



UNIVERSIDAD DEL AZUAY
FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL Y GERENCIA DE
CONSTRUCCIONES

**Determinación de la capacidad de muros portantes en
bahareque y diseño estructural de la hacienda Yakana.**

**Trabajo de grado previo a la obtención del título de:
INGENIERO CIVIL CON ÉNFASIS EN GERENCIA DE CONSTRUCCIONES**

Autor:

CARLOS ANDRÉS TUAPANTE QUINTUÑA

Director:

ING. JOSÉ FERNANDO VAZQUEZ CALERO

CUENCA - ECUADOR

2015

DEDICATORIA

A mis padres, por toda la comprensión, amor y sacrificio.

AGRADECIMIENTOS

A mi familia, en especial a mi tía Blanca, que me han apoyado durante toda mi vida y sobre todo en los momentos más desafortunados y difíciles, les agradezco con todo el corazón.

Al Ing. José Vázquez Calero por su paciencia, guía y ayuda en el desarrollo de esta tesis.

**DETERMINACIÓN DE LA CAPACIDAD DE MUROS PORTANTES EN
BAHAREQUE Y DISEÑO ESTRUCTURAL DE LA HACIENDA YAKANA.**

RESUMEN

El presente documento es una recolección de información para obtener la resistencia de los muros de bahareque y calcular el diseño estructural de la hacienda Yakana a partir de ensayos de campo y de laboratorio. En base a ensayos geotécnicos obtuvimos los datos del suelo a trabajar, posteriormente se construyó y ensayó bloques de suelo-cemento para obtener $f'c = 24\text{kg/cm}^2$ y $v = 8\text{Kg/cm}^2$, con estos datos calculamos el modelo estructural en el gestor CYPECAD; al obtener resultados no favorables por la falta de resistencia de los bloques y por las luces contempladas en el diseño arquitectónico, reforzamos el modelo con elementos estructurales de madera para cumplir con las combinaciones de carga que requiere la estructura. Sin embargo no alcanzamos resultados satisfactorios, concluyendo así que el tipo de suelo no es el adecuado para construir dichos muros y recomendando el uso de polímeros u otros elementos que aseguren incrementar su resistencia.

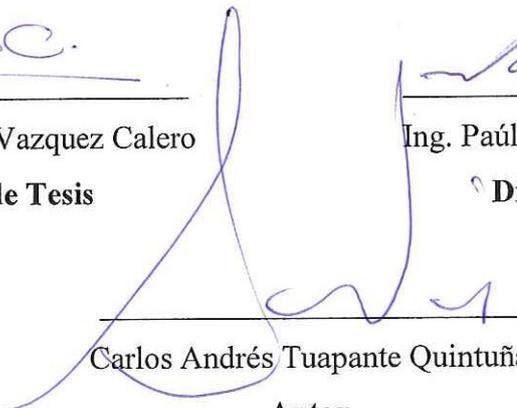
Palabras Clave: Ingeniería Civil, bahareque, suelo-cemento, dosificación, resistencia, modelo estructural, polímeros.



Ing. José Fernando Vazquez Calero
Director de Tesis



Ing. Paúl Cornelio Cordero Díaz
Director de Escuela



Carlos Andrés Tuapante Quintuña

Autor

**DETERMINATION OF YAKANA ESTATE
BAHAREQUE BEARING WALLS CAPACITY AND STRUCTURAL DESIGN**

ABSTRACT

This paper is a compilation of information so as to obtain the resistance of wattle and daub (*bahareque*) walls, and calculate the structural design of Yakana Estate on the basis of field and laboratory tests. Based on geotechnical testing we obtained land data. Then, we built and tested soil-cement blocks for $f'c = 24 \text{ kg / cm}^2$ and $v = 8 \text{ Kg / cm}^2$. With these data, it was possible to estimate the structural model through CYPECAD manager program. Since the results were not favorable due to the blocks lack of resistance and because of the lights included in the architectural design, we reinforced the model with wood structural elements so as to meet the load combinations required by the structure; however, we did not reach satisfactory results. Hence, we concluded that the type of soil is not suitable to build such walls, and recommend the use of polymers or other elements to ensure an increase in their resistance.

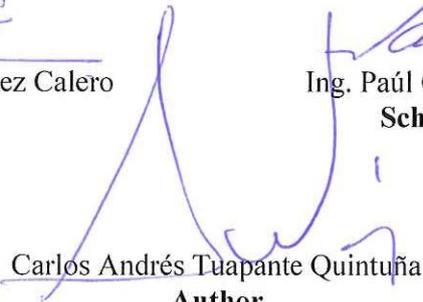
Keywords: Civil Engineering, Wattle and Daub (*Bahareque*), Testing, Ground-Cement, Dosage, Resistance, Structural Model, Polymers.



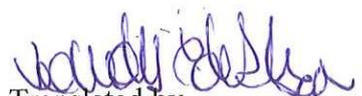
Ing. José Fernando Vazquez Calero
Thesis Director



Ing. Paúl Cornelio Cordero Díaz
School Director



Carlos Andrés Tuapante Quintuña
Author



Translated by,
Lic. Lourdes Crespo

ÍNDICE DE CONTENIDOS

DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTOS	iii
RESUMEN	iv
ABSTRACT	v
ÍNDICE DE CONTENIDOS	vi
ÍNDICE DE FIGURAS	viii
ÍNDICE DE TABLAS	xi
ÍNDICE DE ANEXOS	xii
INTRODUCCIÓN	1
OBJETIVOS	3
OBJETIVO GENERAL	3
OBJETIVOS ESPECÍFICOS	3
 CAPÍTULO I: ESTUDIOS PRELIMINARES	 4
1.1. Ubicación geográfica.	4
1.2. Resumen estudios geotécnicos.....	4
1.3. Topografía.	6
1.4. Condiciones de emplazamiento.	7
 CAPÍTULO II: ESTUDIOS Y RECOPIACIÓN DE DATOS	 8
2.1. Definiciones y marco teórico.	8
2.1.1. Bahareque.	8
2.1.2. Suelo cemento.....	8
2.1.3. Dosificación para bloques de suelo cemento.....	9
2.1.4. Método de construcción de bloques de suelo cemento.....	10
2.2. Construcción de bloques de suelo cemento.	11
2.2.1. Secado de material y lavado de arena.....	11
2.2.2. Pulverizado y tamizado del suelo.	12
2.2.3. Mezcla de áridos y cemento.	13
2.2.4. Mezcla de áridos y cemento con el agua.	14
2.2.5. Engrasado de la prensa y formación del bloque de suelo cemento.	14
2.2.6. Curado de bloques de suelo cemento.	17
2.3. Ensayos de resistencia a la compresión y cortante.	18
2.3.1. Ensayos de Compresión.....	18
2.3.2. Ensayos de Cortante.	19
2.4. Ensayos con otros suelos.	20
 CAPÍTULO III: DISEÑO ESTRUCTURAL	 22
3.1. Consideraciones generales.	22
3.2. Cargas consideradas.....	22
3.2.1 Gravitatorias.	22
3.2.2 Sismo.....	23

3.2.3	Hipótesis de carga.	24
3.2.4	Empujes de muro.	24
3.3.	Estados límite.	25
3.4.	Situaciones del proyecto.	25
3.4.1.	Coefficientes parciales de seguridad (γ) y coeficientes de combinación (ψ). ...	25
3.4.2.	Combinaciones.	28
3.5.	Datos geométricos de grupos y plantas.	30
3.6.	Datos geométricos.	30
3.6.1.	Columnas.	30
3.6.2.	Muros.	31
3.6.3.	Empujes y zapata del muro.	33
3.7.	Dimensiones, coeficientes de empotramiento y de pandeo.	36
3.8.	Losas y elementos de fundación.	36
3.9.	Materiales utilizados.	37
3.9.1.	Hormigones.	37
3.9.2.	Aceros en barra.	37
3.9.3.	Aceros en perfiles.	37
3.9.4.	Muros de bloques de hormigón.	37
CAPÍTULO VI: PLANOS Y ESPECIFICACIONES TÉCNICAS		40
4.1.	Planos.	40
4.2.	Especificaciones Técnicas.	44
4.2.1.	Muros de hormigón.	44
4.2.2.	Madera estructural.	47
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		54
Conclusiones:		54
Recomendaciones:		56
BIBLIOGRAFÍA		57

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Ubicación Hacienda Yakana	4
Figura 2 Topografía y relleno de terreno.....	6
Figura 3 Topografía y corte de terreno	7
Figura 4 Emplazamiento Hacienda Yakana	7
Figura 5 Pared de bahareque	8
Figura 6 Bloque suelo cemento.....	9
Figura 7 Tendido y secado del suelo	11
Figura 8 Pulverizado del suelo	12
Figura 9 Tamizado del suelo	12
Figura 10 Dosificación de áridos por volumen	13
Figura 11 Mezcla de áridos y cemento	13
Figura 12 Mezcla final homogénea y húmeda.....	14
Figura 13 Dimensión de orificio de prensa manual	14
Figura 14 Tablilla base.....	15
Figura 15 Relleno de prensa y quitado de exceso	15
Figura 16 Dimensión de bloque suelo cemento	16
Figura 17 Prensado bloque suelo cemento	17
Figura 18 Bloque terminado	17
Figura 19 Curado bloque suelo cemento	18
Figura 20 Pesaje de bloque suelo cemento	18
Figura 21 Rotura de bloque	19
Figura 22 Bloques suelo cemento ML y CL	20

Figura 23 Proyección en planta de la obra	24
Figura 24 Modelación estructural	40
Figura 25 Modelación estructural	41

Figura 26 Modelación estructural búngalo	42
Figura 27 Detalle muros de bahareque	43
Figura 28 Detalle muros de bahareque	43

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Ensayos y normas.....	5
Tabla 2 Resultados estudios geotécnicos.....	6
Tabla 3 Dosificación en volúmenes	9
Tabla 4 Dosificación en volúmenes 2	11
Tabla 5 Resultados ensayo de compresión	19
Tabla 6 Resultados ensayo de cortante	19
Tabla 7 Resultados de bloques suelo cemento ML y CL	21

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Planos arquitectónicos, topográficos, corte y relleno

Anexo 2: Estudio geotécnico

Anexo 3: Esfuerzos y cálculo estructural.

Anexo 4: Fotográfico.

Anexo 5: Planos y renders estructurales.

Carlos Andrés Tuapante Quintuña

Trabajo de Graduación

Ing. José Fernando Vázquez Calero

Diciembre, 2015

DETERMINACIÓN DE LA CAPACIDAD DE MUROS PORTANTES EN BAHAREQUE Y DISEÑO ESTRUCTURAL DE LA HACIENDA YAKANA.

INTRODUCCIÓN

Dado el valor astronómico e histórico de la región y específicamente del lugar donde se realizará la construcción de la hacienda Yakana, se ha visto conveniente realizar todas las instalaciones de manera amigable con el medio ambiente, gracias a la visión de sus accionistas.

De esta manera se abre el campo a la utilización de los recursos propios de la zona y de nuestros ancestros, de manera que la hacienda sea totalmente autosustentable y forme parte del paisaje de la región, funcionando de manera ideal con su flora y fauna, así brindará mayor apertura al turismo en la región y una experiencia inolvidable a sus visitantes.

La optimización de los recursos y materiales propios de la región como cambio de la matriz energética en la construcción, mas el encontrar una solución estructural para la construcción de la hacienda Yakana, con dichos recursos, nos ha dado la pauta para comenzar con el presente trabajo de investigación y evaluación.

Inicialmente comenzaremos la recolección de datos importantes para la modelación final en base a estudios de suelos, ensayos de resistencia a la compresión y al cortante del material con el que trabajaremos, como segunda parte daremos inicio a la modelación y al cálculo estructural de los muros y la hacienda en general, terminando con la comparación de resultados y el diseño final.

Con el desarrollo del proyecto y construcción del mismo, se espera generar más fuentes de trabajo en la región, con la llegada de mayor numero de turistas, a mas de

ser un proyecto innovador el cual llegará a ser un icono y el primero de muchos en su clase, optimizando los recursos naturales desde su construcción hasta su auto sustentabilidad, llegando así a ser totalmente amigable con el medio ambiente.

Actualmente en la zona de Oña, la implementación de bahareque en la construcción, ha crecido de manera significativa, brindando una imagen bastante colonial y de gran contraste con el paisaje de la región. La Hacienda Yakana se ha basado en esto para el diseño e implementación de sus instalaciones, contando con 23500 metros cuadrados de construcción distribuidos en 10 cabañas, salón de actos para 100 personas y un auditorio para 200 personas a un valor estimado de \$500 por metro cuadrado. Cuenta con un diseño híbrido optimizando la electricidad con paneles solares en un 90%, la depuración de aguas residuales a través de plantas macrófitas para luego ser ocupadas para el riego, ventanales y techos de cristal para permitir el disfrute del cosmos al visitante. La misma se halla en etapa de construcción con los métodos estructurales a evaluarse en esta tesis.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Obtener la capacidad portante de los muros de bahareque y el diseño estructural de la hacienda Yakana.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Realizar ensayos de suelos.
- Realizar ensayos de compresión y cortante del material.
- Realizar la modelación y el diseño estructural en base a los datos obtenidos de los ensayos anteriores.

