTypeElm.ObjectElm);
```

```
f_viga=V2;
```

```
"Fuerza maxima en la viga mas critica es de"+ " " +
f_viga
```

```
%% Desplazamientos máximos y de puntos
```

```
% DESPLAZAMIENTO MAXIMO EN XX
```

```
%clear all case and combo output selections
```

```
ret =
```

```
SM.Results.Setup.DeselectAllCasesAndCombosForOutput;
```

```
%set case and combo output selections
```

```
ret =
```

```
SM.Results.Setup.SetCaseSelectedForOutput('SPECTRUMXX');
```

```
[ret,NumberResults,Obj,Elm,LoadCase,StepType,StepNum,U1,U
2,U3,R1,R2,R3]=...;
```

```
SM.Results.JointDispl('ALL',SM.eItemTypeElm.GroupElm);
```

```
DesplazXXMax=max(U1);
```

```
"El desplazamiento máximo para un análisis lineal
dinámico en XX es de"+ " " + DesplazXXMax
```

```
%Deriva máxima inelastica
```

```
DesplazXXMax*0.75*R/h2*100;
```

```
% DESPLAZAMIENTO MAXIMO EN YY
```

```
%clear all case and combo output selections
```

```
ret =
SM.Results.Setup.DeselectAllCasesAndCombosForOutput;
%set case and combo output selections
ret =
SM.Results.Setup.SetCaseSelectedForOutput('SPECTRUMYY');

