

# **UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA**

COMUNIDAD EDUCATIVA AL SERVICIO DEL PUEBLO



**UNIDAD ACADÉMICA DE INGENIERÍA  
CIVIL, ARQUITECTURA Y DISEÑO**

**CARRERA DE ARQUITECTURA**

**SISTEMAS CONSTRUCTIVOS MIXTOS APLICADOS A LA OBRA:  
“CONSTRUCCIÓN DE LA PRIMERA ETAPA DEL BAR Y  
BIBLIOTECA DE LA CASA DE LOS TRATADOS DEL CANTÓN  
GIRÓN, PROVINCIA DEL AZUAY”**

TRABAJO DE GRADUACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE  
ARQUITECTO

**DIRECTOR:** ARQ. JUAN PABLO GUILLÉN VALDIVIESO.

**AUTOR:** JUAN JOSÉ LARRIVA BECERRA.

**CUENCA – ECUADOR**

**2015**

## **DECLARACIÓN.**

Yo **Juan José Larriva Becerra**, declaro bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de mi autoría, que no ha sido presentado previamente para ningún grado o calificación profesional, y que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

---

**Juan José Larriva Becerra**

**Autor**

## **CERTIFICACIÓN.**

Certifico que el presente Trabajo de Graduación fue desarrollado por **Juan José Larriva Becerra**, bajo mi supervisión.

---

**Arq. Juan Pablo Guillén Valdivieso.**

**Director**

## **DEDICATORIA**

El presente trabajo está dedicado a mis padres, hermanos, tíos, primos y a mi abuelita, no me gustaría precisar nombres ya que todos de alguna u otra manera siempre estuvieron inmiscuidos y preocupados en mis estudios, principalmente en la realización de este trabajo, impidiéndome y dejándome como inválida la posibilidad de retrasarlo o dejar en segundo plano mi graduación.

Dedico también a todos los centros educativos que apoyaron con mi formación integral, de manera especial a la Universidad Católica de Cuenca, Unidad Académica de Ingeniería Civil, Arquitectura y Diseño, ya que han hecho posible la culminación de una etapa más propuesta en mi proyecto de vida.

## **AGRADECIMIENTO**

Al finalizar este trabajo de investigación, el cual fue realizado con una dedicación y responsabilidad inquebrantable, es inevitable que te asalte un muy humano egocentrismo que te lleva a concentrar la mayor parte del mérito en el aporte que has hecho. Sin embargo, el análisis objetivo te muestra inmediatamente que la magnitud de ese aporte hubiese sido imposible sin la participación de personas e instituciones que han facilitado las cosas para que este trabajo llegue a un feliz término. Por ello, es para mí un verdadero placer utilizar este espacio para ser justo y consecuente con ellas, expresándoles mis agradecimientos.

A Dios principalmente, por mantenerme con salud en todo mi proceso estudiantil, ya que sin la misma me sería imposible encontrarme donde estoy.

A mi Director del trabajo de Investigación, Arq. Juan Pablo Guillen V. quien con sus conocimientos y experiencia me ha guiado en todo momento, llegando con un éxito total al término del mismo.

A mis padres, por su tenacidad y exigencia en mis estudios, por mantenerme siempre presente las metas y objetivos primordiales en la vida, en los momentos de quebranto siempre estuvieron como un pilar de apoyo, con las palabras justas y acertadas.

Por último, al Consejo Provincial de Azuay, y de manera especial a su distinguido personal técnico, quienes confiaron en mis conocimientos y me permitieron la residencia de la obra, que fue parte fundamental para la realización de este trabajo.

## **ÍNDICE GENERAL.**

Declaración .....	Pág. II
Certificación .....	Pág. III
Dedicatoria.....	Pág. IV
Agradecimiento .....	Pág. V

<b>INDICE GENERAL</b> .....	Pág. 6
Listado de Imágenes.....	Pág. 11
Lista de Tablas.....	Pág. 14
Lista de Fotografías.....	Pág.15
Lista de Anexos .....	Pág.160
Resumen.....	Pág. 20
Abstract.....	Pág. 21

## **CAPITULO N° I.**

### **Sistemas constructivos mixtos: el tapial, estructuras de madera y hormigón**

1.- La técnica del Tapial.....	Pág. 24
1.1.- Definición de Tapial.....	Pág. 24
1.2.- Historia .....	Pág. 25
1.3.- Materiales que conforman al muro de Tapial.....	Pág. 30
1.4.- Dosificación de materiales .....	Pág. 32
1.5.- Aplicaciones.....	Pág. 32
1.6.- Costos. ....	Pág. 33
1.7.- Métodos Constructivos. ....	Pág. 34
1.8.- Dimensiones. ....	Pág. 37
1.9.- Características.....	Pág. 37