CAPÍTULO I

ESTUDIOS PRELIMINARES

1.1. Ubicación geográfica.

El sitio donde se emplazará la Hacienda Yakana se encuentra a 1.5 Km de distancia del parque central del cantón Oña, en la provincia del Azuay con coordenadas geográficas 3°28'45.0"S 79°09'08.3"W.

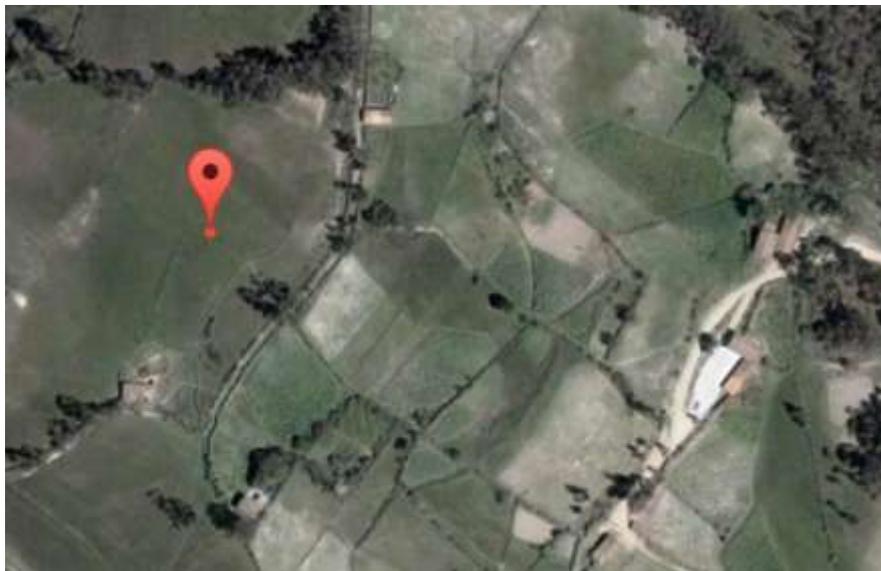


Figura 1: Ubicación Hacienda Yakana
Fuente: (Google, 2015)

1.2. Resumen estudios geotécnicos.

Se realizaron dos tipos de investigación para obtener los resultados geotécnicos; la investigación en campo, la cual comprendió en tomar una muestra mediante calicata a 3m de profundidad y la investigación geotécnica y de laboratorio, en la cual se realizaron varios ensayos siguiendo la normativa pertinente.

Tabla 1: Ensayos y normas

TIPOS DE ENSAYOS	NORMA	
CONTENIDO DE AGUA	INEN:	Co 09.02-312
	MTOPI:	E-122
	AASHTO:	T-93
	ASTM:	D-2216
GRANULOMETRÍA POR TAMIZADO	INEN:	No existe
	MTOPI:	E-115
	AASHTO:	T-88
	ASTM:	D-422
LÍMITE LÍQUIDO	INEN:	Co 09.02-312
	MTOPI:	E-116
	AASHTO:	T-89
	ASTM:	D-423
LÍMITE PLÁSTICO	INEN:	Co.09.02-312
	MTOPI:	E-117
	AASHTO:	T-90
	ASTM:	D-424
CONO DE PENETRACION DINAMICO	INEN:	No existe
	MTOPI:	No existe
	AASHTO:	No existe
	ASTM:	No existe
CORTE DIRECTO	INEN:	No existe
	MTOPI:	No existe
	AASHTO:	T-234
	ASTM:	D-2850
DENSÍMETRO NUCLEAR	INEN:	No existe
	MTOPI:	No existe
	AASHTO:	T-310
	ASTM:	D-2922

Fuente: Autor

Tabla 2: Resultados estudio geotécnico

Resultados		
Clasificación S.U.C.S.	CH	Arcilla de Alta Compresibilidad
L.L	51	%
I.P.	24	%
L.P.	27	%
Pasa tamiz 200	80.02	%
Cohesión	0.6	kg/cm2
Angulo de fricción interna	5.02	Grados
Qadm	1.45	kg/cm2
Sec	5.13	Mm
Contenido de agua promedio	14.78	%
Densidad seca	1.438	gr/cm3
Densidad húmeda	1.65	gr/cm3
Saturación	45.63	%
Compresibilidad	35-40	%

Fuente: Autor

1.3. Topografía.

La topografía del terreno de emplazamiento tiene una ligera inclinación, pero es plana casi en su totalidad. El diseño arquitectónico de la hacienda contempla usar rellenos y cortes para un sistema de terrazas y niveles.



Figura 2: Topografía y relleno de terreno
Fuente: Arq. Xavier Sanchez



Figura 3: Topografía y corte de terreno
 Fuente: Arq. Xavier Sanchez

1.4. Condiciones de emplazamiento.

El terreno en el cual se va emplazar la Hacienda Yakana cuenta con un área total de 23.500 m², será un sistema de terrazas con 3.800 m² de construcción.



Figura 4: Emplazamiento Hacienda Yakana
 Fuente: (haciendayakana.blogspot.com, 2014)

CAPÍTULO II

ESTUDIOS Y RECOPIACIÓN DE DATOS

2.1. Definiciones y marco teórico.

2.1.1. Bahareque.

El bahareque es un sistema constructivo en el cual sus componentes predominantes son; el barro (comunmente la mezcla del suelo propio del lugar donde se va a emplazar y agua) y cañas o paja seca, mezclados homojeneamente y acumulados en tapiales o prensados en bloques de tamaño estandarizado.



Figura 4: Pared de Bahareque
Fuente: (Sporabioarquitectura, 2014)

2.1.2. Suelo cemento.

El suelo cemento posee características propias y únicas, la mejor definición que lo describe nos da la (PCA, 2012): “el suelo-cemento es una mezcla íntima de suelo, convenientemente pulverizado, con determinadas porciones de agua y cemento que se compacta y cura para obtener mayor densidad”.



Figura 6: Bloque suelo cemento
Fuente: Autor

2.1.3. Dosificación para bloques de suelo cemento.

En este caso la tesis no va orientada hacia una búsqueda de la mejor dosificación para aumentar la densidad y resistencia, sino mas bien nos basamos en la dosificación propuesta por el Ingeniero español Xavier Sanchez, la cual esta compuesta por 60% arena, 30% suelo del lugar de emplazamiento, 10% cemento y la cantidad de agua necesaria para que la mezcla sea uniforme.

El resultado en cuestión de densidad, resistencia y cantidad de agua necesaria, estará en función del tipo de suelo utilizado en la mezcla.

La dosificación para objeto de puesta en práctica y construcción de los bloques la hemos cambiado de porcentaje a volúmenes y no hemos considerado el volumen de agua.

Tabla 3: Dosificación en volúmenes

<i>Material</i>	<i>Recipientes</i>	<i>Vol/Recipiente(cm3)</i>	<i>Vol. Total(cm3)</i>
Arena	6	2069.262	12415.574
Suelo (CH)	3	2069.262	6207.787
Cemento	1	2069.262	2069.262
TOTAL	-	-	20692.623

Fuente: Autor

2.1.4. Método de construcción de bloques de suelo cemento.

El método empleado para la construcción de bloques de suelo cemento estuvo supervisado por el Dr. Juan Calderón, laboratorista, profesor e investigador de la facultad de Ciencia y Tecnología de la Universidad del Azuay, gracias a su gran conocimiento sobre el tema, se vio muy interesado en colaborar, adecuando su método propio a la construcción de dichos bloques.

El método de construcción es muy sistemático y consta de los siguientes pasos:

- Tender el suelo para secarlo durante un par de días.
- Lavar la arena y dejarla libre de impurezas orgánicas.
- Tender la arena para secarla durante un par de días.
- Apisonar el suelo hasta pulverizarlo.
- Tamizar el suelo pulverizado a través de un tamiz de diámetro 5mm.
- Juntar el 60% de arena, 30% de suelo y 10% cemento.
- En un plástico grande, capaz de mantener los elementos mencionados en el paso anterior, en el centro del mismo, procedemos a mezclar los elementos tomando los extremos del plástico y empujando desde varias direcciones.
- Para nuestro tipo de suelo (% de absorción) y en función al recipiente con el cual dosificamos los aridos y el cemento, necesitamos 4 litros de Agua, la misma que será esparcida a la mezcla en el mismo plástico y nuevamente procederemos a mezclar hasta obtener una mezcla homogénea y con la humedad necesaria.
- Engrasar la prensa y una tabla de tamaño adecuado para ser usada como base del bloque.
- Verter la mezcla dentro de la prensa hasta llenar el orificio de la misma.
- Prensar hasta el tope.
- Curado de los bloques mediante exsudación.

Tabla 4: Dosificación en volúmenes 2

<i>Material</i>	<i>Recipientes</i>	<i>Vol/Recipiente(cm3)</i>	<i>Vol. Total(cm3)</i>
Arena	6	2069.262	12415.574
Suelo (CH)	3	2069.262	6207.787
Cemento	1	2069.262	2069.262
Agua	4	1000	4000
TOTAL	-	-	24692.623

Fuente: Autor

2.2. Construcción de bloques de suelo cemento.

Basándonos en el método descrito anteriormente comenzamos la construcción de los bloques utilizando las instalaciones de los laboratorios de la Universidad del Azuay y la prensa de mano de propiedad del Dr. Juan Calderón.

2.2.1. Secado de material y lavado de arena.

El material procedente de la zona de emplazamiento de la Hacienda Yakana fue tendido en recipientes de dimensiones 1x1 metros los cuales fueron colocados bajo techo y con la suficiente ventilación para que el secado del material sea el más óptimo.



Figura 7: Tendido y secado del suelo

Fuente: Autor

Por otro lado la arena fue lavada y escurrida, liberándola de impurezas orgánicas, para luego ser dispuesta de la misma forma que el suelo para su secado óptimo.

2.2.2. Pulverizado y tamizado del suelo.

Por medio de un pizón de mano se procede a golpear el suelo y segregar las partículas grandes hasta obtener un material mas fino, el cual después será pasado a un tamíz de mano de 5mm de diámetro para obtener el tamaño ideal para trabajar.



Figura 8: Pulverizado del suelo
Fuente: Autor



Figura 9: Tamizado del suelo
Fuente: Autor

2.2.3. Mezcla de áridos y cemento.

La arena, el suelo y el cemento se juntan en las proporciones volumétricas indicadas anteriormente en la tabla 2, en un recipiente de 1x1 metros para luego ser llevadas al plástico tendido donde serán mezclados de la forma indicada en la metodología propuesta por el Dr. Juan Calderón.



Figura 10: Dosificación de los áridos y el cemento por volúmenes
Fuente: Autor



Figura 11: Mezcla de áridos y cemento
Fuente: Autor

2.2.4. Mezcla de áridos y cemento con el agua.

A la mezcla anterior de áridos y cemento se le espolvorea el agua, de manera que cubra todas las partes secas posibles, para luego poder mezclar de la forma indicada con el plástico y obtener la forma final, homogénea y con la humedad óptima.



Figura 12: Mezcla final homogénea y húmeda
Fuente: Autor

2.2.5. Engrasado de la prensa y formación del bloque de suelo cemento.

La prensa posee un orificio prismático rectangular, donde se vertirá la mezcla, al cual se engrasará cada una de sus caras interiores para impedir la fricción entre la mezcla y las mismas al momento de prensar.

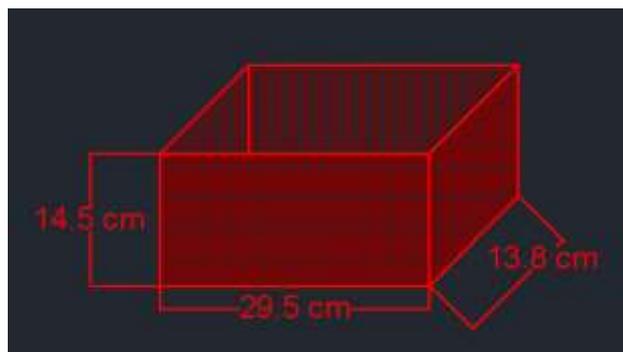


Figura 13: Dimensiones orificio de la prensa manual
Fuente: Autor

En la parte inferior del orificio se coloca una tablilla de 5 mm de espesor engrasada un poco más corta rectangularmente que las dimensiones de la base del orificio para que sea fácil de retirar el bloque terminado.



Figura 14: Tablilla base
Fuente: Autor

Posteriormente se coloca la mezcla dentro del orificio hasta llegar al tope, se quita el exceso y se asegura la tapa del orificio.



Figura 15: Relleno de prensa y quitado de exceso de mezcla
Fuente: Autor

El mecanismo de la prensa tiene como principio la palanca de Arquímedes, la cual transmite una fuerza mediante una palanca con un punto de apoyo, generando una fuerza mucho mayor a la inicial, en este caso la fuerza resultante se distribuye a la base de la prensa generando el empuje necesario para comprimir la mezcla en un 31% y formar de esta manera el bloque de suelo cemento.