[ret,NumberResults,Obj,Elm,LoadCase,StepType,StepNum,U1,U
2,U3,R1,R2,R3]=
SM.Results.JointDispl('ALL',SM.eItemTypeElm.GroupElm);
DesplazYYMax=max(U2);
"El desplazamiento máximo para un análisis lineal
dinámico en YY es de"+ " " + DesplazYYMax
%Deriva máxima inelastica
DesplazYYMax*0.75*R/h2*100;
```

ANEXO C: ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE RUBROS**ÍTEM 01****Rubro: EXCAVACIÓN DEL TERRENO (INCLUYE DESALOJO)**

DESCRIPCIÓN. - Consiste en realizar la excavación del terreno, incluyendo el transporte, desecho, colocación, manipuleo, humedecer y compactar el material necesario a removerse dentro de las zonas de corte, teniendo en consideración que deberá ser colocado en un botadero cercano. Se recomienda dejar una capa de acarreo para futuras zonas de relleno que requieran esta disposición.

UNIDAD DE MEDIDA: metro cúbico (m³).

MATERIALES MÍNIMOS: Ninguno.

EQUIPO NECESARIO: Retroexcavadora, volqueta o herramientas menores.

MANO DE OBRA MÍNIMA CALIFICADA: Categoría I, II.

PROCEDIMIENTO. – Los materiales deberán ser acumulados en un botadero municipal o común del sector y los que no sean utilizados deberán tener su respectivo desalojo. Se deberá contar con equipos de movilización y aptos para la carga. Deberán tener por lo mínimo una lona de cubierta para evitar derrames.

MEDICIÓN Y PAGO. – Se debe realizar la medición en sitio y se debe verificar en base a los planos aprobados para la construcción. Se realizará el pago por metro cúbico m³, con una aproximación de dos decimales; además, deberá tener esponjamiento del 10 al 45%.

ÍTEM 02**Rubro: LIMPIEZA DEL TERRENO**

DESCRIPCIÓN. - Se requiere realizar la limpieza del terreno como paso inicial antes de emprender cualquier proyecto. Esto implica la eliminación de todos los materiales, tanto orgánicos como inorgánicos, para prevenir efectos secundarios cuando se utilicen los materiales de construcción. Además, es esencial mantener el nivel freático del terreno de manera adecuada.

UNIDAD DE MEDIDA: metro cuadrado (m²).

MATERIALES MÍNIMOS: Ninguno.

EQUIPO NECESARIO: Retroexcavadora, volqueta.

MANO DE OBRA MÍNIMA CALIFICADA: Maestro de obra (Estr.Oc C1), Peón (Estr.Oc E2), Operador de retroexcavadora (Estr.Oc C1), Chofer de volqueta (Estr.Oc C1).

PROCEDIMIENTO. – Se procederá con el corte, desenraizamiento y retirada de arbustos, hierbas y cualquier otra vegetación o material presente en el área definida para la intervención. Con el fin de evitar la acumulación de material retirado, se llevará a cabo un transporte simultáneo hacia el lugar designado para su desalojo. Todo el material retirado deberá ser desplazado hasta los sitios autorizados por la entidad reguladora correspondiente.

MEDICIÓN Y FORMA DE PAGO. – Se deberá realizar la medición del terreno en un área limpia y se cuantificará el valor por metro cuadrado (m²).

ÍTEM 03**Rubro: NIVELACIÓN DE TERRENO**

DESCRIPCIÓN. - Se realizará a cabo un corte en la superficie del terreno hasta alcanzar la elevación necesaria para el riego y compactación del material de afirmado. Esto implica gestionar las aguas pluviales que puedan influir en el desarrollo de la actividad.

UNIDAD DE MEDIDA: metro cuadrado (m²).

MATERIALES MÍNIMOS: Ninguno.

EQUIPO NECESARIO: Retroexcavadora, Nivel topográfico.

MANO DE OBRA MÍNIMA CALIFICADA: Operador de retroexcavadora (Estr.Oc C1), Topógrafo (Estr.Oc C1), Cadenero o Peón (Cat-E2).

PROCEDIMIENTO. – Previo al inicio de la nivelación, es necesario que todas las zonas de trabajo estén claramente señalizadas, y se deben implementar las actividades de control sugeridas en la evaluación del panorama de riesgos de la obra, Tales como: Realizar la nivelación utilizando métodos manuales, almacenar el material necesario para la obra, asegurándose de no contaminarlo, llevar a cabo el transporte y almacenamiento provisional del material excedente.

MEDICIÓN Y FORMA DE PAGO. – Se deberá cuantificar dentro del análisis del contratista el precio de las labores de protección de áreas contiguas, el manejo y control de material particulado y se cuantificará el valor por metro cuadrado (m²).

ÍTEM 04**Rubro: REPLANTEO Y TRAZADO DE TERRENO**

DESCRIPCIÓN. - Esta labor comprenderá la marcación y reubicación del terreno, la verificación de longitudes y niveles tomados de los planos arquitectónicos, siguiendo las instrucciones y directrices proporcionadas por la Fiscalización en el lugar donde se llevará a cabo el proyecto. Este proceso antecede a la fase de construcción, conforme a las actuales Especificaciones y en concordancia con los alineamientos indicados en los planos o establecidos por el Fiscalizador.

UNIDAD DE MEDIDA: metro cuadrado (m²).

MATERIALES MÍNIMOS: Piolas, tiras, clavos y estacas.

EQUIPO NECESARIO: Equipo de topografía.

MANO DE OBRA MÍNIMA CALIFICADA: Topógrafo (Estr.Oc C1), Cadenero (Estr.Oc D2), Peón (Estr.Oc E2).

PROCEDIMIENTO. – Este procedimiento busca establecer puntos de referencia estables para los ejes, los cuales se mantendrán inalterados durante todo el proceso constructivo. Las actividades de marcación y reubicación se llevarán a cabo en las zonas a construir, utilizando estacas de madera y cuerdas. Posteriormente, se determinará con precisión la ubicación exacta para llevar a cabo rellenos y excavaciones, según las coordenadas y elevaciones del proyecto

detalladas en los planos, así como los lineamientos establecidos y supervisados por la Fiscalización.

MEDICIÓN Y FORMA DE PAGO PAGO. – Los montos correspondientes a este concepto se calcularán en metros cuadrados (m²), tomando en cuenta las labores efectivamente realizadas según lo especificado en los planos y aprobadas por la Fiscalización. La compensación se llevará a cabo según la tarifa unitaria establecida en la tabla de cantidades y precios estipulada en el contrato.

ÍTEM 05

Rubro: HORMIGÓN SIMPLE PARA REPLANTILLO F'C=14MPa

DESCRIPCIÓN. - Este proceso implica proporcionar, colocar, finalizar y curar el concreto para el relleno de las zapatas y/o plintos, de acuerdo con las indicaciones detalladas en estas especificaciones y en consonancia con los requisitos establecidos en los documentos contractuales y las directrices del Fiscalizador.

UNIDAD: Metro cúbico (m³)

MATERIALES: Cemento, Arena, Piedra $\frac{3}{4}$, Agua

EQUIPOS: Herramientas menores, Concretera de un saco

MANO DE OBRA: Maestro de obra (Estr.Oc C1), Albañil (Estr.Oc D2), Peón (Estr.Oc E2)

PROCEDIMIENTO. - El concreto destinado a las estructuras estará compuesto por cemento, agregado fino, agregado grueso, aditivos (si fueran necesarios) y agua. Estos elementos se mezclarán según las proporciones específicas o aprobadas, siguiendo las directrices establecidas en esta sección ($f'c = 14$ MPa) y en el Capítulo 800 de las Especificaciones Generales para la construcción de caminos y puentes del MOP-001-F-2002. La clase de concreto a emplear en una estructura específica será señalada en los planos o en disposiciones

particulares, y deberá cumplir con los requisitos establecidos en la Sección 801 de las Especificaciones Generales para la construcción de caminos y puentes del MOP-001-F-2002.

MEDICIÓN Y FORMA DE PAGO. – La medición será de acuerdo con la cantidad real empleada en el sitio y el pago será evaluado por metro cúbico (m³).

ÍTEM 06

Rubro: ENCONFRADO Y DESENCOFRADO DE PLINTOS

DESCRIPCIÓN. - El término encofrado se refiere a las estructuras volumétricas creadas para dar la forma final al concreto. Estas estructuras deben ser capaces de soportar de manera segura todas las cargas verticales, esfuerzos horizontales, así como el vertido y la vibración del hormigón. El objetivo es adaptar el concreto a la forma prevista y lograr una estructura que cumpla con la resistencia, función, formas, líneas y dimensiones especificadas en los planos y detalles del proyecto (En este caso zapatas).

UNIDAD: Metro cuadrado (m²)