2.- Estructuras de Madera.....	Pág. 38
2.1.- Historia de la Madera.....	Pág. 38
2.2.- Aplicaciones.....	Pág. 39
2.3.- Costos.....	Pág. 41
2.4.- Características.....	Pág. 42
2.4.1.- Ventajas de la madera.....	Pág. 42
2.4.2.- Desventajas de la madera.....	Pág. 43
2.5.- Ensamblés.....	Pág. 43
2.6.- Agentes nocivos de la Madera.....	Pág. 47
2.6.1.- Agentes bióticos del deterioro.....	Pág. 48
2.6.2.- Agentes físicos del deterioro.....	Pág. 50
2.7.- Curado de la Madera.....	Pág. 50
2.7.1.- Tratamiento básico para la madera.....	Pág. 50
2.8.- Métodos Constructivos.....	Pág. 55
3.- Estructuras de Hormigón Armado.....	Pág. 55
3.1.- Historia del Hormigón Armado.....	Pág. 58
3.2.- Materiales que conforman al Hormigón Armado.....	Pág. 60
3.3.- Dosificación de materiales.....	Pág. 62
3.4.- Aplicaciones.....	Pág. 64
3.5.- Costos.....	Pág. 65
3.6.- Métodos Constructivos.....	Pág. 66
3.7.- Características del Hormigón.....	Pág. 66
3.7.1.- Ventajas del Hormigón Armado.....	Pág. 67
3.7.2.- Desventajas del Hormigón Armado.....	Pág. 67

## CAPITULO N° II:

### **Análisis Técnico – Comparativo entre los diferentes sistemas constructivos empleados para la obra: “Construcción de la primera etapa del bar y biblioteca de la Casa de los Tratados del cantón Girón, provincia del Azuay”.**

1. Análisis Técnico – Comparativo entre una estructura de hormigón armado, estructura de madera y una estructura mixta de hormigón armado con madera. ....	Pág. 68
1.1.- Especificaciones Técnicas y Recomendaciones de cada uno de los materiales, elementos y rubros que conforman la estructura de Hormigón Armado. ....	Pág. 70
1.1.1.- Materiales. ....	Pág. 71
1.1.2.- Elementos. ....	Pág. 71
1.1.3.- Rubros. ....	Pág. 76
1.2.- Relación de trabajabilidad del personal obrero con respecto a elementos que conforman una estructura de hormigón armado. ....	Pág. 77
1.2.1.- Detalles constructivos de la estructura de Hormigón Armado. ....	Pág. 80
1.3.- Especificaciones técnicas y recomendaciones de cada uno de los materiales, elementos y rubros que conforman la estructura de madera. ....	Pág. 84
1.3.1.- Materiales. ....	Pág. 84
1.3.2.- Elementos. ....	Pág. 84
1.3.3.- Rubros. ....	Pág. 87
1.4.- Relación de trabajabilidad del personal obrero con respectó a elementos que conforman una estructura de madera. ....	Pág. 88
1.4.1.- Detalles constructivos de los elementos que conforman una estructura de madera. ....	Pág. 89
1.4.2.- Detalles constructivos de los elementos que conforman una estructura mixta de hormigón armado y madera. ....	Pág. 91
1.5.- Análisis técnico - comparativo entre la técnica del tapial y una mampostería de bloque de pómez. ....	Pág. 94
1.5.1- Especificaciones técnicas y recomendaciones de cada uno de los materiales o elementos que conforman el tapial. ....	Pág. 95
1.5.1.1.- Materiales.....	Pág. 95
1.5.1.2.- Elementos.....	Pág. 96

1.5.1.3.- Rubros.....	Pág. 98
1.5.2.- Relación de trabajabilidad del personal obrero con respeto a elementos que conforman el tapial. ....	Pág. 98
1.5.3.- Detalles constructivos del Tapial. ....	Pág. 99
1.5.4.- Detalles constructivos de la mampostería de Bloque de Pómez (10x20x40cm).....	Pág. 101

### CAPITULO N° III

#### **Planificación, seguimiento y control de la obra: Construcción de la primera etapa del bar y biblioteca de la “Casa de los Tratados” del Cantón Girón, provincia del Azuay.**