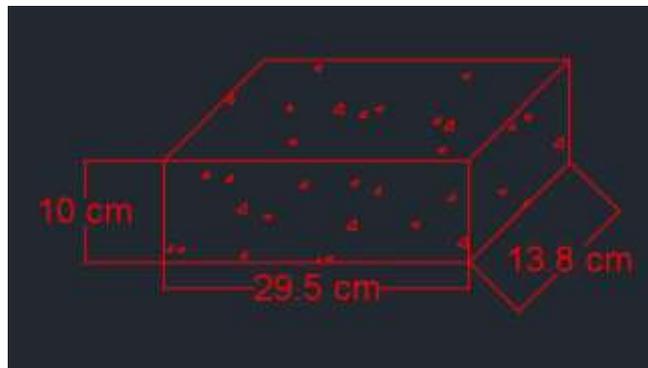


Figura 16: Dimensiones bloque suelo cemento
Fuente: Autor

$$V_o - V_b = V_c$$

Donde:

V_o : Volúmen orificio de la prensa.

V_b : Volúmen del bloque terminado.

V_c : Volúmen comprimido.

Nota: El resultado obtenido V_c es transformado a %.

La densidad y el volúmen final del material estará en función al porcentaje de compresibilidad del material, por ejemplo en nuestro caso el suelo utilizado es un CH y el porcentaje de compresibilidad del mismo es de 35% y teniendo en cuenta el porcentaje de compresión de la prensa que es 31%, tendremos que colocar más mezcla dentro del orificio de la prensa para compensar el 4% faltante de compresión.

Entendido este cálculo se procede a prensar y extraer así finalmente el bloque terminado.



Figura 17: Prensado de bloque suelo cemento
Fuente: Autor



Figura 18: Bloque suelo cemento terminado
Fuente: Autor

2.2.6. Curado de bloques de suelo cemento.

La parte más importante para alcanzar los resultados esperados es el curado, de esta manera seleccionamos el método de exsudación como la forma más idónea para curar los bloques de suelo cemento. Dicho método consiste en colocar los bloques en un lugar libre de ventilación y tapados completamente con un plástico, de manera tal que

toda la humedad que sale de los bloques permanezca dentro del mismo creando un efecto invernadero o de cámara de exsudación.



Figura 19: Curado de bloques de suelo cemento
Fuente: Autor

2.3. Ensayos de resistencia a la compresión y cortante.

2.3.1. Ensayos de Compresión.

El ensayo de compresión consiste en el pesaje y rotura de los bloques de suelo cemento cada 7 días hasta cumplir los 28 días, donde el cemento ha alcanzado su máxima resistencia de esta manera nos permitirá saber cuanto es la carga ultima, la densidad y el volúmen de los mismos, mediante una prensa hidráulica y una balanza de aproximación 0.1 gr.



Figura 20: Pesaje de bloque de suelo cemento
Fuente: Autor



Figura 21: Rotura de bloque de suelo cemento
Fuente: Autor

Tabla 5: Resultados ensayo a compresión

<i>Suelo</i>	<i>Días</i>	<i>#</i>	<i>Vol.(cm3)</i>	<i>Masa(kg)</i>	<i>Densidad(kg/cm3)</i>	<i>Carga(kg)</i>	<i>Área(cm2)</i>	<i>f'c(kg/cm2)</i>
CH	7	1	5902.95	6.992	0.001184492	1610	138	12
CH	14	4	6444.110033	7.633	0.001184492	2530	138	18
CH	21	7	6695.697396	7.931	0.001184492	2750	138	20
CH	28	10	6721.024709	7.961	0.001184492	3330	138	24

Fuente: Autor

2.3.2. Ensayos de Cortante.

Para el ensayo a cortante tomamos los mismos datos de carga axial que nos da la prueba anterior, pero tomamos en cuenta el área de la cara paralela del bloque en vez del área de la cara perpendicular sometida a la carga, de esta manera obtenemos el valor de cortante de los bloques de suelo cemento.

Tabla 6: Resultados ensayo a cortante

<i>Suelo</i>	<i>Días</i>	<i>#</i>	<i>Vol.(cm3)</i>	<i>Masa(kg)</i>	<i>Densidad(kg/cm3)</i>	<i>Carga(kg)</i>	<i>A(cm2)</i>	<i>v(kg/cm2)</i>
CH	7	1	5902.95	6.992	0.001184492	1610	407.1	4
CH	14	4	6444.110033	7.633	0.001184492	2530	407.1	6
CH	21	7	6695.697396	7.931	0.001184492	2750	407.1	7
CH	28	10	6721.024709	7.961	0.001184492	3330	407.1	8

Fuente: Autor

2.4. Ensayos con otros suelos.

Si bien la modelación y el cálculo estructural de la Hacienda Yakana se regirá a los datos obtenidos anteriormente en los ensayos de compresión y cortante con el tipo de suelo CH, es necesario comprobar que la resistencia esta en función al tipo de suelo utilizado, así que se ha realizado nuevamente todo el proceso anterior de construcción y ensayos de bloques de suelo cemento con suelos provenientes de lugares cercanos a la zona de emplazamiento.



Figura 22: Bloques de suelo cemento ML y CL
Fuente: Autor

Los suelos empleados para la construcción de los nuevos bloques de suelo cemento provienen de la zona del valle de yunguilla con una clasificación S.U.C.S. ML y CL siendo estos limos y arcillas de baja compresibilidad respectivamente.

Tabla 7: Resultados bloques de suelo cemento ML y CL

<i>Suelo</i>	<i>Días</i>	<i>#</i>	<i>Vol.(cm3)</i>	<i>M(kg)</i>	<i>Den(kg/cm3)</i>	<i>Carga(kg)</i>	<i>A(cm2)</i>	<i>f'c(kg/cm2)</i>	<i>A(cm2)</i>	<i>v(kg/cm2)</i>
CI	7	2	5902.95	7.533	0.001276142	6436	138	47	407.1	16
ML	7	3	5902.95	7.083	0.001199909	4850	138	35	407.1	12
CL	14	5	6004.819574	7.663	0.001276142	8132	138	59	407.1	20
ML	14	6	6418.82266	7.702	0.001199909	5982	138	43	407.1	15
CL	21	8	5906.866164	7.538	0.001276142	8800	138	64	407.1	22
ML	21	9	6535.495608	7.842	0.001199909	7900	138	57	407.1	19
CL	28	11	6069.073818	7.745	0.001276142	10750	138	78	407.1	26
ML	28	12	6536.329005	7.843	0.001199909	8750	138	63	407.1	21

Fuente: Autor

Los resultados obtenidos son notoriamente más altos en resistencia a la compresión y al cortante, sin embargo se podría obtener resultados aún más altos, empleando suelos menos blandos y la mezcla de polímeros, como una experiencia de una universidad en Canadá que se logro obtener hasta $f'c = 200 \text{ kg/cm}^2$.

Despues de llegar a la conclusión de que se debe trabajar con el suelo propio de la región de emplazamiento, por la comodidad y ahorro de recursos; tomamos los resultados de compresión y cortante máximos a los 28 días del suelo CH (Arcilla de alta compresibilidad) teniendo un $f'c = 24 \text{ kg/cm}^2$ y un $v = 8 \text{ kg/cm}^2$, para con estos datos proceder a diseñar el modelo estructural.

CAPÍTULO III

DISEÑO ESTRUCTURAL

3.1. Consideraciones generales.

La estructura se diseñará y calculará considerando los resultados obtenidos anteriormente, sus muros serán de mampostería con propiedades de los bloques de suelo cemento. La modelación se la realizara en CYPECAD versión 2016 con número de licencia 99260, considerando normas internacionales como (ACI 318M, 2011) de hormigón, (AISI S100, 2007) (LRDF) de aceros conformados, la (ANSI/AISC 360, 2010) (LDRF) de aceros laminados y armados, y la (NEC-SE-DS, 2014) norma ecuatoriana de la construcción.

Ya que los ensayos anteriores nos arrojaron resultados no muy favorables para la modelación y el cálculo estructural de la hacienda Yakana, se optó por ofrecer una solución, manteniendo la misma línea de matriz energética amigable con el medio ambiente, aumentando vigas, viguetas y columnas de madera para poder cumplir con los requerimientos de cargas que exige la (NEC-SE-DS, 2014).

3.2. Cargas consideradas.

3.2.1 Gravitatorias.

Planta	S.C.U (t/m ²)	Cargas permanentes (t/m ²)
Primera Planta Alta	0.48	0.20
Planta Baja	0.48	0.20
Cimentación	0.00	0.00

3.2.2 Sismo.

- **Datos generales.**

Sistema estructural

R_X: Factor de reducción (X) ((NEC-SE-DS, 2014), Tabla 15 y 16) **R_X : 5.00**

R_Y: Factor de reducción (Y) ((NEC-SE-DS, 2014), Tabla 15 y 16) **R_Y : 5.00**

P: Coeficiente de regularidad en planta ((NEC-SE-DS, 2014), 5.2.3a) **P : 0.90**

E: Coeficiente de regularidad en elevación ((NEC-SE-DS, 2014), 5.2.3b) **E : 0.90**

Geometría en altura ((NEC-SE-DS, 2014), 5.2.3): Regular

Estimación del periodo fundamental de la estructura: Según norma

Sistema estructural (X) ((NEC-SE-DS, 2014), 6.3.3a): III

Sistema estructural (Y) ((NEC-SE-DS, 2014), 6.3.3a): III

h: Altura del edificio **h : 3.00**

Importancia de la obra ((NEC-SE-DS, 2014), **4.1**): Otras estructuras

Parámetros de cálculo

Número de modos de vibración que intervienen en el análisis: Automático, hasta alcanzar un porcentaje exigido de masa desplazada (90 %)

Fracción de sobrecarga de uso **: 0.25**

Factor multiplicador del espectro **: 1.00**

Verificación de la condición de cortante basal: Según norma

No se realiza análisis de los efectos de 2º orden

Criterio de armado a aplicar por ductilidad: Ninguno

Factores reductores de la inercia ((NEC-SE-DS, 2014), **6.1.6 b**)

Vigas: 0.5

Losas: 0.5

Columnas: 0.8

Tabiques: 0.6

Muros: 0.6

Muros de mampostería: 0.5

Direcciones de análisis

Acción sísmica según X

Acción sísmica según Y

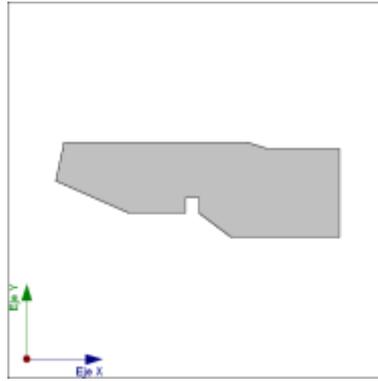


Figura 23: Proyección en planta de la obra
Fuente: Autor

3.2.3 Hipótesis de carga.

Automáticas	Peso propio Cargas permanentes Sobrecarga de uso Sismo X Sismo Y
-------------	------------------------------------------------------------------------------

3.2.4 Empujes de muro.

- 1) Empuje Suelo
- 2) Una situación de relleno
- 3) Carga: Cargas permanentes
- 4) Con relleno: Cota -0.50 m
- 5) Ángulo de talud 0.00 Grados
- 6) Densidad aparente 1.80 t/m³
- 7) Densidad sumergida 1.10 t/m³
- 8) Ángulo rozamiento interno 30.00 Grados
- 9) Evacuación por drenaje 100.00 %
- 10) Carga 1:
- 11) Tipo: Uniforme
- 12) Valor: 0.01 t/m²

3.3. Estados límite.

E.L.U. de rotura. Hormigón	(ACI 318M, 2011)
E.L.U. de rotura. Hormigón en cimentaciones	ASCE 7
E.L.U. de rotura. Madera	EC
	Nieve: Altitud inferior o igual a 1000 m
Tensiones sobre el terreno	Acciones características
Desplazamientos	

3.4. Situaciones del proyecto.

3.4.1. Coeficientes parciales de seguridad (γ) y coeficientes de combinación (ψ).

Para cada situación de proyecto y estado límite los coeficientes a utilizar serán:

- **E.L.U. de rotura. Hormigón:** (ACI 318M, 2011)
- **E.L.U. de rotura. Hormigón en cimentaciones:** (ACI 318M, 2011)

(9-1)		
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)	
	Favorable	Desfavorable
Carga permanente (G)	1.400	1.400
Sobrecarga (Q)		

(9-2 Lr)		
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)	
	Favorable	Desfavorable
Carga permanente (G)	1.200	1.200
Sobrecarga (Q)	0.000	1.600

(9-2 S)		
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)	
	Favorable	Desfavorable
Carga permanente (G)	1.200	1.200
Sobrecarga (Q)	0.000	1.600

(9-3 Lr, L)		
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)	
	Favorable	Desfavorable

(9-3 Lr, L)		
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)	
	Favorable	Desfavorable
Carga permanente (G)	1.200	1.200
Sobrecarga (Q)	0.000	0.500

(9-3 S, L)		
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)	
	Favorable	Desfavorable
Carga permanente (G)	1.200	1.200
Sobrecarga (Q)	0.000	0.500

(9-3 Lr, W)		
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)	
	Favorable	Desfavorable
Carga permanente (G)	1.200	1.200
Sobrecarga (Q)		

(9-3 S, W)		
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)	
	Favorable	Desfavorable
Carga permanente (G)	1.200	1.200
Sobrecarga (Q)		

(9-4 Lr)		
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)	
	Favorable	Desfavorable
Carga permanente (G)	1.200	1.200
Sobrecarga (Q)	0.000	0.500

(9-4 S)		
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)	
	Favorable	Desfavorable
Carga permanente (G)	1.200	1.200
Sobrecarga (Q)	0.000	0.500

(9-5)		
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)	
	Favorable	Desfavorable
Carga permanente (G)	1.200	1.200
Sobrecarga (Q)	0.000	0.500
Sismo (E)	-1.000	1.000

(9-5)		
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)	
	Favorable	Desfavorable
<i>Notas:</i> Las solicitudes obtenidas de los resultados del análisis en cada una de las direcciones ortogonales se combinarán con el 30 % de los de la otra.		