MATERIALES: tableros de madera, tiras de madera, duela cepillada y machihembrada, clavos, alambre galvanizado, pernos, tol.

EQUIPOS: Andamios y sierra eléctrica.

MANO DE OBRA: Categorías I, III y V.

PROCEDIMIENTO. - El constructor asumirá la responsabilidad de la estabilidad y resistencia de los encofrados, así como de su sistema de arriostramiento y apuntalamiento. En ningún caso será eximido de la responsabilidad por los resultados obtenidos al utilizar los planos de encofrados aprobados por la fiscalización. Se llevará a cabo una revisión detallada de los planos. Antes de diseñar y ejecutar los encofrados, se realizará una revisión que considerará la Guía de práctica INEN-GP 16: Guía práctica para el diseño y construcción de encofrados

MEDICIÓN Y FORMA DE PAGO. – Se calculará la superficie del encofrado en contacto con la cimentación y su respectiva evaluación se realizará por metro cuadrado "M2". El precio incluye todos los sistemas requeridos de fijación, apuntalamiento y soporte para asegurar la realización y estabilidad del encofrado.

ÍTEM 07

Rubro: ACERO DE REFUERZO FY=420MPa

DESCRIPCIÓN. – Acero de refuerzo destinado para el armado de plintos longitudinal y transversales.

UNIDAD: Kilogramo (kg)

MATERIALES: Acero de refuerzo fy=420MPa y alambre galvanizado.

EQUIPOS: Herramientas de albañería.

MANO DE OBRA: Maestro mayor Cat-C1, albañil D2 y peón E2.

PROCEDIMIENTO. – Las zapatas (Plintos) una vez encofradas deberán poseer su respectivo armado longitudinal y transversal acorde a los diseños del plano, además de tener sus respectivos alambres de amarre. Antes de realizar la fundición se deberá verificar que cumpla con los requisitos técnicos especificados en planos (fiscalizador revisa que cumpla).

MEDICIÓN Y FORMA DE PAGO. – Se realizará una evaluación en base a los kg de acero utilizados.

ÍTEM 08

Rubro: HORMIGÓN DE F'C=21MPa

DESCRIPCIÓN. – Mezcla de hormigón (Cemento, agua y arena) para fundición de zapatas (Plintos)

UNIDAD: Metro cúbico (m³)

MATERIALES: Cemento, agua y arena.

EQUIPOS: Mixer y herramientas de albañería.

MANO DE OBRA: albañil D2 y peón E2.

PROCEDIMIENTO. – Una vez se haya colocado el replantillo en sitio, el armado del acero de refuerzo y las tablas para encofrado, se deberá verificar recibir la mezcla que cumpla con una resistencia de $f'c=21\text{MPa}$ para ser fundida finalmente sobre los plintos, haciendo uso también de un vibrador para evitar dejar huecos de aire.

MEDICIÓN Y FORMA DE PAGO. – Se realizará una evaluación en base a los m³ realizados.

ÍTEM 09

Rubro: SOBRECIMIENTO

DESCRIPCIÓN. - Secuencia de mampostería confinada de 30 cm de altura, dispuesta sobre la viga de cimentación.

UNIDAD: Metro cuadrado (m²)

MATERIALES: Cemento, agregado fino, agua, bloques de cemento de 20x10x40 cm y acero de refuerzo.

EQUIPOS: Herramientas de albañería.

MANO DE OBRA: albañil D2 y peón E2.

PROCEDIMIENTO. - El sobrecimiento, elevado a una altura de 40 cm desde el nivel del terreno, estará compuesto por una capa de 30 cm de mampostería confinada, constituida por bloques de cemento. Sobre esta mampostería, se colocará una viga de hormigón armado que servirá como elemento de amarre. Será necesario asegurarlo de manera adecuada a la cimentación mediante varillas de refuerzo de 10 mm, las cuales se fijarán mediante tuercas y

arandelas en la solera inferior del muro y se anclarán a la base de la viga de cimentación. Estas varillas se dispondrán a una distancia de 1 metro entre sí.

MEDICIÓN Y FORMA DE PAGO. – Se realizará una evaluación en base a los m² realizados.

ÍTEM 10

Rubro: VARILLAS PARA ANCLAJE DE CAÑA DE GUADUA.

DESCRIPCIÓN. – Se realiza la colocación de varillas para el anclaje de las columnas de la vivienda con caña de guadua.

UNIDAD: kilogramos (kg)

MATERIALES: Acero con un $f_y = 420$ MPa.

EQUIPOS: Herramientas de albañería.

MANO DE OBRA: Peón E2 y maestro de fierro.

PROCEDIMIENTO. - Después de completar el proceso de fundición de los pedestales para las columnas, se instalarán los dispositivos de anclaje para los culmos de guadua. Estos anclajes consistirán en varillas de acero de 10 o 12 mm de diámetro con un gancho. Dichos anclajes deberán apoyarse a una distancia de 30 mm por debajo del nudo de la caña. Además, se requiere cubrir la parte superior del pedestal con una lámina de neopreno.

MEDICIÓN Y FORMA DE PAGO. – Se realizará una evaluación en base a los kg realizados.

ÍTEM 11

Rubro: COLUMNAS CAÑA DE GUADUA (6 CAÑAS DEXT=15CM)

DESCRIPCIÓN. – Cañas de guadua a ser utilizadas como elementos estructurales de la vivienda, con un diámetro exterior de 15 cm.

UNIDAD: metro lineal (m)

MATERIALES: Caña de guadua (GaK).

EQUIPOS: Herramientas de albañería.

MANO DE OBRA: Peón E2 y albañil D2.

PROCEDIMIENTO. - Las columnas estarán compuestas por 6 culmos de guadúa, cada uno con una altura de 2 metros, debidamente unidos mediante pernos y arandelas a alturas específicas.

MEDICIÓN Y FORMA DE PAGO. – Se realizará una evaluación en base a los metros lineales realizados.

ÍTEM 12

Rubro: CONEXIONES PERNO – ARANDELA

DESCRIPCIÓN. – Tipo de unión a utilizar para la elaboración de conexiones entre los elementos estructurales de caña de guadua.

UNIDAD: unidad (u)

MATERIALES: Caña de guadua (GaK), pernos y arandelas.

EQUIPOS: Herramientas de albañería.

MANO DE OBRA: Peón E2 y albañil D2.

PROCEDIMIENTO. - En el caso de columnas formadas por 2 o más piezas, es necesario conectarlas entre sí mediante pernos y arandelas, manteniendo un espaciamiento que no supere 1/3 de la altura total de la columna.

MEDICIÓN Y FORMA DE PAGO. – Se realizará una evaluación en base a las unidades de conexiones realizados.

ÍTEM 13

Rubro: VIGAS CAÑA DE GUADUA (5 CAÑAS DEXT=15CM)

DESCRIPCIÓN. – Cañas de guadua a ser utilizadas como elementos estructurales de la vivienda, con un diámetro exterior de 15 cm.

UNIDAD: metro lineal (m)

MATERIALES: Caña de guadua (GaK).

EQUIPOS: Herramientas de albañería

MANO DE OBRA: Peón E2 y albañil D2.

PROCEDIMIENTO. - Las vigas principales estarán compuestas por 5 culmos de guadúa y las secundarias (viguetas) por # culmos, cada uno dispuesto en una configuración de 2 filas y 3 columnas (principales) y las viguetas se encontrarán separadas 40 cm entre ellas, apoyadas sobre las vigas principales según los planos estructurales.

MEDICIÓN Y FORMA DE PAGO. – Se realizará una evaluación en base a los metros lineales realizados.

ÍTEM 14

Rubro: UNIONES VIGA – COLUMNA

DESCRIPCIÓN. – Tipo de unión a utilizar para la elaboración de conexiones entre los elementos estructurales de caña de guadua viga y columna.

UNIDAD: unidad (u)

MATERIALES: Caña de guadua (GaK), pernos y arandelas.

EQUIPOS: Herramientas de albañería.

MANO DE OBRA: Peón E2 y albañil D2.

PROCEDIMIENTO. - La unión entre las vigas principales y las columnas se llevará a cabo de acuerdo con las especificaciones detalladas en el plano estructural, utilizando varillas roscadas de 1 pulgada.

MEDICIÓN Y FORMA DE PAGO. – Se realizará una evaluación en base a las unidades de conexiones realizados.

ÍTEM 15

Rubro: PAREDES DE LATILLA DE GUADUA

DESCRIPCIÓN. – Latillas de caña de Guadua que sirven como material de acabado de paredes para viviendas.

UNIDAD: metro cuadrado (m²)

MATERIALES: Tiras de latilla de caña de Guadua.

EQUIPOS: Herramientas de albañería.

MANO DE OBRA: Carpintero y Peón E2.

PROCEDIMIENTO. – Por medio de un maestro carpintero se colocarán sobre toda las áreas laterales tiras de caña de guadua que funcionaran como paredes para la vivienda y no tendrán aporte estructural.

MEDICIÓN Y FORMA DE PAGO. – Se realizará una evaluación en base a los metros cuadrados de latilla instalados.

ÍTEM 16

Rubro: ENTREPISO DE MADERA

DESCRIPCIÓN. – Tablas instaladas sobre las viguetas que sirven como entrepiso del suelo.

UNIDAD: metro cuadrado (m²)

MATERIALES: Tablas, clavos de 1 ½ “, Cuartones de 4x4.