1.- Información sobre como planificar una obra. ....	Pág.103
1.1.- Personal requerido. ....	Pág.104
1.2.- Equipo asignado al proyecto. ....	Pág.105
1.3.- Relación personal - equipo. ....	Pág.107
1.4.- Cronograma valorado de actividades. ....	Pág.108
1.5.- Formato del Libro de Obra. ....	Pág.111
1.6.- Formato del Historial Fotográfico. ....	Pág.111
1.7.- Formato de Anexos gráficos. ....	Pág.112
1.8.- Requisitos de planillaje. ....	Pág.112
1.9.- Pasos para presentar Planillas. ....	Pág.113
1.10.- Información sobre el seguimiento de obra. ....	Pág.113
1.11.- Metodología y disposición de mano de obra y maquinaria necesaria para la ejecución de cada uno de los rubros. ....	Pág.113
1.12.- Libro de Obra Diario. ....	Pág.115
1.13.- Historial Fotográfico de la Obra. ....	Pág.116
1.14.- Información sobre el control de una obra. ....	Pág.159
1.15.- Analisis Granulimétrico de agregados para hormigón hidráulico. ....	Pág.159
1.16.- Diseño de la mezcla para la realización del hormigón hidráulico. ....	Pág.161

1.17.- Diseño de hormigón hidráulico de 180 kg/cm <sup>2</sup> a los 28 días. ....	Pág.162
1.18.- Diseño de hormigón hidráulico de 210 kg/cm <sup>2</sup> a los 28 días. ....	Pág.163
1.19.- Ensayo de compresión de cilindros de hormigón hidráulico. ....	Pág.164
1.20.- Ensayo de compresión de cilindros de Tapial a los 18 días.....	Pág.165
1.21.- Conclusiones y Recomendaciones .....	Pág.166
1.22.- Recomendaciones. ....	Pág.167

## Listado de Imágenes

Imagen N° 1: Detalle de elementos que conforman el sistema para la construcción de un muro de tapial.....	Pág. 24
Imagen N° 2: Detalle de elementos que conforman el sistema para la construcción de un muro de tapial.....	Pág. 25
Imagen N° 3: Plano del Mundo en donde se construye con tierra.....	Pág. 26
Imagen N° 4: Grabado de la XIX representando la estructura del cajón (tapial) para forma la tapia. ....	Pág. 27
Imagen N° 5: La ciudad bimilenaria de Arg-é Bam en Irán, la mayor estructura en tierra del mundo.....	Pág. 28
Imagen N° 6: Imagen de la ciudad Patrimonio de la Humanidad Ouro Preto, Estado de Minas Gerais, Brasil. ....	Pág. 29
Imagen N° 7: Mapa del proceso de producción de la tapia o tapial. ....	Pág. 33
Imagen N° 8: Herramientas necesarias para la construcción de un muro de tapia...	Pág. 34
Imagen N° 9 Construcción de muro de tapia utilizando un pisón de dos cabezas empleado en Ecuador (Minke 2001). ....	Pág. 35
Imagen N°10 y N° 11: Detalle de elementos de madera para construir un muro de tapial.....	Pág. 36
Imagen N° 12: Casas de madera, sección de estructura y cubierta Sistema Everton. ....	Pág. 40
Imagen N° 13: Sección de paredes, Forjados y cubierta armado en madera.....	Pág. 40
Imagen N° 14: Elementos de cubierta.....	Pág. 41
Imagen N° 15: Machihembrado simple. ....	Pág. 43
Imagen N° 16: Machihembrado doble. ....	Pág. 43
Imagen N° 17: Machihembrado doble con bicel.....	Pág. 44
Imagen N° 18: Detalle de ensamble a caja y espiga.....	Pág. 44
Imagen N° 19: Ensamble de madera. ....	Pág. 45
Imagen N° 20: Ensamble de madera. ....	Pág. 46
Imagen N° 21: Ensamblés a media madera. ....	Pág. 46
Imagen N° 22: Ensamblés a media madera. ....	Pág. 47