(9-6)		
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)	
	Favorable	Desfavorable
Carga permanente (G)	0.900	0.900
Sobrecarga (Q)		

(9-7)		
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)	
	Favorable	Desfavorable
Carga permanente (G)	0.900	0.900
Sobrecarga (Q)		
Sismo (E)	-1.000	1.000

Notas:
Las solicitudes obtenidas de los resultados del análisis en cada una de las direcciones ortogonales se combinarán con el 30 % de los de la otra.

• **E.L.U. de rotura. Madera: Eurocódigo 5**

Persistente o transitoria				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.000	1.350	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.500	1.000	0.700

Sísmica				
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)		Coeficientes de combinación (ψ)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (ψ_p)	Acompañamiento (ψ_a)
Carga permanente (G)	1.000	1.000	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.000	0.300	0.300
Sismo (E)	-1.000	1.000	1.000	0.300 ⁽¹⁾

Notas:
⁽¹⁾ Fracción de las solicitudes sísmicas a considerar en la dirección ortogonal: Las solicitudes obtenidas de los resultados del análisis en cada una de las direcciones ortogonales se combinarán con el 30 % de los de la otra.

- **Tensiones sobre el terreno**

Acciones variables sin sismo		
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)	
	Favorable	Desfavorable
Carga permanente (G)	1.000	1.000
Sobrecarga (Q)	0.000	1.000

Sísmica		
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)	
	Favorable	Desfavorable
Carga permanente (G)	1.000	1.000
Sobrecarga (Q)	0.000	1.000
Sismo (E)	-1.000	1.000

- **Desplazamientos**

Acciones variables sin sismo		
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)	
	Favorable	Desfavorable
Carga permanente (G)	1.000	1.000
Sobrecarga (Q)	0.000	1.000

Sísmica		
	Coeficientes parciales de seguridad (γ)	
	Favorable	Desfavorable
Carga permanente (G)	1.000	1.000
Sobrecarga (Q)	0.000	1.000
Sismo (E)	-1.000	1.000

3.4.2. Combinaciones.

- PP Peso propio
- CM Cargas permanentes
- Qa Sobrecarga de uso
- SX Sismo X

- **E.L.U. de rotura. Hormigón en cimentaciones**

Comb.	PP	CM	Qa	SX	SY
1	1.400	1.400			
2	1.200	1.200			
3	1.200	1.200	1.600		
4	1.200	1.200		-0.300	-1.000
5	1.200	1.200	0.500	-0.300	-1.000

Comb.	PP	CM	Qa	SX	SY
6	1.200	1.200		0.300	-1.000
7	1.200	1.200	0.500	0.300	-1.000
8	1.200	1.200		-1.000	-0.300
9	1.200	1.200	0.500	-1.000	-0.300
10	1.200	1.200		-1.000	0.300
11	1.200	1.200	0.500	-1.000	0.300
12	1.200	1.200		0.300	1.000
13	1.200	1.200	0.500	0.300	1.000
14	1.200	1.200		-0.300	1.000
15	1.200	1.200	0.500	-0.300	1.000
16	1.200	1.200		1.000	0.300
17	1.200	1.200	0.500	1.000	0.300
18	1.200	1.200		1.000	-0.300
19	1.200	1.200	0.500	1.000	-0.300
20	0.900	0.900			
21	0.900	0.900		-0.300	-1.000
22	0.900	0.900		0.300	-1.000
23	0.900	0.900		-1.000	-0.300
24	0.900	0.900		-1.000	0.300
25	0.900	0.900		0.300	1.000
26	0.900	0.900		-0.300	1.000
27	0.900	0.900		1.000	0.300
28	0.900	0.900		1.000	-0.300

- **E.L.U. de rotura. Madera**

Comb.	PP	CM	Qa	SX	SY
1	1.000	1.000			
2	1.350	1.350			
3	1.000	1.000	1.500		
4	1.350	1.350	1.500		
5	1.000	1.000		-0.300	-1.000
6	1.000	1.000	0.300	-0.300	-1.000
7	1.000	1.000		0.300	-1.000
8	1.000	1.000	0.300	0.300	-1.000
9	1.000	1.000		-1.000	-0.300
10	1.000	1.000	0.300	-1.000	-0.300
11	1.000	1.000		-1.000	0.300
12	1.000	1.000	0.300	-1.000	0.300
13	1.000	1.000		0.300	1.000
14	1.000	1.000	0.300	0.300	1.000
15	1.000	1.000		-0.300	1.000
16	1.000	1.000	0.300	-0.300	1.000
17	1.000	1.000		1.000	0.300
18	1.000	1.000	0.300	1.000	0.300
19	1.000	1.000		1.000	-0.300
20	1.000	1.000	0.300	1.000	-0.300

- **Desplazamientos**

Comb.	PP	CM	Qa	SX	SY
1	1.000	1.000			
2	1.000	1.000	1.000		
3	1.000	1.000		-1.000	
4	1.000	1.000	1.000	-1.000	
5	1.000	1.000		1.000	
6	1.000	1.000	1.000	1.000	
7	1.000	1.000			-1.000
8	1.000	1.000	1.000		-1.000
9	1.000	1.000			1.000
10	1.000	1.000	1.000		1.000

3.5. Datos geométricos de grupos y plantas.

Grupo	Nombre del grupo	Planta	Nombre planta	Altura	Cota
2	Primera Planta Alta	2	Primera Planta Alta	3.00	3.00
1	Planta Baja	1	Planta Baja	1.50	0.00
0	Cimentación				-1.50

3.6. Datos geométricos.

3.6.1. Columnas

GI: grupo inicial

GF: grupo final

Ang: ángulo de la columna en grados sexagesimales

Referencia	Coord(P.Fijo)	GI- GF	Vinculación exterior	Ang.	Punto fijo	Altura de apoyo
A7	(71.70,-28.25)	0-1	Con vinculación exterior	0.0	Centro	0.30
A8	(77.20,-28.25)	0-1	Con vinculación exterior	0.0	Centro	0.30
A11	(95.45,-28.25)	0-1	Con vinculación exterior	0.0	Centro	0.30
A12	(103.70,-28.25)	0-1	Con vinculación exterior	0.0	Centro	0.30
B6	(65.20,-24.15)	0-1	Con vinculación exterior	0.0	Centro	0.30
B7	(71.70,-24.15)	0-1	Con vinculación exterior	0.0	Centro	0.30
B8	(77.20,-24.15)	0-1	Con vinculación exterior	0.0	Centro	0.30
B11	(95.45,-24.15)	0-1	Con vinculación exterior	0.0	Centro	0.30
B12	(103.70,-24.15)	0-1	Con vinculación exterior	0.0	Centro	0.30
C6	(65.20,-20.25)	0-1	Con vinculación exterior	0.0	Centro	0.30
C7	(71.70,-20.25)	0-1	Con vinculación exterior	0.0	Centro	0.30
C8	(77.20,-20.25)	0-1	Con vinculación exterior	0.0	Centro	0.30
C11	(95.45,-20.25)	0-1	Con vinculación exterior	0.0	Centro	0.30

Referencia	Coord(P.Fijo)	GI- GF	Vinculación exterior	Ang.	Punto fijo	Altura de apoyo
C12	(103.70,-20.25)	0-1	Con vinculación exterior	0.0	Centro	0.30
D2	(23.03,-16.25)	0-1	Con vinculación exterior	0.0	Centro	0.30
D6	(65.20,-16.25)	0-1	Con vinculación exterior	0.0	Centro	0.30
D7	(71.70,-16.25)	0-1	Con vinculación exterior	0.0	Centro	0.30
D8	(77.20,-16.25)	0-1	Con vinculación exterior	0.0	Centro	0.30
D9	(83.45,-16.25)	0-1	Con vinculación exterior	0.0	Centro	0.30
D10	(89.45,-16.25)	0-1	Con vinculación exterior	0.0	Centro	0.30
D11	(95.45,-16.25)	0-1	Con vinculación exterior	0.0	Centro	0.30
D12	(103.70,-16.25)	0-1	Con vinculación exterior	0.0	Centro	0.30
E1	(15.03,-12.25)	0-1	Con vinculación exterior	0.0	Centro	0.30
E2	(23.03,-12.25)	0-1	Con vinculación exterior	0.0	Centro	0.30
E12	(103.70,-12.25)	0-1	Con vinculación exterior	0.0	Centro	0.30
F1	(15.03, -8.25)	0-1	Con vinculación exterior	0.0	Centro	0.30
F3	(47.70, -8.25)	0-1	Con vinculación exterior	0.0	Centro	0.30
F12	(103.70, -8.25)	0-1	Con vinculación exterior	0.0	Centro	0.30
G1	(15.03, -4.25)	0-1	Con vinculación exterior	0.0	Centro	0.30
G3	(47.70, -4.25)	0-1	Con vinculación exterior	0.0	Centro	0.30
G4	(53.20, -4.25)	0-1	Con vinculación exterior	0.0	Centro	0.30
G5	(59.70, -4.25)	0-1	Con vinculación exterior	0.0	Centro	0.30
G12	(103.70, -4.25)	0-1	Con vinculación exterior	0.0	Centro	0.30
H1	(15.03, -0.25)	0-1	Con vinculación exterior	0.0	Centro	0.30
H3	(47.70, -0.25)	0-1	Con vinculación exterior	0.0	Centro	0.30
H4	(53.20, -0.25)	0-1	Con vinculación exterior	0.0	Centro	0.30
H5	(59.70, -0.25)	0-1	Con vinculación exterior	0.0	Centro	0.30
H6	(65.20, -0.25)	0-1	Con vinculación exterior	0.0	Centro	0.30
H7	(71.70, -0.25)	0-1	Con vinculación exterior	0.0	Centro	0.30
H8	(77.20, -0.25)	0-1	Con vinculación exterior	0.0	Centro	0.30

3.6.2. Muros

Referencia	Tipo muro	GI- GF	Vértices Inicial	Vértices Final	Planta	Dimensiones Izquierda+Derecha=Total
M1	Muro de bloques de hormigón	1-2	(23.02, -0.04)	(23.02, -8.46)	2	0.205+0.205=0.41
M2	Muro de bloques de hormigón	1-2	(29.91, -8.46)	(23.02, -8.46)	2	0.205+0.205=0.41
M3	Muro de bloques de hormigón	1-2	(29.91, -8.46)	(29.91, -0.04)	2	0.205+0.205=0.41
M4	Muro de bloques de hormigón	1-2	(23.02, -0.04)	(29.91, -0.04)	2	0.205+0.205=0.41
M5	Muro de bloques de hormigón	1-2	(35.04, -8.43)	(35.04, -0.04)	2	0.205+0.205=0.41
M8	Muro de bloques de hormigón	1-2	(35.04, -0.04)	(41.90, -0.04)	2	0.205+0.205=0.41
M7	Muro de bloques de hormigón	1-2	(41.90, -0.04)	(41.90, -8.43)	2	0.205+0.205=0.41
M6	Muro de bloques de hormigón	1-2	(41.90, -8.43)	(35.04, -8.43)	2	0.205+0.205=0.41
M9	Muro de bloques de hormigón	1-2	(29.24,-12.04)	(29.24,-20.45)	2	0.205+0.205=0.41