EQUIPOS: Herramientas de albañería.

MANO DE OBRA: Carpintero y Peón E1.

PROCEDIMIENTO. - Tableros de madera contrachapada clavados directamente a las viguetas por medio de clavos de 1 1/2 pulgada cada 100 mm.

MEDICIÓN Y FORMA DE PAGO. – Se realizará una evaluación en base a los metros cuadrados de tableros instalados.

ÍTEM 17

Rubro: CORREAS Y VIGUETAS DE GUADUA (2 CAÑAS DEXT=15CM)

DESCRIPCIÓN. – Cañas de guadua a ser utilizadas como elementos estructurales como correas entre columnas y vigas de cubierta, con un diámetro exterior de 15 cm.

UNIDAD: metro lineal (m)

MATERIALES: Caña de guadua (GaK).

EQUIPOS: Herramientas de albañería.

MANO DE OBRA: Peón E2 y albañil D2.

PROCEDIMIENTO. – Sobre las vigas y columnas de cubierta, se realizará la instalación de las correas que ayuden a soportar la carga de cubierta, para esto se hará uso de 1 caña de guadua por cada correa en la cubierta según indica el plano.

MEDICIÓN Y FORMA DE PAGO. – Se realizará una evaluación en base a los metros lineales instalados.

ÍTEM 18

Rubro: CUBIERTA

DESCRIPCIÓN. – Cubierta apoyada sobre las correas.

UNIDAD: unidad (u)

MATERIALES: Planchas de Galvalum.

EQUIPOS: Herramientas de albañería.

MANO DE OBRA: Albañil D2 y Peón E1.

PROCEDIMIENTO. - El techo será a dos aguas y su armazón estará formado por correas previamente instaladas, las cuales descansarán directamente sobre las vigas de cubierta de la segunda planta. Estos componentes serán construidos con “especificar”. La unión entre correas se realizará mediante pernos y relleno de mortero. Sobre esta estructura se instalará la cubierta.

MEDICIÓN Y FORMA DE PAGO. – Se realizará una evaluación en base a la unidad de la totalidad de cubierta instalada.

ÍTEM 19

Rubro: TUMBADO

DESCRIPCIÓN. – Instalación y enlucida de tumbado por debajo de la cubierta a nivel de vigas.

UNIDAD: metro cuadrado (m²)

MATERIALES: Alambre galvanizado No. 18, Plancha de Gypsum Yeso Cartón regular 4’x8’x1/2”, Perfil primario 15/8”x12”x0,70mm, Perfil secundario 2 ½”x12”, Látex Supremo Int/Ext, Aditec Empaste interior, Clavo de acero negro, Ángulo perimetral galvanizado, Tornillos BH para plancha, Fulminantes y clavo, Tornillos LH para estructura, Cinta para junta de papel y Masilla Romeral 30kg.

EQUIPOS: Herramientas de albañería.

MANO DE OBRA: Pintor E1, Peón E1, Instalador de revestimiento D2 y Maestro de Obra C2.

PROCEDIMIENTO. – Se deberá empezar a colocar el tumbado a nivel de las vigas de cubierta del techo en la planta alta, se necesita cortar y ensamblar la estructura, en este caso de madera. Posteriormente, se deberá hacer uso de sierras para realizar cortes adecuados. Se

deberá nivelar correctamente las planchas de forma que estas queden correctamente instalados y alineadas.

MEDICIÓN Y FORMA DE PAGO. – Se realizará una evaluación en base los metros cuadrados de totalidad de tumbado instalada.

ANEXO D: PRESUPUESTO Y APU

	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANT.	Precio Unitario	Precio Total
Ítem	OBRAS PRELIMINARES				
01	Excavación del terreno (incluye desalojo)	M3	36,5	\$ 41,68	\$ 1.521,15
02	Limpieza del terreno natural	M2	66,3	\$ 1,08	\$ 71,41
03	Nivelación del terreno	M2	66,3	\$ 3,78	\$ 250,71
04	Replanteo y trazado del terreno	M2	66,3	\$ 1,27	\$ 84,53
	<i>Total obras preliminares</i>				\$ 1.927,79
	CIMENTACIÓN				
05	Hormigón simple para replantillo f'c=14 Mpa	M3	7,3	\$ 84,56	\$ 617,31
06	Encofrado y desencofrado de plintos	M2	75,42	\$ 13,74	\$ 1.036,27
07	Acero de refuerzo fy=420 Mpa (Incluye transversal, longitudinal, suministro, habilitado, armado, ganchos, traslapes, etc)	KG	350,1	\$ 4,14	\$ 1.449,63
08	Hormigón de f'c=21 Mpa	M3	13,84	\$ 118,65	\$ 1.642,15
09	Sobrecimiento	M2	27	\$ 13,88	\$ 374,80
	<i>Total cimentación</i>				\$ 5.120,17
	ESTRUCTURA				
10	Varillas para anclaje de columnas	KG	22,21	\$ 1,90	\$ 42,30
11	Columnas de guadua (6 cañas Dext=15cm)	ML	125	\$ 11,29	\$ 1.411,31
12	Conexión perno y arandela	U	128	\$ 3,08	\$ 393,87
13	Vigas de guadua (5 cañas Dext=15cm)	ML	115	\$ 10,18	\$ 1.171,26
14	Conexión viga - columna	U	45	\$ 2,18	\$ 97,93
15	Paredes de latilla de guadua	M2	357,83	\$ 8,40	\$ 3.005,99
16	Entrepiso de madera	M2	56,25	\$ 10,84	\$ 609,94
17	Correas y viguetas de guadua (2 cañas Dext=15 cm)	ML	225	\$ 4,17	\$ 937,17
	<i>Total estructura</i>				\$ 7.669,77
	CUBIERTA				
18	Cubierta de galvanium	M2	68,81	\$ 7,94	\$ 546,52
19	Tumbado	M2	66,34	\$ 16,91	\$ 1.121,94
	<i>Total cubierta</i>				\$ 1.668,46
TOTAL					\$ 16.386,19
TOTAL/M2					\$ 123,50

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
ITÉM:	01				
DETALLE:	Excavación del terreno (Incluye desalojo)			UNIDAD:	M3
EQUIPOS					
Descripcion	Cantidad	Tarifa	Costo dia	Rendimiento	Costo
	A	B	AxB	R	D=C*R
Volqueta	1,00	30,00	30,00	0,067	2,00
Retroexcavadora	1,00	36,37	36,37	0,067	2,42
SUBTOTAL M					4,42
MANO DE OBRA					
Descripcion	Cantidad	Jornal/hr	Costo hora	Rendimiento	Costo
	A	B	AxB	R	D=C*R
Operador retroexcavadora	1,00	4,33	4,33	0,067	0,29
Chofer de volqueta	1,00	5,95	5,95	0,067	0,40
Peón Cat-E2	2,00	3,83	7,66	0,067	0,51
SUBTOTAL N					1,20
MATERIALES					
Descripcion	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Costo	
		A	B	AxB	
SUBTOTAL O					0,00
TRANSPORTE					
Descripcion	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Costo	
		A	B	AxB	
Transporte materiales	global	1,0000	30,00	30,00	
SUBTOTAL P					30,00
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					35,62
INDIRECTOS Y UTILIDAD %				17,00%	6,06
OTROS INDIRECTOS %					
COSTO TOTAL DEL RUBRO					41,68
VALOR OFERTADO					41,68

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
ITÉM:	02					
DETALLE:	Limpieza del terreno natural			UNIDAD:	,M2	
EQUIPOS						
Descripcion	Cantidad	Tarifa	Costo dia	Rendimiento	Costo	
	A	B	AxB	R	D=C*R	
Herramientas manuales (5% M.O.)	1,00	5% DE MANO DE OBRA			0,00	
SUBTOTAL M					0,00	
MANO DE OBRA						
Descripcion	Cantidad	Jornal/hr	Costo hora	Rendimiento	Costo	
	A	B	AxB	R	D=C*R	
Operador retroexcavadora	1,00	3,60	3,60	0,130	0,47	
SUBTOTAL N					0,47	
MATERIALES						
Descripcion	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Costo		
		A	B	AxB		
MACHETE	UND	0,1000	4,50000	0,45		
SUBTOTAL O					0,45	
TRANSPORTE						
Descripcion	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Costo		
		A	B	AxB		
SUBTOTAL P					0,00	
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					0,92	
INDIRECTOS Y UTILIDAD %				17,00%	0,16	
OTROS INDIRECTOS %						
COSTO TOTAL DEL RUBRO					1,08	
VALOR OFERTADO					1,08	

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
ITÉM:	03				
DETALLE:	Limpieza del terreno natural			UNIDAD:	M2
EQUIPOS					
Descripcion	Cantidad	Tarifa	Costo dia	Rendimiento	Costo
	A	B	AxB	R	D=C*R
Volqueta	1,00	12,00	12,00	0,050	0,60
Retroexcavadora	1,00	36,37	36,37	0,050	1,82
Herramienta menor 5% M.O					0,04
SUBTOTAL M					2,42
MANO DE OBRA					
Descripcion	Cantidad	Jornal/hr	Costo hora	Rendimiento	Costo
	A	B	AxB	R	D=C*R
Operador de excavadora	1,00	4,33	4,33	0,050	0,22
Topógrafo (En Construcción - Estr.C	1,00	4,29	4,29	0,050	0,21
Cadenero	1,00	3,87	3,87	0,050	0,19
Peón Cat-E2	1,00	3,83	3,83	0,050	0,19
SUBTOTAL N					0,81
MATERIALES					
Descripcion	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Costo	
		A	B	AxB	
SUBTOTAL O					0,00
TRANSPORTE					
Descripcion	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Costo	
		A	B	AxB	
SUBTOTAL P					0,00
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					3,23
INDIRECTOS Y UTILIDAD %				17,00%	0,55
OTROS INDIRECTOS %					
COSTO TOTAL DEL RUBRO					3,78
VALOR OFERTADO					3,78

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
ITÉM:	04					
DETALLE:	Replanteo y trazado del terreno			UNIDAD:	M2	
EQUIPOS						
Descripcion	Cantidad	Tarifa	Costo dia	Rendimiento	Costo	
	A	B	AxB	R	D=C*R	
Herramienta menor 5% M.O	5% DE MANO DE OBRA					
SUBTOTAL M					0,00	
MANO DE OBRA						
Descripcion	Cantidad	Jornal/hr	Costo hora	Rendimiento	Costo	