Imagen N° 23: Troncos de madera apilados luego de ser cortados. ....	Pág. 51
Imagen N° 24: Apilado y Secado al vacío de la madera luego de ser cortados. .....	Pág. 52
Imagen N° 25: vivienda construida con sistema de plataforma.....	Pág. 56
Imagen N° 26: vivienda construida con elementos macizos. ....	Pág. 56
Imagen N° 27: Placa conmemorativa por la patente británica 5022 para la “Mejora de la producción de una piedra artificial, en donde por primera vez se utilizo el término “Cemento Portland”. ....	Pág. 59
Imagen N° 28: Detalle de doblado de hierro para armado de cadenas. ....	Pág. 74
Imagen N° 29: Detalle de sección transversal de armado de cadena, dimensiones mínimas y recubrimiento de Hormigón Armado.....	Pág. 80
Imagen N° 30: Detalle de armado de columna de hormigón armado. ....	Pág. 81
Imagen N° 31: Detalle de unión de columna y cadena de hormigón armado.....	Pág. 82
Imagen N° 32: Detalle de unión de columna y cadena de hormigón armado. ....	Pág. 82
Imagen N° 33: Detalle de unión de dos cadenas de hormigón armado, a nivel de cimiento. .....	Pág. 83
Imagen N° 34: Detalle de estructura (cadena, columna , viga) de hormigón armado. .....	Pág. 83
Imagen N° 35: Sección transversal de una estructura de cubierta en madera a dos aguas. .....	Pág. 87
Imagen N° 36: Sección transversal de una estructura de cubierta en madera a dos aguas.....	Pág. 89
Imagen N° 37: Sección transversal de una estructura de cubierta en madera a dos aguas. .....	Pág. 90
Imagen N° 38: Sección transversal de una estructura mixta, cadena de hormigón armado y columna de madera. ....	Pág. 91
Imagen N° 39: Detalle constructivo de la unión entres dos vigas de hormigón armado y una columna de madera. ....	Pág. 92
Imagen N° 40: Detalle constructivo de la unión entres dos vigas de hormigón armado y una columna de madera. ....	Pág. 93
Imagen N° 41: Detalle constructivo de una mampostería de tapial con alma de madera. .....	Pág. 99

Imagen N° 42: Detalle constructivo de una mampostería de tapial con alma de madera.  
..... Pág. 100

Imagen N° 43: Detalle constructivo de una mampostería de bloque de pómez 10x20x40  
centímetros. .... Pág. 101

Imagen N° 44: Detalle constructivo de cimiento , cadena y viga metálica y armado con  
mampostería de bloque de pómez 10 x 20 x 40 centímetros. .... Pág. 102

## **Lista de Tablas.**

Tabla N° 1: Composición granulométrica de la tierra adecuada para la fabricación de adobes y paredes de tapial, según varios autores.....	Pág. 32
Tabla N° 2: Principales perseverantes de la madera – protección de la madera.....	Pág. 54
Tabla N° 3: Dosificación de áridos y agua para la resistencia específica del hormigón a los 28 días. ....	Pág. 63
Tabla N° 4: Costos del hormigón y mortero por su tipo, resistencia y preparación.....	Pág. 64
Tabla N° 5: Dosificación de materiales para tapial utilizados en el proyecto como ejemplo para el trabajo de investigación. ....	Pág. 96
Tabla N° 6: Cuadrilla base para la ejecución de la obra. ....	Pág. 105
Tabla N° 7: Equipo asignado a la obra. ....	Pág. 106
Tabla N° 8: Cronograma valorado de trabajos para la obra. ....	Pág. 108
Tabla N° 9: Análisis de granulométrico de agregados para hormigón hidráulico. ....	Pág. 160
Tabla N° 10: Diseño y Dosificación propuesta para la realización de la mezcla de hormigón hidráulico. ....	Pág. 161
Tabla N° 11: Diseño de hormigón hidráulico de 180 kg/cm <sup>2</sup> a los 28 días. ....	Pág. 162
Tabla N° 12: Diseño de hormigón hidráulico de 210 kg/cm <sup>2</sup> a los 28 días. ....	Pág. 163
Tabla N° 13: Ensayo de compresión de cilindros de hormigón hidráulico. ....	Pág. 164
Tabla N° 14: Ensayo de compresión de cilindros de Tapial a los 18 días. ....	Pág. 165