Referencia	Tipo muro	GI-GF	Vértices		Planta	Dimensiones Izquierda+Derecha=Total
			Inicial	Final		
M10	Muro de bloques de hormigón	1-2	(35.90,-20.45)	(29.24,-20.45)	2	0.205+0.205=0.41
M11	Muro de bloques de hormigón	1-2	(35.90,-12.04)	(35.90,-20.45)	2	0.205+0.205=0.41
M12	Muro de bloques de hormigón	1-2	(35.90,-12.04)	(29.24,-12.04)	2	0.205+0.205=0.41
M13	Muro de bloques de hormigón	1-2	(40.99,-12.03)	(40.99,-20.44)	2	0.205+0.205=0.41
M16	Muro de bloques de hormigón	1-2	(47.92,-12.03)	(40.99,-12.03)	2	0.205+0.205=0.41
M15	Muro de bloques de hormigón	1-2	(47.92,-12.03)	(47.92,-20.44)	2	0.205+0.205=0.41
M14	Muro de bloques de hormigón	1-2	(47.92,-20.44)	(40.99,-20.44)	2	0.205+0.205=0.41
M21	Muro de bloques de hormigón	1-2	(52.98,-8.03)	(52.98,-16.44)	2	0.205+0.205=0.41
M24	Muro de bloques de hormigón	1-2	(59.89,-8.03)	(52.98,-8.03)	2	0.205+0.205=0.41
M23	Muro de bloques de hormigón	1-2	(59.89,-8.03)	(59.89,-16.44)	2	0.205+0.205=0.41
M22	Muro de bloques de hormigón	1-2	(52.98,-16.44)	(59.89,-16.44)	2	0.205+0.205=0.41
M25	Muro de bloques de hormigón	1-2	(65.02,-4.06)	(65.02,-12.47)	2	0.205+0.205=0.41
M26	Muro de bloques de hormigón	1-2	(65.02,-12.47)	(71.91,-12.47)	2	0.205+0.205=0.41
M27	Muro de bloques de hormigón	1-2	(71.91,-12.47)	(71.91,-4.06)	2	0.205+0.205=0.41
M28	Muro de bloques de hormigón	1-2	(71.91,-4.06)	(65.02,-4.06)	2	0.205+0.205=0.41
M29	Muro de bloques de hormigón	1-2	(76.99,-4.04)	(76.99,-12.49)	2	0.205+0.205=0.41
M30	Muro de bloques de hormigón	1-2	(76.99,-12.49)	(83.91,-12.49)	2	0.205+0.205=0.41
M31	Muro de bloques de hormigón	1-2	(83.91,-12.49)	(83.91,-4.04)	2	0.205+0.205=0.41
M32	Muro de bloques de hormigón	1-2	(83.91,-4.04)	(76.99,-4.04)	2	0.205+0.205=0.41
M33	Muro de bloques de hormigón	1-2	(82.98,-20.01)	(82.98,-28.46)	2	0.205+0.205=0.41
M34	Muro de bloques de hormigón	1-2	(82.98,-28.46)	(89.92,-28.46)	2	0.205+0.205=0.41
M35	Muro de bloques de hormigón	1-2	(89.92,-28.46)	(89.92,-20.01)	2	0.205+0.205=0.41
M36	Muro de bloques de hormigón	1-2	(82.98,-20.01)	(89.92,-20.01)	2	0.205+0.205=0.41
M37	Muro de bloques de hormigón	1-2	(89.03,-4.05)	(89.03,-12.44)	2	0.205+0.205=0.41
M38	Muro de bloques de hormigón	1-2	(95.91,-12.44)	(89.03,-12.44)	2	0.205+0.205=0.41
M39	Muro de bloques de hormigón	1-2	(95.91,-4.05)	(95.91,-12.44)	2	0.205+0.205=0.41
M40	Muro de bloques de hormigón	1-2	(95.91,-4.05)	(89.03,-4.05)	2	0.205+0.205=0.41
M ho 12	Muro de hormigón armado	0-2	(5.80,-12.28)	(8.92, 1.99)	2 1	0.15+0.15=0.3 0.15+0.15=0.3
M ho 1	Muro de hormigón armado	0-2	(8.92, 1.99)	(77.08, 1.99)	2 1	0.15+0.15=0.3 0.15+0.15=0.3
M ho 2	Muro de hormigón armado	0-2	(77.08, 1.99)	(84.72, -0.42)	2 1	0.15+0.15=0.3 0.15+0.15=0.3
M ho 3	Muro de hormigón armado	0-2	(84.72, -0.42)	(111.06, -0.42)	2 1	0.15+0.15=0.3 0.15+0.15=0.3

Referencia	Tipo muro	GI-GF	Vértices		Planta	Dimensiones Izquierda+Derecha=Total
			Inicial	Final		
M ho 4	Muro de hormigón armado	0-2	(111.06,-33.48)	(111.06, -0.42)	2 1	0.15+0.15=0.3 0.15+0.15=0.3
M ho 5	Muro de hormigón armado	0-2	(70.78,-33.48)	(111.06,-33.48)	2 1	0.15+0.15=0.3 0.15+0.15=0.3
M ho 6	Muro de hormigón armado	0-2	(59.10,-24.44)	(70.78,-33.48)	2 1	0.15+0.15=0.3 0.15+0.15=0.3
M ho 7	Muro de hormigón armado	0-2	(59.10,-24.44)	(59.10,-18.60)	2 1	0.15+0.15=0.3 0.15+0.15=0.3
M ho 8	Muro de hormigón armado	0-2	(53.92,-18.60)	(59.10,-18.60)	2 1	0.15+0.15=0.3 0.15+0.15=0.3
M ho 9	Muro de hormigón armado	0-2	(53.92,-24.35)	(53.92,-18.60)	2 1	0.15+0.15=0.3 0.15+0.15=0.3
M ho 10	Muro de hormigón armado	0-2	(33.09,-24.35)	(53.92,-24.35)	2 1	0.15+0.15=0.3 0.15+0.15=0.3
M ho 11	Muro de hormigón armado	0-2	(5.80,-12.28)	(33.09,-24.35)	2 1	0.15+0.15=0.3 0.15+0.15=0.3

3.6.3. Empujes y zapata del muro

Referencia	Empujes	Zapata del muro
M1	Empuje izquierdo: Sin empujes Empuje derecho: Sin empujes	Zapata corrida: 1.450 x 0.500 Vuelos: izq.:0.52 der.:0.52 altura:0.50
M2	Empuje izquierdo: Sin empujes Empuje derecho: Sin empujes	Zapata corrida: 1.450 x 0.500 Vuelos: izq.:0.52 der.:0.52 altura:0.50
M3	Empuje izquierdo: Sin empujes Empuje derecho: Sin empujes	Zapata corrida: 1.450 x 0.500 Vuelos: izq.:0.52 der.:0.52 altura:0.50
M4	Empuje izquierdo: Sin empujes Empuje derecho: Sin empujes	Zapata corrida: 1.450 x 0.500 Vuelos: izq.:0.52 der.:0.52 altura:0.50
M5	Empuje izquierdo: Sin empujes Empuje derecho: Sin empujes	Zapata corrida: 1.450 x 0.500 Vuelos: izq.:0.52 der.:0.52 altura:0.50
M8	Empuje izquierdo: Sin empujes Empuje derecho: Sin empujes	Zapata corrida: 1.450 x 0.500 Vuelos: izq.:0.52 der.:0.52 altura:0.50
M7	Empuje izquierdo: Sin empujes Empuje derecho: Sin empujes	Zapata corrida: 1.450 x 0.500 Vuelos: izq.:0.52 der.:0.52 altura:0.50
M6	Empuje izquierdo: Sin empujes Empuje derecho: Sin empujes	Zapata corrida: 1.450 x 0.500 Vuelos: izq.:0.52 der.:0.52 altura:0.50
M9	Empuje izquierdo: Sin empujes Empuje derecho: Sin empujes	Zapata corrida: 1.450 x 0.500 Vuelos: izq.:0.52 der.:0.52 altura:0.50

Referencia	Empujes	Zapata del muro
M10	Empuje izquierdo: Sin empujes Empuje derecho: Sin empujes	Zapata corrida: 1.450 x 0.500 Vuelos: izq.:0.52 der.:0.52 altura:0.50
M11	Empuje izquierdo: Sin empujes Empuje derecho: Sin empujes	Zapata corrida: 1.450 x 0.500 Vuelos: izq.:0.52 der.:0.52 altura:0.50
M12	Empuje izquierdo: Sin empujes Empuje derecho: Sin empujes	Zapata corrida: 1.450 x 0.500 Vuelos: izq.:0.52 der.:0.52 altura:0.50
M13	Empuje izquierdo: Sin empujes Empuje derecho: Sin empujes	Zapata corrida: 1.450 x 0.500 Vuelos: izq.:0.52 der.:0.52 altura:0.50
M16	Empuje izquierdo: Sin empujes Empuje derecho: Sin empujes	Zapata corrida: 1.450 x 0.500 Vuelos: izq.:0.52 der.:0.52 altura:0.50
M15	Empuje izquierdo: Sin empujes Empuje derecho: Sin empujes	Zapata corrida: 1.450 x 0.500 Vuelos: izq.:0.52 der.:0.52 altura:0.50
M14	Empuje izquierdo: Sin empujes Empuje derecho: Sin empujes	Zapata corrida: 1.450 x 0.500 Vuelos: izq.:0.52 der.:0.52 altura:0.50
M21	Empuje izquierdo: Sin empujes Empuje derecho: Sin empujes	Zapata corrida: 1.450 x 0.500 Vuelos: izq.:0.52 der.:0.52 altura:0.50
M24	Empuje izquierdo: Sin empujes Empuje derecho: Sin empujes	Zapata corrida: 1.450 x 0.500 Vuelos: izq.:0.52 der.:0.52 altura:0.50
M23	Empuje izquierdo: Sin empujes Empuje derecho: Sin empujes	Zapata corrida: 1.450 x 0.500 Vuelos: izq.:0.52 der.:0.52 altura:0.50
M22	Empuje izquierdo: Sin empujes Empuje derecho: Sin empujes	Zapata corrida: 1.450 x 0.500 Vuelos: izq.:0.52 der.:0.52 altura:0.50
M25	Empuje izquierdo: Sin empujes Empuje derecho: Sin empujes	Zapata corrida: 1.450 x 0.500 Vuelos: izq.:0.52 der.:0.52 altura:0.50
M26	Empuje izquierdo: Sin empujes Empuje derecho: Sin empujes	Zapata corrida: 1.450 x 0.500 Vuelos: izq.:0.52 der.:0.52 altura:0.50
M27	Empuje izquierdo: Sin empujes Empuje derecho: Sin empujes	Zapata corrida: 1.450 x 0.500 Vuelos: izq.:0.52 der.:0.52 altura:0.50
M28	Empuje izquierdo: Sin empujes Empuje derecho: Sin empujes	Zapata corrida: 1.450 x 0.500 Vuelos: izq.:0.52 der.:0.52 altura:0.50

Referencia	Empujes	Zapata del muro
M29	Empuje izquierdo: Sin empujes Empuje derecho: Sin empujes	Zapata corrida: 1.450 x 0.500 Vuelos: izq.:0.52 der.:0.52 altura:0.50
M30	Empuje izquierdo: Sin empujes Empuje derecho: Sin empujes	Zapata corrida: 1.450 x 0.500 Vuelos: izq.:0.52 der.:0.52 altura:0.50
M31	Empuje izquierdo: Sin empujes Empuje derecho: Sin empujes	Zapata corrida: 1.450 x 0.500 Vuelos: izq.:0.52 der.:0.52 altura:0.50
M32	Empuje izquierdo: Sin empujes Empuje derecho: Sin empujes	Zapata corrida: 1.450 x 0.500 Vuelos: izq.:0.52 der.:0.52 altura:0.50
M33	Empuje izquierdo: Sin empujes Empuje derecho: Sin empujes	Zapata corrida: 1.450 x 0.500 Vuelos: izq.:0.52 der.:0.52 altura:0.50
M34	Empuje izquierdo: Sin empujes Empuje derecho: Sin empujes	Zapata corrida: 1.450 x 0.500 Vuelos: izq.:0.52 der.:0.52 altura:0.50
M35	Empuje izquierdo: Sin empujes Empuje derecho: Sin empujes	Zapata corrida: 1.450 x 0.500 Vuelos: izq.:0.52 der.:0.52 altura:0.50
M36	Empuje izquierdo: Sin empujes Empuje derecho: Sin empujes	Zapata corrida: 1.450 x 0.500 Vuelos: izq.:0.52 der.:0.52 altura:0.50
M37	Empuje izquierdo: Sin empujes Empuje derecho: Sin empujes	Zapata corrida: 1.450 x 0.500 Vuelos: izq.:0.52 der.:0.52 altura:0.50
M38	Empuje izquierdo: Sin empujes Empuje derecho: Sin empujes	Zapata corrida: 1.450 x 0.500 Vuelos: izq.:0.52 der.:0.52 altura:0.50
M39	Empuje izquierdo: Sin empujes Empuje derecho: Sin empujes	Zapata corrida: 1.450 x 0.500 Vuelos: izq.:0.52 der.:0.52 altura:0.50
M40	Empuje izquierdo: Sin empujes Empuje derecho: Sin empujes	Zapata corrida: 1.450 x 0.500 Vuelos: izq.:0.52 der.:0.52 altura:0.50
M ho 12	Empuje izquierdo: Sin empujes Empuje derecho: Sin empujes	Zapata corrida: 1.300 x 0.500 Vuelos: izq.:0.50 der.:0.50 altura:0.50
M ho 1	Empuje izquierdo: Sin empujes Empuje derecho: Sin empujes	Zapata corrida: 1.300 x 0.500 Vuelos: izq.:0.50 der.:0.50 altura:0.50
M ho 2	Empuje izquierdo: Sin empujes Empuje derecho: Sin empujes	Zapata corrida: 1.300 x 0.500 Vuelos: izq.:0.50 der.:0.50 altura:0.50