	A	B	AxB	R	D=C*R	
Peón Cat-E2	2,00	3,62	7,24	0,100	0,72	
Albañil Cat-D2	1,00	3,65	3,65	0,100	0,37	
SUBTOTAL N					1,09	
MATERIALES						
Descripcion		Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Costo	
			A	B	AxB	
SUBTOTAL O					0,00	
TRANSPORTE						
Descripcion		Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Costo	
			A	B	AxB	
SUBTOTAL P					0,00	
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					1,09	
INDIRECTOS Y UTILIDAD %				17,00%	0,19	
OTROS INDIRECTOS %						
COSTO TOTAL DEL RUBRO					1,27	
VALOR OFERTADO					1,27	

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
ITÉM:	05					
DETALLE:	Hormigón simple para replantillo $f'c=14$ Mpa				UNIDAD:	M3
EQUIPOS						
Descripcion	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo hora	Rendimiento	Costo
		A	B	AxB	R	D=C*R
Herramienta menor 5% M.O	hora	5% DE MANO DE OBRA				0,20
Concretera 1 saco	hora	1,00	1,20	1,20	0,167	0,20
SUBTOTAL M						0,40
MANO DE OBRA						
Descripcion		Cantidad	Jornal/hr	Costo hora	Rendimiento	Costo
		A	B	AxB	R	D=C*R
Peón Cat-E2	Hora	4,00	3,83	15,32	0,167	2,55
Albañil Cat-D2	Hora	1,00	3,87	3,87	0,167	0,65
Maestro mayor Cat-C1	Hora	1,00	4,29	4,29	0,167	0,72
0	0	1,00	0,00	0,00	0,167	0,00
SUBTOTAL N						3,92
MATERIALES						
Descripcion		Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Costo	
			A	B	AxB	
Agua		m3	1	0,85	0,85	
Ripio		m3	1	12,50	12,50	
Agua		m3	1	0,85	0,85	
Cemento fuerte tipo GU Saco 50 kg/cm2		saco	7	7,68	53,76	
SUBTOTAL O						67,96
TRANSPORTE						
Descripcion		Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Costo	
			A	B	AxB	
SUBTOTAL P						0,00
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)						72,28
INDIRECTOS Y UTILIDAD %					17,00%	12,29
OTROS INDIRECTOS %						
COSTO TOTAL DEL RUBRO						84,56
VALOR OFERTADO						84,56

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
ITÉM:	06					
DETALLE:	Encofrado y desencofrado de plintos				UNIDAD:	M2
EQUIPOS						
Descripcion	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo hora	Rendimiento	Costo
		A	B	AxB	R	D=C*R
Herramienta menor 5% M.O	hora	5% DE MANO DE OBRA				0,20
0		0	0,00	0,00		0,00
0		0	0,00	0,00		0,00
SUBTOTAL M						0,20
MANO DE OBRA						
Descripcion		Cantidad	Jornal/hr	Costo hora	Rendimiento	Costo
		A	B	AxB	R	D=C*R
Maestro mayor Cat-C1	Hora	1,00	4,29	4,29	0,200	0,86
Carpintero Cat-D2	Hora	2,00	3,87	7,74	0,200	1,55
Peón Cat-E2	Hora	2,00	3,83	7,66	0,200	1,53
0			0,00	0,00		0,00
SUBTOTAL N						3,94
MATERIALES						
Descripcion		Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Costo	
			A	B	AxB	
Tiras 2.5*2.5*250 cm		u	0,50	0,38	0,19	
Clavos		kg	0,10	2,13	0,21	
Tabla dura de encofrado de 0.30 m		u	1,20	6,00	7,20	
0			0	0,00	0,00	
SUBTOTAL O						7,60
TRANSPORTE						
Descripcion		Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Costo	
			A	B	AxB	
SUBTOTAL P						0,00
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)						11,74
INDIRECTOS Y UTILIDAD %					17,00%	2,00
OTROS INDIRECTOS %						
COSTO TOTAL DEL RUBRO						13,74
VALOR OFERTADO						13,74

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
ITÉM:	07					
DETALLE:	fy=420 Mpa (Incluye transversal, logitudinal, suministro, habilitado, armado, gancho)				UNIDAD:	KG
EQUIPOS						
Descripcion	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo hora	Rendimiento	Costo
		A	B	AxB	R	D=C*R
Herramienta menor 5% M.O	hora	5% DE MANO DE OBRA				0,10
Cortadora/dobladora de hierro	hora	1,00	0,51	0,51	0,125	0,06
SUBTOTAL M						0,16
MANO DE OBRA						
Descripcion	Unidad	Cantidad	Jornal/hr	Costo hora	Rendimiento	Costo
		A	B	AxB	R	D=C*R
Peón Cat-E2	Hora	2,00	3,83	7,66	0,125	0,96
Fierrero Cat-D2	Hora	1,00	3,87	3,87	0,125	0,48
Maestro mayor Cat-C1	Hora	1,00	4,29	4,29	0,125	0,54
0	0		0,00	0,00		0,00
SUBTOTAL N						1,98
MATERIALES						
Descripcion	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Costo		
		A	B	AxB		
Alambre galvanizado N° 18	kg	0,05	2,40	0,12		
Acero de refuerzo fy= 4200 kg/cm2	Kg	1	1,28	1,28		
0	0		0,00	0,00		
0	0		0,00	0,00		
SUBTOTAL O						1,40
TRANSPORTE						
Descripcion	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Costo		
		A	B	AxB		
SUBTOTAL P						0,00
				TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)		3,54
				INDIRECTOS Y UTILIDAD %	17,00%	0,60
				OTROS INDIRECTOS %		
				COSTO TOTAL DEL RUBRO		4,14
				VALOR OFERTADO		4,14

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
ITÉM:	08					
DETALLE:	fy=420 Mpa (Incluye transversal, logitudinal, suministro, habilitado, armado, gancho)				UNIDAD:	M3
EQUIPOS						
Descripcion	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo hora	Rendimiento	Costo
		A	B	AxB	R	D=C*R
Herramienta menor 5% M.O	hora	5% DE MANO DE OBRA				0,49
Vibrador a gasoliona	hora	1,00	3,85	3,85	0,500	1,93
Concretera 1 saco	hora	1,00	1,20	1,20	0,500	0,60
SUBTOTAL M						3,02
MANO DE OBRA						
Descripcion		Cantidad	Jornal/hr	Costo hora	Rendimiento	Costo
		A	B	AxB	R	D=C*R
Maestro mayor Cat-C1	Hora	1,00	4,29	4,29	0,500	2,15
Albañil Cat-D2	Hora	2,00	3,87	7,74	0,500	3,87
Peón Cat-E2	Hora	2,00	3,83	7,66	0,500	3,83
0	0		0,00	0,00		0,00
SUBTOTAL N						9,85
MATERIALES						
Descripcion		Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Costo	
			A	B	AxB	
Cemento fuerte tipo GU Saco 50 kg/cm2		saco	8	7,68	61,44	
Agua		m3	1	0,85	0,85	
Arena gruesa		m3	1	13,75	13,75	
Ripio		m3	1	12,50	12,50	
SUBTOTAL O						88,54
TRANSPORTE						
Descripcion		Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Costo	
			A	B	AxB	
SUBTOTAL P						0,00
					TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	101,41
					INDIRECTOS Y UTILIDAD %	17,00%
					OTROS INDIRECTOS %	
					COSTO TOTAL DEL RUBRO	118,65
					VALOR OFERTADO	118,65

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
ITÉM:	09					
DETALLE:	Sobrecimiento				UNIDAD:	M2
EQUIPOS						
Descripcion	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo hora	Rendimiento	Costo
		A	B	AxB	R	D=C*R
Herramienta menor 5% M.O	hora	5% DE MANO DE OBRA				0,13
		1,00	4,48	4,48	0,620	2,78
SUBTOTAL M						2,91
MANO DE OBRA						
Descripcion		Cantidad	Jornal/hr	Costo hora	Rendimiento	Costo
		A	B	AxB	R	D=C*R
Albañil Cat-D2	Hora	1,00	4,04	4,04	0,140	0,57
Peón Cat-E2	Hora	1,00	3,65	3,65	0,140	0,51
0	0		0,00	0,00		0,00
0	0		0,00	0,00		0,00
SUBTOTAL N						1,08
MATERIALES						
Descripcion		Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Costo	
			A	B	AxB	
Cemento fuerte tipo GU Saco 50 kg/cm2		kg	9,60	0,15	1,44	
Agua		m3	4,80	0,01	0,05	
Arena fina		m3	0,03	18,00	0,54	
Bloque		und.	13,00	0,45	5,85	
SUBTOTAL O						7,88
TRANSPORTE						
Descripcion		Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Costo	
			A	B	AxB	
SUBTOTAL P						0,00
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)						11,86
INDIRECTOS Y UTILIDAD %					17,00%	2,02
OTROS INDIRECTOS %						
COSTO TOTAL DEL RUBRO						13,88
VALOR OFERTADO						13,88

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
ITÉM:	10					
DETALLE:	Varillas para anclaje de columnas fy=420MPa				UNIDAD:	KG
EQUIPOS						
Descripcion	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo hora	Rendimiento	Costo
		A	B	AxB	R	D=C*R
Herramienta menor 5% M.O	hora	5% DE MANO DE OBRA				0,13
SUBTOTAL M						0,13
MANO DE OBRA						
Descripcion		Cantidad	Jornal/hr	Costo hora	Rendimiento	Costo
		A	B	AxB	R	D=C*R
Fierrero	Hora	1,00	3,66	3,66	0,020	0,07
Peón Cat-E2	Hora	2,00	3,62	7,24	0,020	0,14
0	0		0,00	0,00		0,00
0	0		0,00	0,00		0,00
SUBTOTAL N						0,22
MATERIALES						
Descripcion		Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Costo	
			A	B	AxB	
Acero de refuerzo Fy=42MPa		kg	1,00	1,28	1,28	
						0,00
						0,00
						0,00
SUBTOTAL O						1,28
TRANSPORTE						
Descripcion		Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Costo	
			A	B	AxB	
SUBTOTAL P						0,00
					TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	1,63
					INDIRECTOS Y UTILIDAD %	17,00%
					OTROS INDIRECTOS %	
					COSTO TOTAL DEL RUBRO	1,90