## **Listado de Fotografías.**

Foto N° 1: Tierra con tapial, fotografías tomadas por el autor de la tesis del proceso realizado para mezclar la tierra con paja durante la ejecución de la obra.....	Pág. 30
Fotos N° 2: Armado de cofres de madera y colocación de cañas y palos de diferentes dimensiones en la construcción columnas con tapial,.....	Pág. 31
Foto N° 3: Armado de cofres de madera y colocación de cañas y palos de diferentes dimensiones en la construcción columnas con tapial.....	Pág. 31
Foto N° 4: Armadura de hierro para columna y cada de cimentación. ....	Pág. 72
Foto N° 5: Detalle de cadena de hierro para armado de columna. ....	Pág. 73
Foto N° 6: Detalle de armado de hierro para sobre cimiento. ....	Pág. 74
Foto N° 7: Detalle de armado de hierro para viga montada sobre columna de hormigón armado. ....	Pág. 75
Foto N° 8: Detalle de fundición de losa hormigón armado en planta baja, chapa de compresión. ....	Pág. 76
Foto N° 9: Detalle de instalación de columnas de madera sobre cimiento y cadena de hormigón armado. ....	Pág. 85
Foto N° 10: Detalle de instalación de entrepiso de madera armado en vigas de madera. ....	Pág. 85
Foto N° 11: Detalle del encofrado de madera para armado de muros de tapial en obra. ....	Pág. 97
Foto N° 12: Detalle del encofrado de módulos de muros de tapial en obra. ....	Pág. 97
Foto N° 13: Terreno estado natural previo al trazado y la ejecución de la obra. ....	Pág. 116
Foto N° 14: Limpieza y desbrozo del terreno. ....	Pág. 117
Foto N° 15: Desalojo de escombros y de capa vegetal para iniciar con la obra. ....	Pág. 118
Foto N° 16: Detalle constructivo de cimiento , cadena y viga metálica y armado con mampostería de bloque de pómez 10 x 20 x 40 centímetros.....	Pág. 119
Foto N° 17: Excavación a maquina de cimentación de obra. ....	Pág. 120
Foto N° 18: Excavación manual profunda para cimentación de obra. ....	Pág. 120
Foto N° 19: Colocación de cama inferior de sub dren con la colocación de grava en una altura de 15 centímetros. ....	Pág. 121

Foto N° 20: Instalación y tendido de tubería perforada de 140 milímetros en pvc para sub dren. ....	Pág. 122
Foto N° 21: Colocación de cama superior de grava en una altura de 20 centímetros en sub dren. ....	Pág. 123
Foto N° 22: Sellado de sub dren con grava en una altura de 20 centímetros. ....	Pág. 123
Foto N° 23: Presencia de aguas subterráneas que justifican la instalación de un sub dren. ....	Pág. 124
Foto N° 24: Instalación de sub dren para evacuar las aguas subterráneas – justificación.....	Pág. 124
Foto N° 25: Cambio de pendiente o salto en el tendido de tubería para sub dren.....	Pág. 125
Foto N° 26: Excavación y desalojos adicionales para sub dren. ....	Pág. 125
Foto N° 27: Relleno con material de mejoramiento capa mínima de 50 centímetros compactada. ....	Pág. 126
Foto N° 28: Compactado del material de mejoramiento hasta el nivel del terreno. ....	Pág. 126
Foto N° 29: Excavación de cimiento de 50 centímetros de ancho x 120 centímetros de profundidad. ....	Pág. 127
Foto N° 30: Desalojo de material saturado por aguas subterráneas. ....	Pág. 127
Foto N° 31: Colocación de piedra de canto rodado para cimiento. ....	Pág. 128
Foto N° 32: Encofrado recto de madera para 30 centímetros de cimiento y sobre cimiento.....	Pág. 129
Foto N° 33: Excavación para instalación de red de aguas lluvias. ....	Pág. 130
Foto N° 34: Tendido de Tubería de pvc de 110 milímetros para desagüe de aguas lluvias.....	Pág. 130
Foto N° 35: Instalación y relleno con mampostería de piedra para sobre cimiento.....	Pág. 131
Foto N° 36: Relleno con mampostería de piedra sobre cimiento , fundición de sobre cimiento. ....	Pág. 131
Foto N° 37: Excavación de cimiento de 40 centímetros de ancho por 90 centímetros de profundidad. ....	Pág. 132
Foto N° 38: Desalojo con bobcat de material producto de la excavación de cimientos. ....	Pág. 132