Referencia	Empujes	Zapata del muro
M ho 3	Empuje izquierdo: Sin empujes Empuje derecho: Sin empujes	Zapata corrida: 1.300 x 0.500 Vuelos: izq.:0.50 der.:0.50 altura:0.50
M ho 4	Empuje izquierdo: Sin empujes Empuje derecho: Sin empujes	Zapata corrida: 1.300 x 0.500 Vuelos: izq.:0.50 der.:0.50 altura:0.50
M ho 5	Empuje izquierdo: Sin empujes Empuje derecho: Sin empujes	Zapata corrida: 1.300 x 0.500 Vuelos: izq.:0.50 der.:0.50 altura:0.50
M ho 6	Empuje izquierdo: Sin empujes Empuje derecho: Sin empujes	Zapata corrida: 1.300 x 0.500 Vuelos: izq.:0.50 der.:0.50 altura:0.50
M ho 7	Empuje izquierdo: Sin empujes Empuje derecho: Sin empujes	Zapata corrida: 1.300 x 0.500 Vuelos: izq.:0.50 der.:0.50 altura:0.50
M ho 8	Empuje izquierdo: Sin empujes Empuje derecho: Sin empujes	Zapata corrida: 1.300 x 0.500 Vuelos: izq.:0.50 der.:0.50 altura:0.50
M ho 9	Empuje izquierdo: Sin empujes Empuje derecho: Sin empujes	Zapata corrida: 1.300 x 0.500 Vuelos: izq.:0.50 der.:0.50 altura:0.50
M ho 10	Empuje izquierdo: Sin empujes Empuje derecho: Sin empujes	Zapata corrida: 1.300 x 0.500 Vuelos: izq.:0.50 der.:0.50 altura:0.50
M ho 11	Empuje izquierdo: Sin empujes Empuje derecho: Sin empujes	Zapata corrida: 1.300 x 0.500 Vuelos: izq.:0.50 der.:0.50 altura:0.50

3.7. Dimensiones, coeficientes de empotramiento y de pandeo.

Columna	Planta	Dimensiones (cm)	Coeficiente de empotramiento		Coeficiente de pandeo		Coeficiente de rigidez axial
			Cabeza	Pie	X	Y	
Para todas las columnas	1	50x50	0.30	1.00	1.00	1.00	2.00

3.8. Losas y elementos de fundación.

Tensión admisible en situaciones persistentes: 2.00 kp/cm²

Tensión admisible en situaciones accidentales: 2.00 kp/cm²

3.9. Materiales utilizados.

3.9.1. Hormigones.

Elemento	Hormigón	$f'c$ (kg/cm ²)	γ_c	Tamaño máximo del árido (mm)	E_c (kg/cm ²)
Todos	$f'c=240$	240	1.00	30	234857

3.9.2. Aceros en barra.

Elemento	Acero	f_y (kg/cm ²)	γ_s
Todos	Grado 60 (Latinoamérica)	4200	1.00

3.9.3. Aceros en perfiles.

Tipo de acero para perfiles	Acero	Límite elástico (kg/cm ²)	Módulo de elasticidad (kg/cm ²)
Acero conformado	ASTM A 36 36 ksi	2548	2069317
Acero laminado	ASTM A 36 36 ksi	2548	2038736

3.9.4. Muros de bloques de hormigón.

Acero barras verticales Grado 60 (Latinoamérica)

Acero barras horizontales Grade 40

- **Descripción de materiales.**

Tabla de materiales para muros de bloques de hormigón				
Muros	Serie de bloques		Bloque	
	Nombre	Descripción	Nombre	Geometría
En todos los muros	BAHAREQUE	E: 19200.00 kp/cm ² v: 0.25 γ : 1.18 kg/dm ³ fd: 24.00 kp/cm ² fvd: 8.00 kp/cm ²	Serif	Bloque: 100.0 x 40.0 x 100.0 1/2 Bloque: 49.5 x 40.0 x 100.0

Tabla de materiales para muros de bloques de hormigón				
Muros	Serie de bloques		Bloque	
	Nombre	Descripción	Nombre	Geometría
Notación: <i>E</i> : Módulo de elasticidad <i>v</i> : Módulo de poisson <i>γ</i> : Peso específico <i>fd</i> : Resistencia de cálculo a compresión <i>fvd</i> : Resistencia de cálculo a cortante <i>fxd,v</i> : Resistencia de cálculo a flexión vertical (alrededor del eje horizontal) <i>fxd,h</i> : Resistencia de cálculo a flexión horizontal (alrededor del eje vertical)				

• **Composición.**

Planta Baja		
Referencia	Juntas verticales (mm)	Número
M1, M7, M11, M15, M23, M27, M31, M35 y M39	10	8
M2, M6, M14, M22, M28, M32, M36 y M40	10	6
M3, M5, M13, M21, M25, M29, M33 y M37	10	8 + (1/2)
M4, M8, M12, M16, M24, M26, M30, M34 y M38	10	6 + (1/2)
M9	10	7 + (1/2)
M10	10	7

En todos los muros (Planta Baja)

Juntas horizontales: 10 mm
 N° Hiladas: 2
 Bloques: Serif
 Nota: El número de bloques es orientativo, no se tienen en cuenta los huecos ni los encuentros con otros muros.

• **Cómputos de bloques (piezas).**

• Planta Baja							
Serie de bloques	Bloque	Superficies (m ²)			N° de piezas		
		Bruta	Huecos	Neta	Completas	Medias	Esquina
BAHAREQUE	Serif	712.94	0.00	712.94	521	72	0

*En la vista de los muros se puede ver la disposición de las piezas de relleno.
 Las piezas de relleno se contabilizan como piezas completas o medias dependiendo de su dimensión.*

Total							
Serie de bloques	Bloque	Superficies (m ²)			N° de piezas		
		Bruta	Huecos	Neta	Completas	Medias	Esquina
BAHAREQUE	Serif	712.94	0.00	712.94	521	72	0

Total							
		Superficies (m ²)			Nº de piezas		
Serie de bloques	Bloque	Bruta	Huecos	Neta	Completas	Medias	Esquina
<i>En la vista de los muros se puede ver la disposición de las piezas de relleno.</i>							
<i>Las piezas de relleno se contabilizan como piezas completas o medias dependiendo de su dimensión.</i>							

Los esfuerzos, justificación sísmica y cálculos estructurales de bungalows por separado, se encuentran en el anexo estructural.