					VALOR OFERTADO	1,90

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
ITÉM:	11					
DETALLE:	Columnas de guadua (6 cañas Dext=15cm)				UNIDAD:	ML
EQUIPOS						
Descripcion	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo hora	Rendimiento	Costo
		A	B	AxB	R	D=C*R
Herramienta menor 5% M.O	hora	5% DE MANO DE OBRA				0,13
SUBTOTAL M						0,13
MANO DE OBRA						
Descripcion		Cantidad	Jornal/hr	Costo hora	Rendimiento	Costo
		A	B	AxB	R	D=C*R
Albañil Cat-D2	Hora	1,00	3,65	3,66	0,200	0,73
Peón Cat-E2	Hora	1,00	4,04	4,04	0,200	0,81
0	0		0,00	0,00		0,00
0	0		0,00	0,00		0,00
SUBTOTAL N						1,54
MATERIALES						
Descripcion		Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Costo	
			A	B	AxB	
Caña de guadua para construcción		und.	6,00	1,33	7,98	
						0,00
						0,00
SUBTOTAL O						7,98
TRANSPORTE						
Descripcion		Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Costo	
			A	B	AxB	
SUBTOTAL P						0,00
					TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	9,65
					INDIRECTOS Y UTILIDAD %	17,00%
					OTROS INDIRECTOS %	
					COSTO TOTAL DEL RUBRO	11,29
					VALOR OFERTADO	11,29

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
ITÉM:	12					
DETALLE:	Conexión perno y arandela				UNIDAD:	UND
EQUIPOS						
Descripcion	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo hora	Rendimiento	Costo
		A	B	AxB	R	D=C*R
Herramienta menor 5% M.O	hora	5% DE MANO DE OBRA				0,13
SUBTOTAL M						0,13
MANO DE OBRA						
Descripcion		Cantidad	Jornal/hr	Costo hora	Rendimiento	Costo
		A	B	AxB	R	D=C*R
Albañil Cat-D2	Hora	1,00	3,65	3,66	0,200	0,73
Peón Cat-E2	Hora	1,00	4,04	4,04	0,200	0,81
0	0		0,00	0,00		0,00
0	0		0,00	0,00		0,00
SUBTOTAL N						1,54
MATERIALES						
Descripcion		Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Costo	
			A	B	AxB	
Perno/Arandela		und.	1,00	0,96	0,96	
						0,00
						0,00
SUBTOTAL O						0,96
TRANSPORTE						
Descripcion		Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Costo	
			A	B	AxB	
SUBTOTAL P						0,00
					TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	2,63
					INDIRECTOS Y UTILIDAD %	17,00%
					OTROS INDIRECTOS %	
					COSTO TOTAL DEL RUBRO	3,08
					VALOR OFERTADO	3,08

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
ITÉM:	13					
DETALLE:	Vigas de guadua (5 cañas Dext=15cm)				UNIDAD:	ML
EQUIPOS						
Descripcion	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo hora	Rendimiento	Costo
		A	B	AxB	R	D=C*R
Herramienta menor 5% M.O	hora	5% DE MANO DE OBRA				0,13
SUBTOTAL M						0,13
MANO DE OBRA						
Descripcion	Unidad	Cantidad	Jornal/hr	Costo hora	Rendimiento	Costo
		A	B	AxB	R	D=C*R
Albañil Cat-D2	Hora	1,00	3,65	3,66	0,250	0,92
Peón Cat-E2	Hora	1,00	4,04	4,04	0,250	1,01
0	0		0,00	0,00		0,00
0	0		0,00	0,00		0,00
SUBTOTAL N						1,93
MATERIALES						
Descripcion	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Costo		
		A	B	AxB		
Caña de guadua para construcción	und.	5,00	1,33	6,65		
SUBTOTAL O						6,65
TRANSPORTE						
Descripcion	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Costo		
		A	B	AxB		
SUBTOTAL P						0,00
				TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)		8,71
				INDIRECTOS Y UTILIDAD %	17,00%	1,48
				OTROS INDIRECTOS %		
				COSTO TOTAL DEL RUBRO		10,18
				VALOR OFERTADO		10,18

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
ITÉM:	14					
DETALLE:	Conexión viga - columna				UNIDAD:	UND
EQUIPOS						
Descripcion	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo hora	Rendimiento	Costo
		A	B	AxB	R	D=C*R
Herramienta menor 5% M.O	hora	5% DE MANO DE OBRA				0,13
SUBTOTAL M						0,13
MANO DE OBRA						
Descripcion		Cantidad	Jornal/hr	Costo hora	Rendimiento	Costo
		A	B	AxB	R	D=C*R
Albañil Cat-D2	Hora	1,00	3,65	3,66	0,100	0,37
Peón Cat-E2	Hora	1,00	4,04	4,04	0,100	0,40
0	0		0,00	0,00		0,00
0	0		0,00	0,00		0,00
SUBTOTAL N						0,77
MATERIALES						
Descripcion		Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Costo	
			A	B	AxB	
Perno/Arandela		und.	1,00	0,96	0,96	
SUBTOTAL O						0,96
TRANSPORTE						
Descripcion		Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Costo	
			A	B	AxB	
SUBTOTAL P						0,00
					TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	1,86
					INDIRECTOS Y UTILIDAD %	17,00%
					OTROS INDIRECTOS %	
					COSTO TOTAL DEL RUBRO	2,18
					VALOR OFERTADO	2,18

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS							
ITÉM:	15						
DETALLE:	Paredes de latilla de guadua				UNIDAD:	m2	
EQUIPOS							
Descripcion	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo hora	Rendimiento	Costo	
		A	B	AxB	R	D=C*R	
Herramienta menor 5% M.O	hora	5% DE MANO DE OBRA				0,13	
					SUBTOTAL M	0,13	
MANO DE OBRA							
Descripcion		Cantidad	Jornal/hr	Costo hora	Rendimiento	Costo	
		A	B	AxB	R	D=C*R	
Carpintero	Hora	1,00	3,62	3,62	0,500	1,81	
Peón Cat-E2	Hora	2,00	4,04	8,08	0,500	4,04	
0	0		0,00	0,00		0,00	
0	0		0,00	0,00		0,00	
					SUBTOTAL N	5,85	
MATERIALES							
Descripcion		Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Costo		
			A	B	AxB		
Tiras de latilla de caña de guadua		m2	1,00	1,20	1,20		
					SUBTOTAL O	1,20	
TRANSPORTE							
Descripcion		Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Costo		
			A	B	AxB		
					SUBTOTAL P	0,00	
					TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	7,18	
					INDIRECTOS Y UTILIDAD %	17,00%	
					OTROS INDIRECTOS %		
					COSTO TOTAL DEL RUBRO	8,40	
					VALOR OFERTADO	8,40	

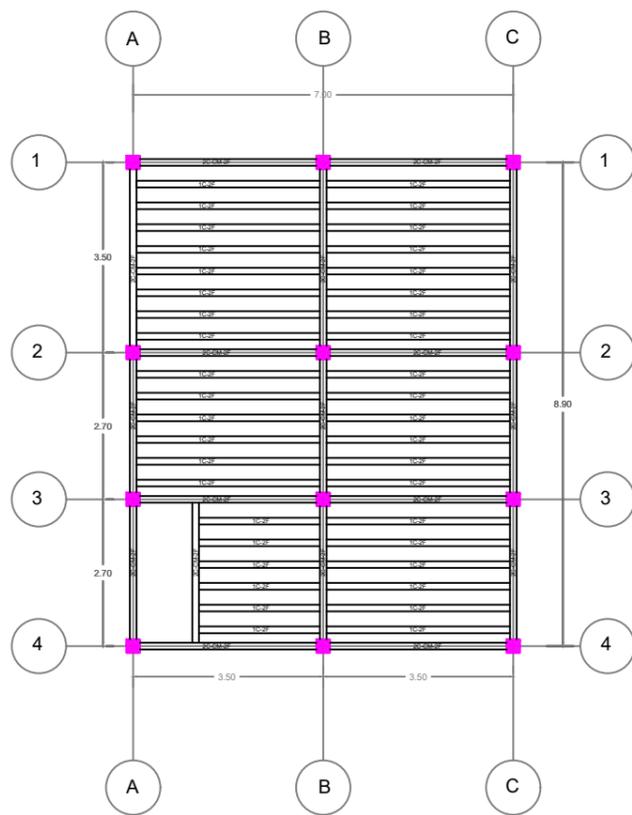
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS							
ITÉM:	16						
DETALLE:	Entrepiso de madera					UNIDAD:	m2
EQUIPOS							
Descripcion	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo hora	Rendimiento	Costo	
		A	B	AxB	R	D=C*R	
Herramienta menor 5% M.O	hora	5% DE MANO DE OBRA				0,13	
SUBTOTAL M						0,13	
MANO DE OBRA							
Descripcion	Unidad	Cantidad	Jornal/hr	Costo hora	Rendimiento	Costo	
		A	B	AxB	R	D=C*R	
Carpintero	Hora	1,00	3,62	3,62	0,580	2,10	
Peón Cat-E2	Hora	2,00	4,04	8,08	0,580	4,69	
0	0		0,00	0,00		0,00	
0	0		0,00	0,00		0,00	
SUBTOTAL N						6,79	
MATERIALES							
Descripcion	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Costo			
		A	B	AxB			
Tabla de chanul	m2	1,00	1,85	1,85			
Clavos de 1 1/2"x14	kg	0,01	3,80	0,04			
Cuartron 4x4	m2	1,00	0,46	0,46			
SUBTOTAL O						2,35	
TRANSPORTE							
Descripcion	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Costo			
		A	B	AxB			
SUBTOTAL P						0,00	
				TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)		9,27	
				INDIRECTOS Y UTILIDAD %	17,00%	1,58	
				OTROS INDIRECTOS %			
				COSTO TOTAL DEL RUBRO		10,84	
				VALOR OFERTADO		10,84	

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS							
ITÉM:	17						
DETALLE:	Correas y viguetas de guadua (2 cañas Dext=15 cm)					UNIDAD:	ML
EQUIPOS							
Descripcion	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo hora	Rendimiento	Costo	
		A	B	AxB	R	D=C*R	
Herramienta menor 5% M.O	hora	5% DE MANO DE OBRA				0,13	
SUBTOTAL M						0,13	
MANO DE OBRA							
Descripcion	Unidad	Cantidad	Jornal/hr	Costo hora	Rendimiento	Costo	
		A	B	AxB	R	D=C*R	
Albañil Cat-D2	Hora	1,00	3,65	3,66	0,100	0,37	
Peón Cat-E2	Hora	1,00	4,04	4,04	0,100	0,40	
0	0		0,00	0,00		0,00	
0	0		0,00	0,00		0,00	
SUBTOTAL N						0,77	
MATERIALES							
Descripcion	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Costo			
		A	B	AxB			
Caña de guadua para construcción	und.	2,00	1,33	2,66			
SUBTOTAL O						2,66	
TRANSPORTE							
Descripcion	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Costo			
		A	B	AxB			
SUBTOTAL P						0,00	
				TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)		3,56	
				INDIRECTOS Y UTILIDAD %	17,00%	0,61	
				OTROS INDIRECTOS %			
				COSTO TOTAL DEL RUBRO		4,17	
				VALOR OFERTADO		4,17	

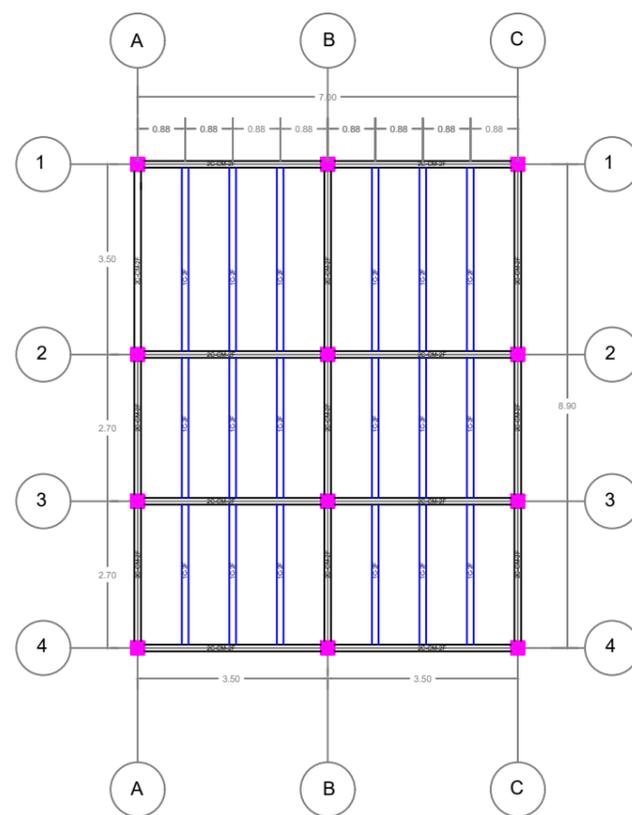
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS							
ITÉM:	18						
DETALLE:	Cubierta de galvanium					UNIDAD:	m2
EQUIPOS							