Foto N° 39: Relleno con mampostería de piedra de canto rodado para cimiento.....	Pág. 133
Foto N° 40: Encofrado recto de 30 centímetros de cimiento y 30 centímetros de sobre cimiento. ....	Pág. 133
Foto N° 41: Relleno con mampostería de piedra sobre cimiento. ....	Pág. 134
Foto N° 42: Excavación para red de aguas servidas. ....	Pág. 134
Foto N° 43: Tendido de tubería de pvc de 110 milímetros para desagüe. ....	Pág. 135
Foto N° 44: Relleno compactado con material de mejoramiento en capa de 30 centímetros. ....	Pág. 135
Foto N° 45: Replanto de piedra de río para la construcción de los pozos de revisión.....	Pág. 136
Foto N° 46: Armado de pozos de revisión. ....	Pág. 136
Foto N° 47: Colocación de material de mejoramiento entre cadenas en planta baja.....	Pág. 137
Foto N° 48: Compactación de material de mejoramiento a nivel = +/- 000.....	Pág. 138
Foto N° 49: Armado y colocación de cadenas de hierro sobre cimiento a nivel = +/- 000. ....	Pág. 139
Foto N° 50: Armado y colocación de cadenas de hierro. ....	Pág. 139
Foto N° 51: Encofrado recto para fundición de cadenas de hierro a nivel = +/- 0,00.....	Pág. 140
Foto N° 52: Encofrado recto para cadenas de hierro a nivel = +/- 0,00.....	Pág. 140
Foto N° 53: Fundición de cadenas con hormigón de 210 kg/cm <sup>2</sup> . ....	Pág. 141
Foto N° 54: Replanto de piedra de río de 15 centímetros entre cadenas de nivel = +/- 000.....	Pág. 141
Foto N° 55: Replanto de piedra de río espesor 15 centímetros emporado con grava.....	Pág. 142
Foto N° 56: Colocación de malla electrosoldada tipo Armex R-64, sobre replanto emporado. ....	Pág. 142
Foto N° 57: Colocación de malla electrosoldada tipo Armex R-64, sobre replanto emporado. ....	Pág. 142

Foto N° 58: Fundición de chapa de compresión de 5 centímetros de espesor, piso a nivel de piso. ....	Pág. 143
Foto N° 59: Chapa de compresión fundida por paños, con hormigón de 210 kg/cm <sup>2</sup> .....	Pág. 143
Foto N° 60: Armado de columnas de madera de 16 x 16 centímetros, vista general de columnas. ....	Pág. 144
Foto N° 61: Armado de columnas de madera de 16 x 16 centímetros, vista general de columnas.....	Pág. 144
Foto N° 62: Encofrado de madera para mampostería de tapial. ....	Pág. 144
Foto N° 63: Preparación de materiales para paredes de tapial. ....	Pág. 145
Foto N° 64: Mampostería de tapial que cubren las columnas de madera. 16 x 16 centímetros. ....	Pág. 145
Foto N° 65: Detalle constructivo de cimiento , cadena y viga metálica y armado con mampostería de bloque de pómez 10 x 20 x 40 cm. ....	Pág. 146
Foto N° 66: Chicotes de hierro para mampostería de ladrillo. ....	Pág. 146
Foto N° 67: Mampostería de ladrillo y armado de antepechos y dinteles. ....	Pág. 147
Foto N° 68: Mampostería de ladrillo y armado de antepechos y dinteles. ....	Pág. 147
Foto N° 69: Armado de dinteles de puertas en mampostería de ladrillo. ....	Pág. 147
Foto N° 70: Detalle de envigado de madera de 16 x 16 centímetros para entrepiso de planta alta.....	Pág. 148
Foto N° 71: Colocación de columnas de 16 x 16 centímetros, primera planta alta, armado y colocación de columnas. ....	Pág. 148
Foto N° 72: Detalle constructivo de unión a caja y espiga encuentro entre viga y columna de madera.....	Pág. 149
Foto N° 73: Encofrado de madera para mampostería de tapial en primera planta alta. ....	Pág. 149
Foto N° 74: Mampostería de Tapial en planta alta.....	Pág. 150
Foto N° 75: Mampostería de tapial vista de planta baja y planta alta. ....	Pág. 150
Foto N° 76: Mampostería de ladrillo en planta alta y planta baja. ....	Pág. 151

Foto N° 77: Mampostería de ladrillo en planta alta y planta baja. ....	Pág. 151
Foto N° 78: mampostería de ladrillo artesanal en planta baja y planta alta.....	Pág. 151
Foto N° 79: Mampostería de Tapial y vigas de madera. ....	Pág. 152
Foto N° 80: Mampostería de Tapial y vigas de madera. ....	Pág. 152
Foto N° 81: Armado de estructura de cubierta, vigas perimetrales de 16 x 16 centímetros. .....	Pág. 152
Foto N° 82: Estructura de madera de cubierta, detalle vigas maestras y tochos.....	Pág. 153
Foto N° 83:Estructura de cubierta y cubierta en teja artesanal. ....	Pág. 153
Foto N° 84: Estructura de madera para cubierta.....	Pág. 154
Foto N° 85: Estructura de madera para cubierta.....	Pág. 154
Foto N° 86: Detalle de impermeabilización de cubierta mediante uso de zinc armado sobre tirillas. ....	Pág. 154
Foto N° 87: Detalle de colocación de teja tapa y canal en cubierta. ....	Pág. 155
Foto N° 88: Detalle de revestimiento de cubierta en teja (tapa y canal). ....	Pág. 155
Foto N° 89: encofrado recto en planta alta para antepecho de tapial, vista superior e inferior.....	Pág. 156
Foto N° 90: encofrado recto en planta alta para antepecho de tapial, vista superior e inferior.....	Pág. 156
Foto N° 91: Antepecho de tapial en planta alta. ....	Pág. 156
Foto N° 92: Detalle de antepecho de tapial en planta alta vista desde planta baja. .....	Pág. 157
Foto N° 93: Encofrado recto de madera para antepecho de tapial en planta baja. .....	Pág. 157
Foto N° 94: Antepecho de tapial en planta baja. ....	Pág. 158
Foto N° 95: Detalle de antepecho en planta baja.....	Pág. 158