CAPÍTULO VI

PLANOS Y ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

4.1. Planos.

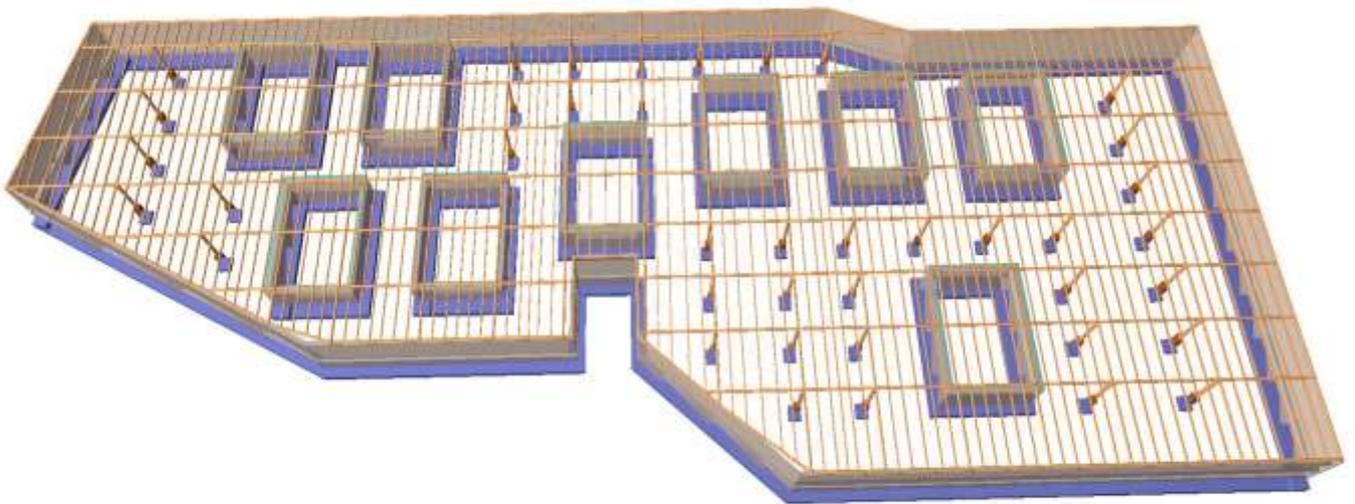


Figura 24: Modelación estructural completa
Fuente: Autor

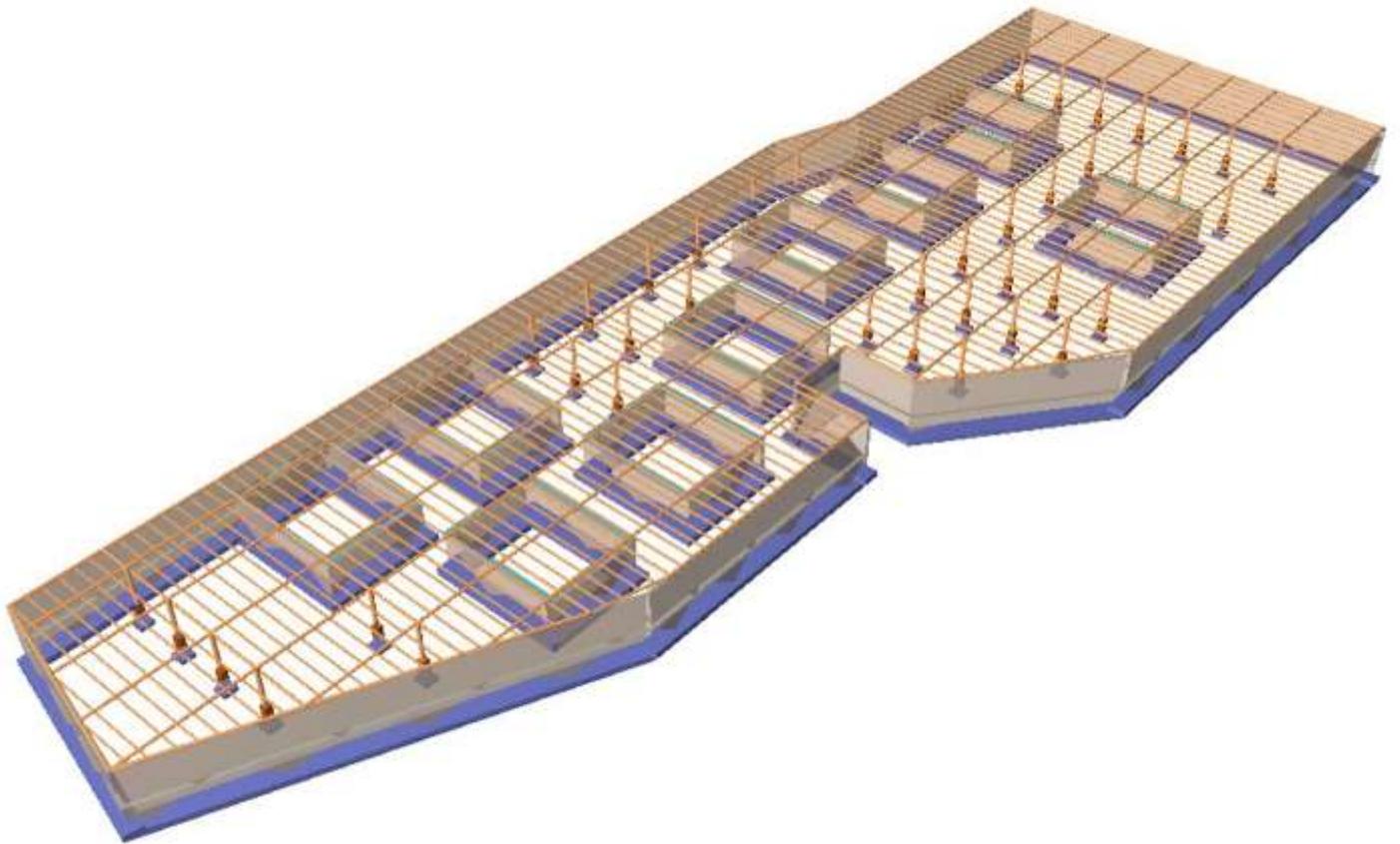


Figura 25: Modelación estructural completa
Fuente: Autor

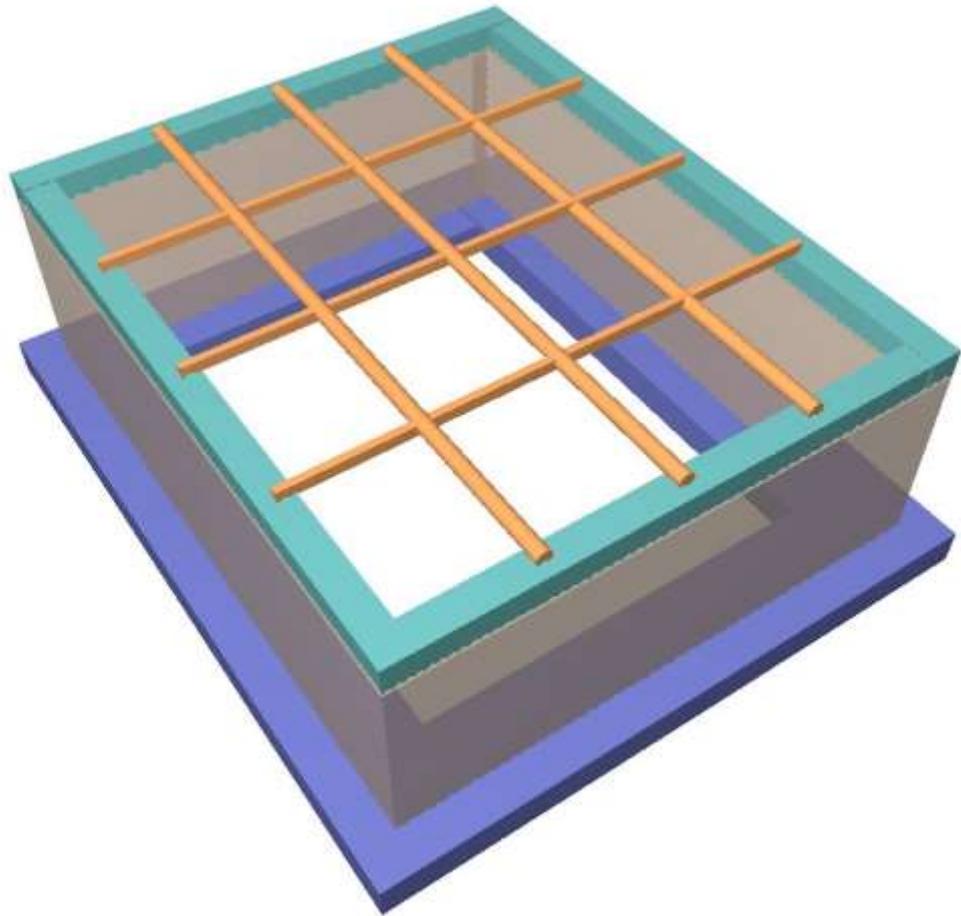


Figura 26: Modelación estructural bungalow
Fuente: Autor

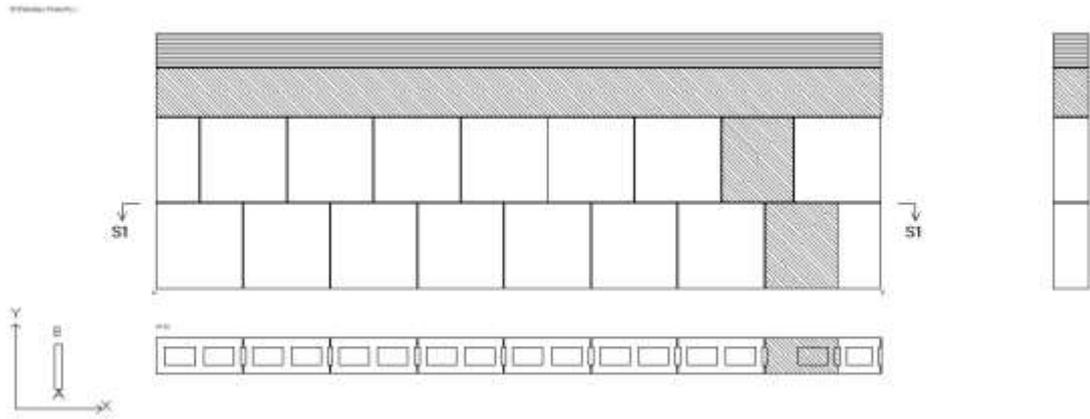


Figura 27: Detalle muros de bajareque primera planta
Fuente: Autor

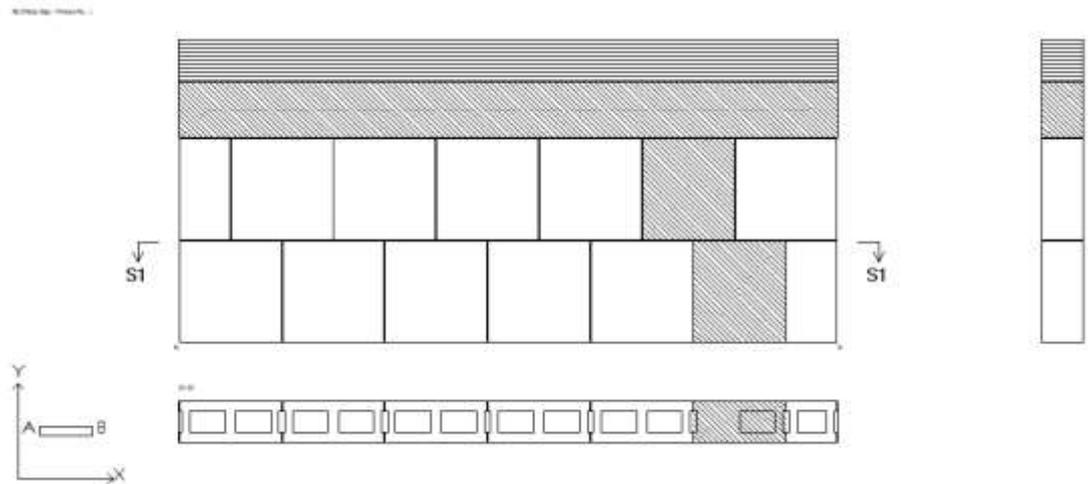


Figura 28: Detalle muros de bajareque primera planta
Fuente: Autor

Escala: 1:25	
TESIS HACIENDA YAKANA	
	Viga / Losa
	Pieza especial de relleno

4.2. Especificaciones Técnicas.

Las especificaciones técnicas mencionadas a continuación se tomaron del Colegio de Arquitectos del Ecuador sede Pichincha (C.A.E., 1997) y fueron consideradas por los rubros y materiales utilizados en la modelación sin considerar el bahareque.

4.2.1. Muros de hormigón.

Descripción.

Es el hormigón simple de determinada resistencia, que se lo utiliza para la conformación de muros soportantes y de contención, generalmente expuestos a esfuerzos de carga y empuje, y que requieren de encofrados y acero de refuerzo para su fundición.

El objetivo es la construcción de muros de hormigón, especificados en planos estructurales y demás documentos del proyecto. Incluye el proceso de fabricación, vertido y curado del hormigón.

- **Unidad:** Metro cúbico (m³).
- **Materiales mínimos:** Cemento tipo portland, árido fino, árido grueso, agua; que cumplirán con las especificaciones técnicas de materiales.
- **Equipo mínimo:** Herramienta menor, concretera, vibrador, andamios.
- **Mano de obra mínima calificada:** Categorías I , III y V.

Control de calidad, referencias normativas, aprobaciones.

El hormigón cumplirá con lo indicado en la especificación técnica de “Preparación, transporte, vertido y curado del hormigón” del presente estudio.

- **Requerimientos previos.**

1. Revisión de los diseños del hormigón a ejecutar y los planos del proyecto.
Verificación de la resistencia del suelo efectiva y las recomendaciones del

informe y/o el consultor estructural; verificación de los rellenos y el empuje que soportará el muro.

2. Medidas de seguridad para la ejecución de los trabajos.
3. Estabilidad del talud o corte a soportar (para muros fundidos contra cortes sin relleno posterior).
4. Sistema de drenaje de rellenos e impermeabilización del muro.
5. Compactación y terminado de las áreas a ponerse en contacto con el hormigón. Replanteo terminado.
6. Ubicación y sustentación de sistema de andamios, para personal y transporte y vertido de concreto.
7. Encofrados estables, estancos y húmedos para recibir el hormigón, aprobados por fiscalización.
8. Acero de refuerzo, instalaciones embebidas y otros aprobado por fiscalización.
9. Colocación y distribución de acero de refuerzo, para arriostramientos posteriores.
10. Tipo, dosificación, instrucciones y recomendaciones al utilizar aditivos.
11. Ubicación y definición de juntas de construcción y de dilatación a observarse en la ejecución del rubro. Definición de la forma y etapas de trabajo.
12. Fiscalización indicará que se puede iniciar con el hormigonado.

- **Durante la ejecución.**

1. Verificación de plomos, niveles, deslizamientos, pandeos o cualquier deformación de encofrados, su arriostramiento y apuntalamiento.
2. Ejecución por secciones, de acuerdo con la longitud y altura del muro.
3. Hormigonado por capas uniformes y del espesor máximo determinado; una vez iniciado este será continuo. Control del proceso de vibrado, especialmente en las zonas bajas.
4. Control de la ubicación del acero de refuerzo, separadores e instalaciones embebidas.
5. Control en la ejecución del tipo y forma de las juntas de construcción y de las juntas de dilatación .

- **Posterior a la ejecución.**

1. Las superficies a la vista serán lisas y limpias de cualquier rebaba o desperdicio.
2. Comprobación de niveles, plomos y alturas con los planos del proyecto.
3. Cuidados para no provocar daños al hormigón, durante el proceso de desencofrado.
4. Evitar cargar al elemento recién fundido hasta que no haya adquirido el 70% de su resistencia de diseño.
5. Impermeabilización de la cara posterior, antes de proceder con el relleno y otros trabajos posteriores.
6. Cuidado y mantenimiento hasta el momento del uso y/o entrega recepción del rubro.

Ejecución y complementación.

En general es conveniente realizar la ejecución progresiva del muro por tramos, garantizando un recíproco encastramiento de las secciones del muro y la impermeabilidad del conjunto.

Con el hormigón simple elaborado en obra o premezclado se procederá a colocar en capas de espesor que permitan un fácil vibrado y compactación del hormigón que se va vertiendo. Este procedimiento se lo repetirá hasta completar las dimensiones del muro, según planos del proyecto

En el momento de desencofrado, se cuidará de no provocar daños y desprendimientos en las aristas del muro fundido, y de existir se procederá a cubrir las fallas en forma inmediata, por medio de un mortero de similar características al hormigón utilizado.

Las juntas de construcción deberán mantener el diseño y forma preestablecida (preferiblemente machihembrada), debiendo estar totalmente limpias y humedecidas, para proseguir con el siguiente tramo. En las juntas de dilatación, deberá colocarse, preferiblemente al centro, el material de sellado

Fiscalización aprobará o rechazará la entrega del rubro concluido, se sujetará a los resultados de las pruebas de laboratorio y de campo; así como las tolerancias y condiciones en las que se hace dicha entrega.

Medición y pago.

La medición se la hará en unidad de volumen y su pago será por metro cúbico “ M3 “. Se cubicará las tres dimensiones del elemento ejecutado: largo, ancho y altura; es decir el volumen real del rubro ejecutado.

4.2.2. Madera estructural.**Descripción.**

Se considera al conjunto de actividades necesarias para la provisión, montaje, ensamble y sujeción de la madera a ser utilizada en la estructura de una edificación.

El objetivo es la construcción de la estructura de madera según los planos del proyecto, detalles constructivos, planos de taller, indicaciones de la dirección técnica y la fiscalización. Dicha construcción no contempla : cimentación, pisos, muros y cubierta.

- **Unidad:** Metro cúbico (m3).
- **Materiales mínimos:** Madera estructural de _____, tol galvanizado, pletina, pernos, pintura anticorrosiva, thinner, clavos, tornillos, tacos fisher, brea, tarugos de madera, pegamento para madera, repelentes de agua, brea, cartones asfálticos : que cumplirán con el capítulo de especificaciones técnicas de materiales.
- **Equipo mínimo:** Herramienta menor, maquinaria y herramienta para carpintería, andamios, puntales, equipo para elevación de piezas de madera.
- **Mano de obra mínima calificada:** Categorías II, IV y V.

Control de calidad, referencias normativas, aprobaciones.

- **Requerimientos previos.**

Previo a la ejecución del rubro se verificarán los planos del proyecto correspondientes a los estudios : arquitectónico, estructural, de instalaciones y de detalles. Se

observarán y cumplirán las siguientes indicaciones previo la ejecución de la estructura de madera.