Descripcion	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo hora	Rendimiento	Costo	
		A	B	AxB	R	D=C*R	
Herramienta menor 5% M.O	hora	5% DE MANO DE OBRA					
SUBTOTAL M						0,00	
MANO DE OBRA							
Descripcion	Unidad	Cantidad	Jornal/hr	Costo hora	Rendimiento	Costo	
		A	B	AxB	R	D=C*R	
Albañil Cat-D2	Hora	1,00	3,65	3,66	0,160	0,59	
Peón Cat-E2	Hora	2,00	4,04	8,08	0,160	1,29	
0	0		0,00	0,00		0,00	
0	0		0,00	0,00		0,00	
SUBTOTAL N						1,88	
MATERIALES							
Descripcion	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Costo			
		A	B	AxB			
Plancha de Galvalum	m2	1,00	4,91	4,91			
SUBTOTAL O						4,91	
TRANSPORTE							
Descripcion	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Costo			
		A	B	AxB			
SUBTOTAL P						0,00	
				TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)		6,79	
				INDIRECTOS Y UTILIDAD %	17,00%	1,15	
				OTROS INDIRECTOS %			
				COSTO TOTAL DEL RUBRO		7,94	
				VALOR OFERTADO		7,94	

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
ITÉM:	19					
DETALLE:	Tumbado				UNIDAD:	m2
EQUIPOS						
Descripcion	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo hora	Rendimiento	Costo
		A	B	AxB	R	D=C*R
Herramienta menor 5% M.O	hora	5% DE MANO DE OBRA				0,22
SUBTOTAL M						0,22
MANO DE OBRA						
Descripcion	Unidad	Cantidad	Jornal/hr	Costo hora	Rendimiento	Costo
		A	B	AxB	R	D=C*R
Pintor Cat-D2	Hora	0,40	4,10	1,64	1,000	1,64
Peón Cat-E2	Hora	0,24	4,05	0,97	1,000	0,97
Instalador de revestimiento D2	Hora	0,40	4,10	1,64	1,000	1,64
Maestro de obra OCUP-C2	Hora	0,05	4,33	0,22	1,000	0,22
SUBTOTAL N						4,47
MATERIALES						
Descripcion	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Costo		
		A	B	AxB		
Alambre galvanizado No. 18	m2	0,10	2,54	0,25		
Plancha Gypsum Yeso cartón regular 4'x8'x1/2"	und.	0,37	10,05	3,72		
Perfil primario 15/8"x12"x0,70mm	und.	0,20	2,73	0,55		
Perfil secundario 2 1/2"x12"	und.	0,50	2,60	1,30		
Látex Supremo int/ext	400cc	0,04	16,00	0,64		
Aditec Empaste Interior	20kg	0,13	12,41	1,61		
Clavo de acero negro	lb	0,02	1,50	0,03		
Ángulo perimetral galvanizado	und.	0,35	0,85	0,30		
Tornillos BH para plancha	und.	14,82	0,02	0,30		
Fulminates y clavo	und.	0,70	0,55	0,39		
Tornillos LH para estructura	und.	4,58	0,01	0,05		
Cinta para junta de papel	und.	0,03	4,66	0,14		
Masilla Romeral 30 kg	saco	0,03	16,68	0,50		
SUBTOTAL O						9,77
TRANSPORTE						
Descripcion	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Costo		
		A	B	AxB		
SUBTOTAL P						0,00
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)						14,46
INDIRECTOS Y UTILIDAD %						17,00%
OTROS INDIRECTOS %						
COSTO TOTAL DEL RUBRO						16,91
VALOR OFERTADO						16,91

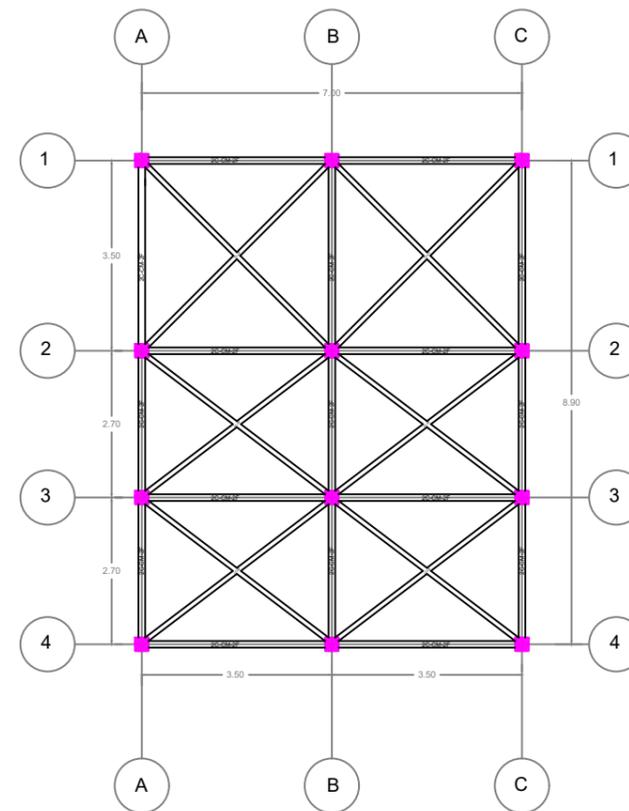
ANEXO E: PLANOS



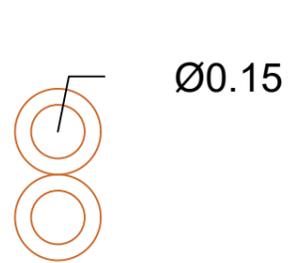
Planta Alta
Escala 1:50



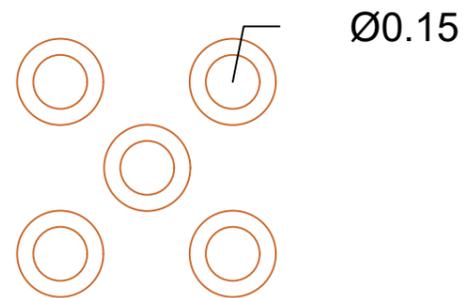
Planta Alta 2
Escala 1:50



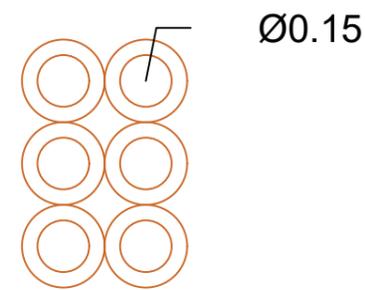
Cubierta
Escala 1:50



Viga Secundaria y Correa
(1C-2F)



Viga Principal (2C-CM-2F)



Columna (2C-3F)

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

- Hormigón de $f_c=21\text{MPa}$ (Cimentación).
- Hierro (Varillas corrugadas) $f_y=420\text{MPa}$.
- Caña de guadua Dext= 15 cm.
- Caña de guadua Dint= 12 cm.
- Recubrimientos 5 cm (Zapatasy sobrecimiento).
- Hormigón de replantico $f_c=14\text{MPa}$.
- Bajo ningún concepto lo elementos de vigas o columnas deben ser atravesados por tubos o paquetes de tubos de cualquier paquete de instalación.
- Verificar conexiones propuestas por normativa.

CÓDIGOS UTILIZADOS

- NEC-SE-GUADUA (Caña de Guadua)
- NEC-SE-DS (Peligro sísmico)

UBICACION:

Ecuador, Pastaza, El Puyo

PROYECTO:

**VIVIENDAS PARAMÉTRICAS
CON CAÑA DE GUADUA**

DATOS DEL CLIENTE:

CONTIENE

ESTRUCTURALES 1

- VISTA EN PLANTA COLUMNAS Y VIGAS.
- VISTA EN PLANTA CUBIERTA.
- DIMENSIONES DE COLUMNA.
- DIMENSIONES VIGAS.

AUTORES:

SEBASTIAN GONZALEZ EDGAR LOPEZ ING. CARLOS QUISHPE

ESCALA:

INDICADAS

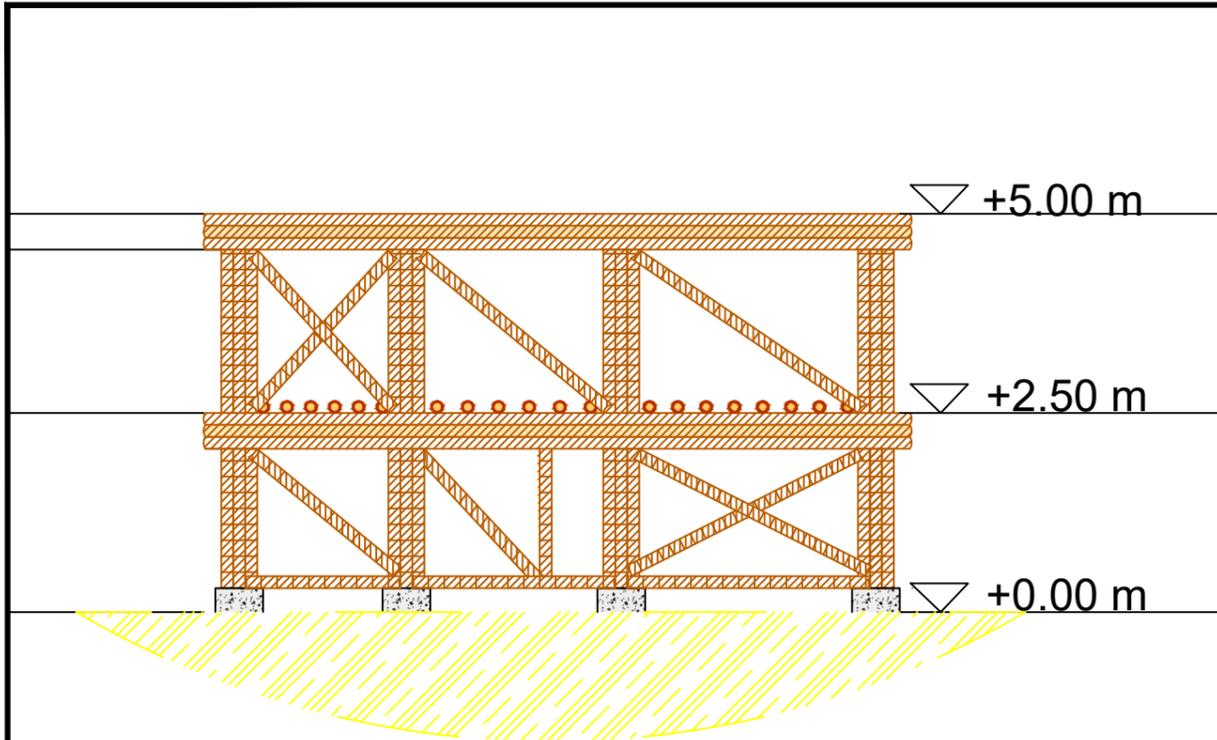
PLANOS TIPO

1/3

FECHA:

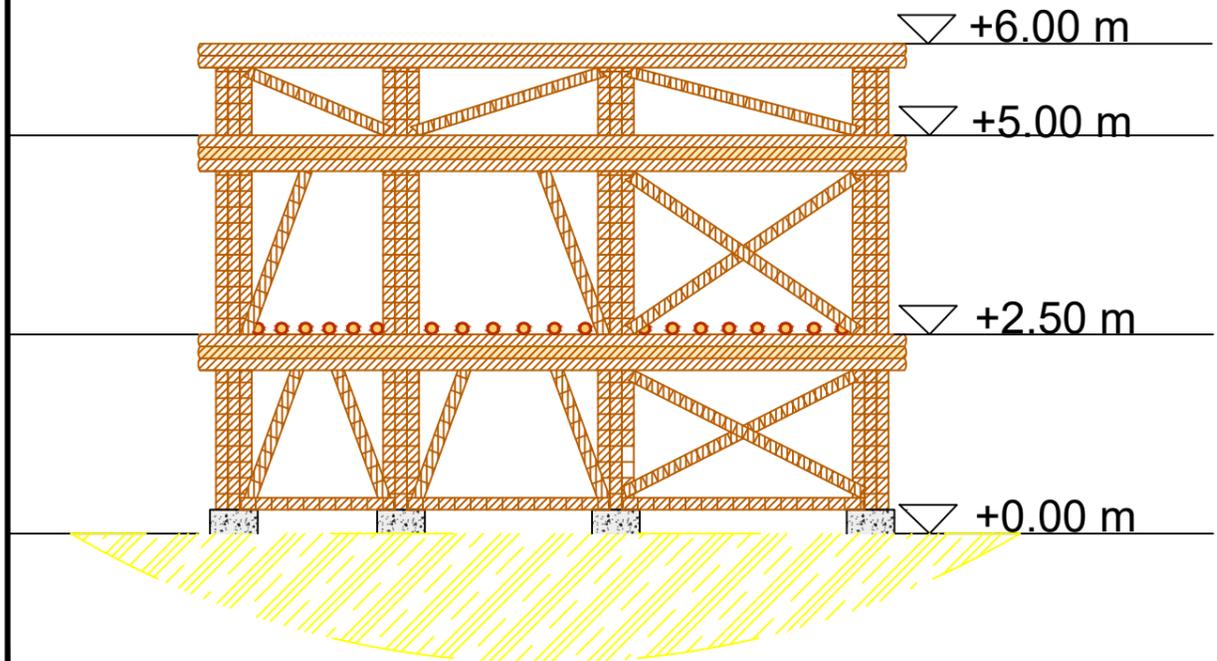
2023

SELLOS MUNICIPALES:



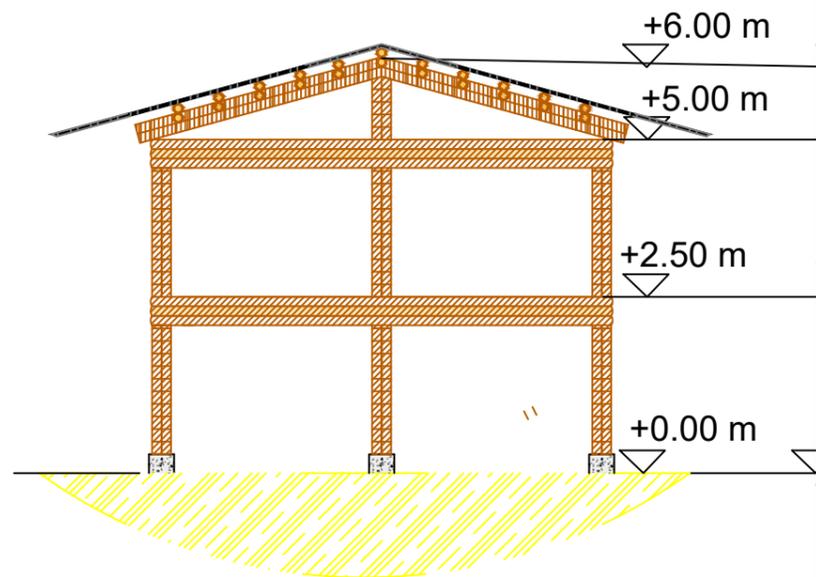
Fachada lateral

Escala 1:50



Fachada central

Escala 1:50



Fachada vista frontal

Escala 1:50

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

1. Hormigón de $f_c=21\text{MPa}$ (Cimentación).
2. Hierro (Varillas corrugadas) $f_y=420\text{MPa}$.
3. Caña de guadua $D_{ext}=15\text{cm}$.
4. Caña de guadua $D_{int}=12\text{cm}$.
5. Recubrimientos 5 cm (Zapatatas y sobrecimiento).
6. Hormigón de replantico $f_c=14\text{MPa}$.
7. Bajo ningún concepto los elementos de vigas o columnas deben ser atravesados por tubos o paquetes de tubos de cualquier paquete de instalación.
8. Verificar conexiones propuestas por normativa.

CÓDIGOS UTILIZADOS

- NEC-SE-GUADUA (Caña de Guadua)
- NEC-SE-DS (Peligro sísmico)

UBICACION:

Ecuador, Pastaza, El Puyo

PROYECTO:

**VIVIENDAS PARAMÉTRICAS
CON CAÑA DE GUADUA**

DATOS DEL CLIENTE:

CONTIENE:

ESTRUCTURALES 1

- FACHADA FRONTAL
- FACHADA LATERAL EXTREMOS
- FACHADA EXTREMOS INTERIOR

AUTORES:

SEBASTIAN GONZALEZ EDGAR LOPEZ ING. CARLOS QUISHPE

ESCALA:

INDICADAS

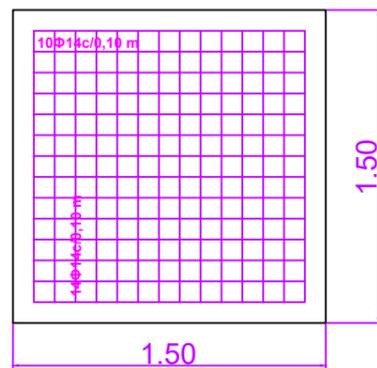
PLANOS TIPO

2/3

FECHA:

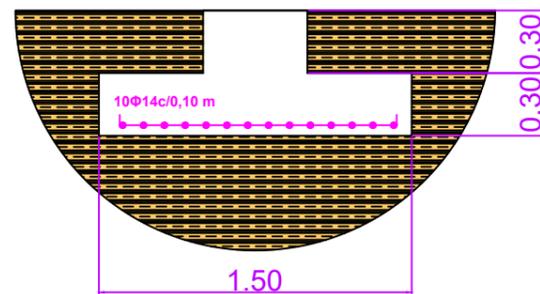
2023

SELLOS MUNICIPALES:



ZAPATA (VISTA EN PLANTA)

Escala 1:100

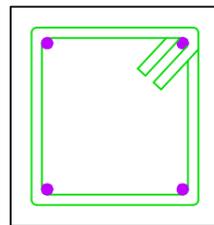


ZAPATA (VISTA LATERAL)

Escala 1:100

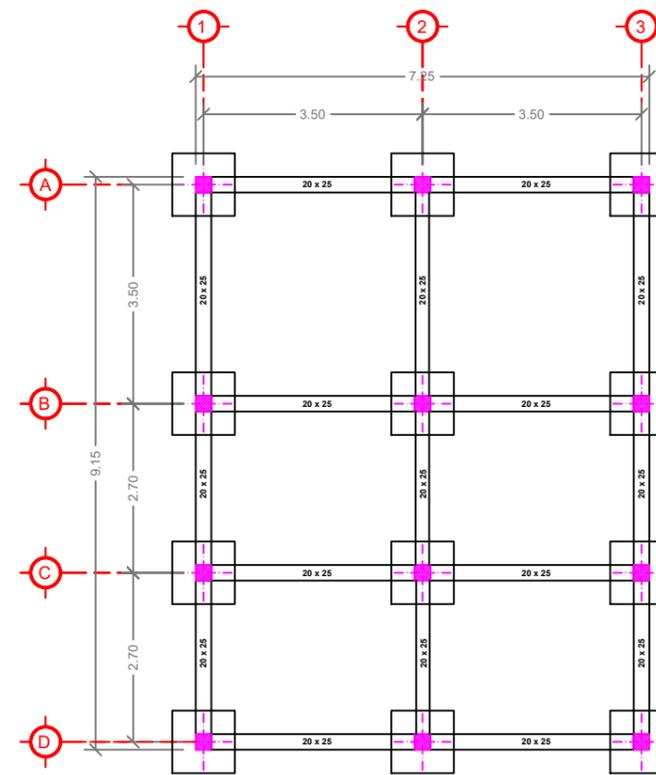
Acero Long.: 4Φ12

Estribos.: 1Φ10
c/0,20 m



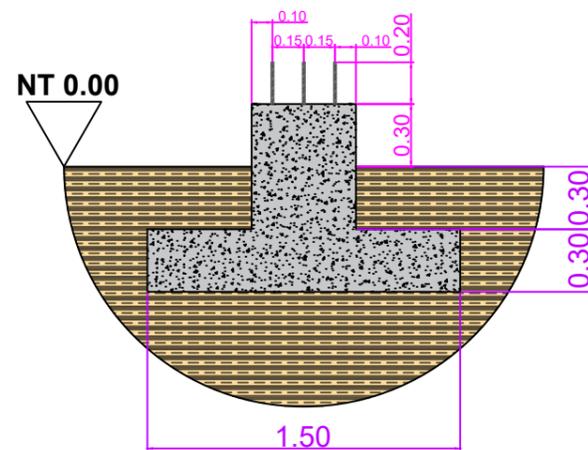
RIOSTRAS (VISTA LATERAL)

Escala 1:100



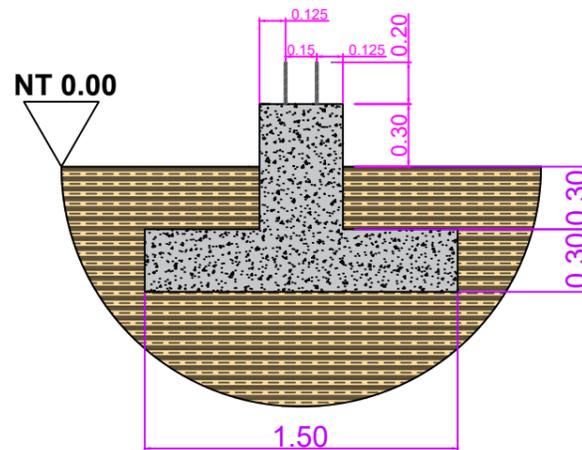
Cimentación (Zapatas con riostras)

Escala 1:50



ZAPATA Y SOBRECIMIENTO (VISTA LATERAL Y)

Escala 1:100



ZAPATA Y SOBRECIMIENTO (VISTA LATERAL X)

Escala 1:100

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

- Hormigón de $f_c=21\text{MPa}$ (Cimentación).
- Hierro (Varillas corrugadas) $f_y=420\text{MPa}$.
- Caña de guadua Dext= 15 cm.
- Caña de guadua Dint= 12 cm.
- Recubrimientos 5 cm (Zapatas y sobrecimiento).
- Hormigón de replantío $f_c=14\text{MPa}$.
- Bajo ningún concepto los elementos de vigas o columnas deben ser atravesados por tubos o paquetes de tubos de cualquier paquete de instalación.
- Verificar conexiones propuestas por normativa.

CÓDIGOS UTILIZADOS

- NEC-SE-GUADUA (Caña de Guadua)
- NEC-SE-DS (Peligro sísmico)

UBICACION:

Ecuador, Pastaza, El Puyo

PROYECTO:

**VIVIENDAS PARAMÉTRICAS
CON CAÑA DE GUADUA**

DATOS DEL CLIENTE:

CONTIENE

ESTRUCTURALES 3

- VISTA EN PLANTA ZAPATAS Y COLUMNAS.
- SECCIONES RIOSTRAS.
- VISTA LATERAL ZAPATA.
- VISTA EN PLANTA ZAPATA.

AUTORES:

SEBASTIAN GONZALEZ EDGAR LOPEZ ING. CARLOS QUISHPE

ESCALA:

INDICADAS

PLANOS TIPO

3/3

FECHA:

2023

SELLOS MUNICIPALES:

Diseño paramétrico de viviendas elaboradas con caña guadua para comunidades en el oriente ecuatoriano

PROBLEMA

En la provincia de Pastaza existen muchas comunidades alejadas de la ciudad con dificultad de acceso y recursos económicos limitados. De manera que, estas localidades implementan el uso inadecuado de árboles ancestrales para las construcciones de sus viviendas, afectado directamente a la flora y fauna de la región oriental del Ecuador.

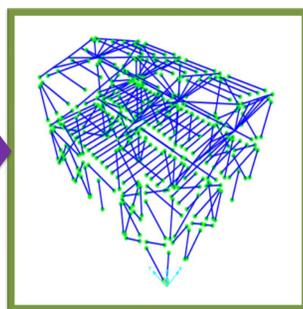
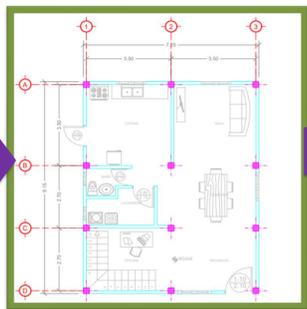


OBJETIVO GENERAL

Diseñar viviendas de manera paramétrica con el uso de caña guadua, en conformidad con las normativas nacionales e internacionales, mediante el empleo de los programas SAP2000 y AutoCAD, para la optimización tanto del tiempo de diseño como de la utilización de recursos en la región oriental de Ecuador.

PROPUESTA

La propuesta de diseño se basa en construir viviendas que tenga como principal recurso la Caña de Guadua Angustifolia Kunth (GaK) por medio de la parametrización con líneas de código y diseños en programa de modelado estructural con una interfaz amigable y acorde a lo que indica la normativa ecuatoriana.