## **RESUMEN**

El presente trabajo de investigación va dirigido a los estudiantes y profesionales que pretenden conocer la complejidad de la ejecución de una obra, las responsabilidades del contratista así como del contratante al ejecutar obras para el estado ecuatoriano. Esta investigación nos permitirá abarcar el desarrollo de un proyecto desde dos directrices importantes en la vida profesional como son la etapa investigativa – comparativa de los diferentes métodos y técnicas constructivas ancestrales y contemporáneas, reconocimiento de su historia, los materiales que lo conforman, sus dosificaciones, costos, rendimiento, aplicaciones, ventajas y desventajas; y los procesos constructivos desde la planificación hasta la ejecución del mismo mediante el seguimiento técnico diario hasta la culminación de la obra: “Construcción de la primera etapa del Bar y Biblioteca de la Casa de los Tratados del Cantón Girón, Provincia del Azuay”. Este trabajo pretende colaborar con una mejor comprensión de las etapas, conceptos, requerimientos, pasos, métodos, obligaciones, normas y reglamentos que en las diferentes etapas académicas son conocidas en breves rasgos por lo cual mediante el desarrollo de este trabajo de investigación se buscar ampliar el análisis, conceptos, métodos y tiempos que conforman la planificación y seguimiento de obra de una manera clara y precisa para saber como abordar el momento de la ejecución de cualquier proyecto arquitectónico sea este público o privado.

Palabras claves: contratista, contratante, intervención arquitectónicas, análisis investigativo – constructivo, métodos constructivos ancestrales y convencionales.

## **ABSTRACT**

The present research is aimed at students and professionals seeking to understand the complexity of the execution of a work, the responsibilities of the contractor and the contractor to carry out works for the Ecuadorian state. This research will allow us to cover the development of a project from two important guidelines in professional life, such as the investigative stage - comparing the various methods and ancestral and contemporary construction techniques, recognition of their history, the materials that comprise it, their dosages, cost, performance, applications, advantages and disadvantages; and construction processes from planning to implementation thereof by technical monitoring daily until the completion of the work: "Construction of the first phase of the Bar and Library of the House of the Treaties of Canton Giron, Azuay Province." This work aims to contribute to a better understanding of the stages, concepts, requirements, steps, methods, obligations, rules and regulations in the different academic stages are known in short features so by developing this research is seeking to expand analysis, concepts, methods and times that make planning and monitoring the work of a clear and precise way to know how to approach the time of execution of any architectural project either public or private.

Keywords: contractor, contracting, architectural intervention, investigative analysis - constructive, ancestral and conventional construction methods

## **OBJETIVOS**

### **A.- Objetivo General**

- Justificar de manera veraz y técnica el escogimiento de los diferentes métodos constructivos a emplearse en un proyecto arquitectónico, sabiendo cuando utilizar un sistema constructivo ancestral o mixto logrando un resultado óptimo tanto de diseño como de armonización con el medio ambiente.

### **B.- Objetivos Específico**

- Conocer a fondo las diferentes técnicas constructivas a emplearse en la obra desde su historia hasta su proceso constructivo.
- Saber exactamente al momento de escoger un método constructivo cuales son las ventajas y desventajas, su tiempo de ejecución, sus costos, durabilidad, etc.
- Saber las obligaciones y funciones tanto del contratista, de la fiscalización como de la entidad contratante, a partir de un seguimiento total de la obra: planificación, personal requerido para lograr rendimientos óptimos, equipo mínimo requerido, interpretación de ensayos de laboratorio, etc.

### **C.- Justificación**

Al estar ubicados en una provincia con una cultura tradicionalista arquitectónicamente, al tener un reconocimiento realmente importante como es ser patrimonio cultural de la humanidad, estamos en la obligación de tener conocimientos bastos en la aplicación de sistemas constructivos ancestrales o a su vez mixtos. Ya que contamos con áreas extensas de intervención con normativas estrictas para las mismas, en la que se convierte en un parámetro indispensable.