- Coordinación con los diseños, verificando dimensiones comerciales de los elementos de madera.
 - Ejecución de planos de taller, por parte del constructor, complementando y ampliando los existentes, para el detalle completo de la estructura a ejecutar.
1. Selección del material a utilizar, de acuerdo a requerimientos de planos y existencias en el mercado. La selección, en el caso de carencia de la madera especificada, se podrá sustituir con maderas de similar apariencia, densidad relativa y resistencia, previa la aprobación de la dirección técnica y la fiscalización, para lo que se observará las recomendaciones de PADT-REFORT: GRUPOS DE ESPECIES ESTUDIADAS EN EL PADT-REFORT PARA MADERA ESTRUCTURAL.
 - A Caimitillo, Guayacán pechiche.
 - B Chanul, Moral fino, Pituca.
 - C Fernansánchez, Mascarey, Sande.
 2. Se denomina “A” al grupo de maderas de mayor resistencia, “B” al grupo intermedio y “C” al grupo de menor resistencia. Las densidades básicas de las maderas del grupo “A” están por lo general en el rango de 0,71 a 0,90, las del grupo “B” entre 0,56 y 0,70 y las del grupo “C” entre 0,40 y 0,55.
 3. Presentación de muestras del tipo, clase y calidad de los elementos de madera y restantes materiales, para ser aprobados por fiscalización.
 4. Ensayos de contenido de humedad de la madera: será del 18% con una tolerancia del +- 2%. Para lugares muy húmedos, se establecerá la humedad de equilibrio de la madera y/o la humedad promedio de la zona.
 5. Pruebas de resistencia de la madera a utilizar, que cumplirá con la determinada en planos. Registro de los resultados.
 6. Proceso de tratamiento y preservación de la madera que se ha de utilizar: de acuerdo con los requerimientos de ubicación de las piezas estructurales, el acabado previsto y la naturaleza de la madera, el constructor preservará toda la madera de la estructura, mediante sistemas y procedimientos aprobados por la fiscalización. El proceso de tratamiento de la madera se regirá a lo especificado en el rubro “Tratamiento y preservación de la madera”, del presente capítulo.

7. Construcción de los elementos estructurales de cimentación requeridos: terminados.
8. Sistema de instalaciones: sanitaria, hidráulica, eléctrica, drenaje y otros requeridos bajo el terreno: terminados. Al detectar zonas húmedas, inspección, determinación de las fuentes y eliminación de las mismas.
9. Sistemas de drenaje de aguas lluvias de la zona circundante: terminado.
10. Replanteo y trazado de ejes, puntos y demás que determinen la ubicación de la estructura.
11. Dotación de la maquinaria y herramienta mínima requerida y ubicada en obra.
12. Disponer de un sitio adecuado en obra, seco, cubierto y ventilado, para corte, pulido y ensambles requeridos.
13. Medidas de protección y seguridad para los obreros que ejecutan el rubro.

- **Durante la ejecución.**

Verificado las indicaciones anteriores, se dará inicio a la elaboración y construcción de la estructura de la edificación. En todo el proceso se observará y controlará :

1. Control de las dimensiones y escuadrías. La madera deberá estar libre de alabeos, fracturas, rajaduras, grietas, picados o cualquier otro defecto aparente. Control de la humedad de las maderas que se incorporan a la estructura.
2. Verificación de dimensiones de las piezas trabajadas. La elaboración de piezas o elementos de madera tendrá las siguientes tolerancias:

1.- En la habilitación de piezas.

Sección transversal a) - 1 mm., + 2 mm. en dimensiones menores de 150 mm.

b) - 2 mm., + 4 mm. en dimensiones mayores de 150 mm.

En longitud: - 1 mm., + 3 mm. en todas las piezas.

La elaboración de piezas o elementos de madera tendrá las siguientes tolerancias:

2.- En la fabricación o construcción de componentes.

Es recomendable conservar las siguientes tolerancias al fabricar componentes como muros y cerchas.

Muros :

La longitud de los muros debe construirse con menos 3 mm. de la dimensión teórica. Sobre ésta dimensión se permite una tolerancia de +- 2 mm.

La altura de los muros debe construirse con la dimensión teórica y una tolerancia de +- 2 mm.

Cerchas o armaduras y tímpanos :

La longitud de cerchas o armaduras y tímpanos debe tener una tolerancia de +- 0,5 mm. por metro de longitud. La altura debe tener una tolerancia de +- 1 mm. por metro de altura.

(Tomado del “Manual de diseño para maderas del Grupo Andino PADT-REFORT”. Sección 3.5 y 3.6).

3. Protección de la madera en cimientos: con barreras o elementos que impidan el contacto de la humedad con la madera.
4. Madera enterrada en el piso será: de durabilidad reconocida (Tipo “A” o “B”), preservada a presión y cubierto con brea o alquitrán.
5. Protección del elemento con cartón asfáltico o brea en el empotramiento con la mampostería.
6. Control del empotramiento de instalaciones en general.
7. Control del proceso de preservación de la madera.
8. Verificación continua de niveles, plomos, alineamientos, sujeciones y similares.
9. Control del proceso progresivo e ininterrumpido de ejecución de obra y verificación de ejecución de protecciones temporales del trabajo en proceso.
10. Verificación de espesor, penetración y espaciamientos mínimos en la utilización de clavos.
11. Espesor y espaciamientos mínimos en la utilización de pernos.
12. Control del uso de placas, pletinas y similares con protección anticorrosiva.
13. Las piezas de madera que se dispongan horizontalmente, tendrán caída suficiente para que el agua se escurra y descargue fácilmente.
14. Sellado y masillado de agujeros de clavos, fallas o porosidades de la madera: con polvo de madera y cola.
15. Lijado y pulido de las superficies vistas, una vez terminado el armado.
16. Limpieza general para la entrega del rubro concluido.

- **Posterior a la ejecución.**

1. Verificación de la calidad, aspecto y estabilidad de la estructura: alineamientos, plomos, niveles, sujeciones, ensambles y acabados de la estructura de madera.
2. Pruebas finales que fiscalización estime necesarias para la aprobación del rubro.
3. Piezas exteriores recubiertas con material que repela el agua, especialmente en juntas y ensambles y que permita la colocación del acabado final.
4. Ajuste de elementos de unión, que por contracción de la madera se hayan desajustado.
5. Mantenimiento y limpieza total del rubro hasta la entrega y recepción de la obra.

Ejecución y complementación.

El constructor en forma conjunta con fiscalización verificarán que los trabajos tales como: plintos, muros, vigas de cimentación, pilotes, losas de cimentación, cadenas y otros elementos, así como el sistema de instalaciones eléctricas, sanitarias, hidráulicas y similares que se encuentren bajo tierra y demás establecidos en planos del proyecto, se encuentren totalmente concluidos y aptos para recibir la estructura de madera; se verificará el replanteo de la estructura a ejecutar.

Se iniciarán los trabajos con la recepción de la madera en obra, de acuerdo con las aprobaciones previas, en ambientes cubiertos, limpios y ventilados y proceder a su apilamiento, siempre separadas del suelo en un mínimo de 150 mm. Se procederá con el corte y preparación de la madera y la realización de cajas, espigas, machimbres y demás sistemas de empalme y sujeción, para proceder con el cepillado y pulido final antes de su tratamiento para preservación y armado.

Se proseguirá con el tratamiento para la preservación de la madera, de acuerdo con el sistema establecido previamente. En general, se observarán las recomendaciones de PAD-REFORT, (Junta del Acuerdo de Cartagena: Manual de Diseño para maderas del grupo Andino 4a. Edición Preliminar. 1984), aplicables en obra: por brocha,

pulverización, baño caliente - frío; los tratamientos a presión deberán realizarse fuera de la obra.

El rubro comprende la estructura total de una edificación, por lo que tendrá una secuencia progresiva y lógica de ejecución: se iniciará con los elementos de cimentación como soleras de zócalo, vigas de piso, continuando con las columnas y elementos verticales como pie derecho, puntal inferior y superior, riostras, diagonales, elementos horizontales como travesaños, dinteles, solera superior, solera de amarre entre otros. Finalmente se concluirá con la cubierta formada por: cercha, cuerda superior e inferior, tirante, puntal, correa, vigas y vigas de cumbrero, limatesa o limahoya entre otros.

El constructor proveerá de todos los apuntalamientos necesarios, para aplomar columnas, paneles y demás elementos que lo requieran. Previa a su fijación, se verificará plomos, alineamientos y niveles. Igualmente, de ejecutarse trabajos de desbaste en la madera previamente tratada, se procederá nuevamente con su tratamiento, antes de la fijación de estos elementos.

En general, todas las maderas del grupo estructural “C” y muchas del grupo “B” pueden clavarse fácilmente; las maderas mas densas y/o mas secas son por lo general más difíciles de clavar. Si se clavan maderas del grupo “A”, se deberá hacer un pre - taladrado con un diámetro del orden de 0,8 veces el diámetro del clavo, a menos que se utilice clavos de alta resistencia.

Las uniones empernadas son particularmente eficientes con maderas de los grupos “A” y “B”, pero igualmente pueden utilizarse con maderas del grupo “C”. Los pernos y pletinas metálicas deben ser de acero de grado estructural, con esfuerzo de fluencia no menor que 2300 kg./cm.2. Deben colocarse arandelas o pletinas metálicas entre la cabeza del perno y la madera y entre la tuerca y la madera, para evitar esfuerzos de aplastamiento. (Tomado del “Manual de diseño para maderas del Grupo Andino”)

En las uniones y sujeciones sin detalle, se observarán las recomendaciones para uniones clavadas sometidas a cizallamiento, a extracción y los espesores mínimos y espaciamiento para clavos; para uniones empernadas sometidas a simple, doble y

múltiple cizallamiento, conforme las recomendaciones y comentarios establecidos en el capítulo 12 “ Uniones” del Manual de Diseño para maderas del Grupo Andino.

Para la entrega del rubro concluido, se ha de realizar una limpieza y retiro de todo material excedente producto de la ejecución de éste rubro, que se encuentre en el sitio de la obra y de la aplicación de protectores hasta la ejecución de los rubros de acabado. Fiscalización aprobará o rechazará la ejecución parcial o total del rubro con las tolerancias y pruebas de las condiciones en las que se hace la entrega.

Medición y pago

La medición se la hará en unidad de volumen y su pago será por metro cúbico “ M3 “, verificando la cantidad realmente ejecutada, que deberá comprobarse en obra y con los planos del proyecto.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones:

- Después de realizar las tomas de calicatas en campo y los estudios de suelos pertinentes, clasificamos al suelo del lugar de emplazamiento, según S.U.C.S como un CH o arcilla de alta compresibilidad.
 - Realizados los bloques de bahareque, se recolectaron datos cada 7 días de su resistencia a la compresibilidad y al cortante, obteniendo a los 28 días su máxima resistencia $f'c = 24\text{kg/cm}^2$ y $v = 8\text{kg/cm}^2$.
 - En las dos modelaciones realizadas obtuvimos que era adecuado utilizar:
 - En el bloque completo de la Hacienda Yakana; los muros de bahareque interactúan conjuntamente con muros de hormigón exteriores, es necesario reforzar con columnas de madera de $\varnothing = 30\text{cm}$ y además de vigas y viguetas de madera que soportan una carga viva de 480 kg/cm^2 y una carga muerta de 200 kg/cm^2 .
 - En la modelación de un bungalow; se requiere de 4 muros en los que se apoyan las vigas de madera de $\varnothing = 20\text{cm}$ y viguetas de madera de $15 \times 10\text{ cm}$ que soportan una carga viva de 480 kg/cm^2 y una carga muerta de 200 kg/cm^2 .
3. Después de los ajustes que se realizó para obtener un resultado favorable con todas las condiciones concluimos que el tipo de suelo de la zona no es favorable para construir este tipo de estructuras.

- El diseño estructural se basó en las normas vigentes y se tomó en cuenta un diseño sismorresistente en base a la normativa NEC-SE 2014.
- Cuando existe acción sísmica, es obligatorio disponer barras de refuerzo, tanto horizontales como verticales, en los muros de bahareque.

Recomendaciones:

- El uso de un suelo con características físicas menos plásticas y con menor porcentaje de compresibilidad, aseguran el incremento de la densidad y por ende la resistencia.
- También es favorable el uso de fibras vegetales, cabuya o fibras de polímeros en la mezcla para la construcción de los bloques de suelo cemento, aumentando de esta manera su resistencia.
- Es recomendable reforzar los muros de bahareque con una armadura de polipropileno o de nylon, debido a que este material interactuaría bien con este tipo de material.

BIBLIOGRAFÍA

- AISI S100. (2007). Instituto Americano del Acero. *Reglamento para Aceros Conformados* . U.S.A.
- ANSI/AISC 360. (2010). Norma Nacional Estadounidense. *Reglamento Aceros Laminados y Armados* . (I. A. Acero, Ed.) U.S.A.
- PCA. (2012). *Portland Cement Association*. From www.cricyt.edu.ar: <http://www.cricyt.edu.ar/secprensa/siacot/cdenlinea/ponencias/comision4/Begliardo,%20Hugo/PO-Hugo%20Begliardo%20y%20otros%20autores.pdf>
- NEC-SE-DS. (2014). Norma Ecuatoriana de la Construcción. Ecuador.
- ACI 318M. (2011). Instituto Americano del Concreto. *Hormigón Estructural* . U.S.A.
- C.A.E. (5 de Marzo de 1997). Especificaciones Técnicas Generales . Pichincha, Ecuador.
- haciendayakana.blogspot.com. (2014). *haciendayakana.blogspot.com*. From haciendayakana.blogspot.com: haciendayakana.blogspot.com
- Google. (2015). *Google Maps*. From Google Maps: <https://www.google.com.ec>
- Sporabioarquitectura. (2014). *Sporabioarquitectura*. From [Sporabioarquitectura: sporabioarquitectura.wordpress.com](http://Sporabioarquitectura.wordpress.com)