```

%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
%%% ANALISIS LINEAL %%%
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%

% Definición de la masa sísmica de 100NCM +25%CV
LoadPat('DEAD','LIVE');
SP=[1,0,25];
get = SM.SourceMass.SetMassSource('WYMSORC1', false, true, true, 2, LoadPat, SP);
% Creación del load pattern
% Agrega load pattern para dirección XX y YY
get = SM.SetModelLocked(false);
get = SM.LoadPatterns.Add('EQ0X', SM.eLoadPatternType.Quick);
get = SM.LoadPatterns.Add('EQ0Y', SM.eLoadPatternType.Quick);
    
```

Selección de material

Diseño arquitectónico

Diseño estructural

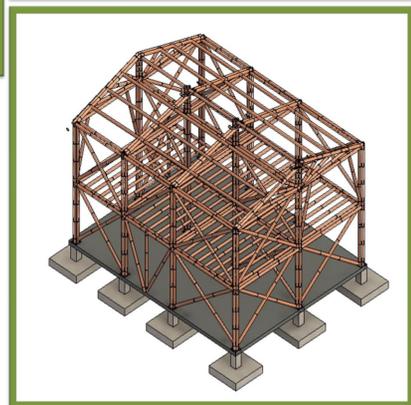
Parametrización código

RESULTADOS

- Se logró obtener las propiedades mecánicas de la caña de guadua del Ecuador por medio de ensayos de laboratorio según la NTC-5525 (Norma Técnica Colombiana).
- El diseño de elementos estructurales como columnas, vigas o correas se obtuvo por medio de secciones compuestas según la NEC-SE-Guadua.
- Se concateno el código por medio de una interfaz amigable que parametriza el diseño, genera el modelo en SAP2000 y tablas de resultados para su respectivo análisis estructural.
- La implementación de diseños con caña de guadua permite a las comunidades a reducir el uso de árboles ancestrales y la deforestación ocasionada, implementando otro recurso basto en el sector.



Resumen de resultados obtenidos					
Código	Ensayo	Área [mm ²]	Longitud [mm]	Deformación [mm]	Esfuerzo Último [Mpa]
MC001	Compresión	1976,9	91,0	0,0224	48,0
IC002	Compresión	2125,6	89,2	0,0511	36,3
SC005	Compresión	2233,2	89,5	0,0305	50,6
FO01	Tracción	320,9	145,0	0,0619	31,0
FO02	Tracción	358,3	180,0	0,0499	27,1
FO03	Tracción	358,3	180,0	0,0475	31,3
TO01	Corte	2472,0	91,1	0,1	3,8
TO02	Corte	3461,4	102,7	0,6	5,0



Código QR de la Interfaz y Matlab



CONCLUSIONES

- Los resultados obtenidos en los ensayos de tensión y corte discrepan a lo que indica la normativa ecuatoriana, esto es debido a la falta de equipo y materiales para desarrollarlo.
- El programa permite desarrollar el diseño y modelado de la estructura con caña, sin embargo, necesita ingresar un modelo pre diseñado que incluya las propiedades del material y geometría.
- El diseño de columnas, vigas y correas fueron diseñadas según la normativa ecuatoriana y las conexiones se hace uso de las pre calificadas por la NEC-SE-Guadua.
- Los objetivos del proyecto se cumplen satisfactoriamente ayudando a estas comunidades a reducir huellas de carbono y deforestación de maderas finas en la selva amazónica.