### **D.- Metodología**

#### **1. Parte Teórica:**

- a) Consultaré en la bibliografía respectiva, todo lo concerniente a la técnica del tapial, estructuras de madera y hormigón.

- Buscaré en las instituciones pertinentes la información que sustente fielmente el tema de análisis, tales como: personal de la entidad contratante (fiscalizador), ingeniero contratista, etc.
- b) Redactaré por escrito las consultas bibliográficas realizadas, en función de la estructura de los contenidos planteados anteriormente.

## ***2. Parte Práctica:***

- a) Visitaré la Parroquia de Girón y el sitio donde se va a realizar la obra.
- Observaré crítica y objetivamente su funcionamiento.
  - Transcribiré los datos obtenidos y otros que considere de relevancia para la investigación que realizo.
  - Procesaré los datos e información obtenidos.
  - Redactaré el último capítulo, relacionado con la parte práctica, de acuerdo con la estructura planteada en los contenidos.
- b) Extraeré las conclusiones, relacionando críticamente la parte teórica con la parte práctica.
- c) Formularé las respectivas recomendaciones para cada una de las conclusiones a las que llegue.

## CAPITULO N° I

### Sistemas constructivos mixtos: el tapial, estructuras de madera y hormigón.

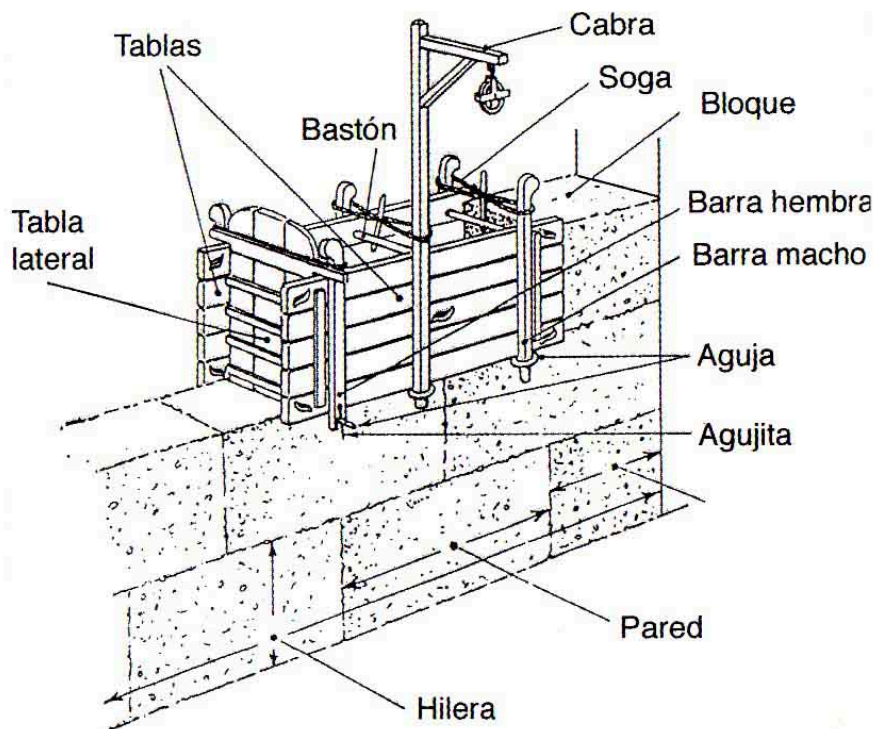
#### 1.- La técnica del Tapial.

La tierra es uno de los materiales de construcción mas utilizados, es así que en las culturales antiguas se utilizo la tierra tanto en la construcción de viviendas como en la construcción de fortalezas, palacios y edificaciones de carácter religioso; se calcula que hoy en día un tercio de la humanidad vive en viviendas de tierra, en los Estados Unidos de América especialmente en la ciudad de Tucson, así como en Bélgica se tiene el caso específico de la residencia Korbeek entre las mas conocidas, así como la construcción de edificios de carácter religiosos, arquitectura de tipo industrial, con lo cual se puede acotar que geográficamente las construcciones de tierra se ha distribuido por todo el mundo.

#### 1.1.- Definición de Tapial

Se denomina tapia o tapial a la antigua técnica que consiste en construir muros con tierra arcillosa húmeda, compactada a golpes mediante un pisón, empleado un encofrado para formarla”<sup>1</sup>.

**Imagen N° 1:** Detalle de elementos que conforman el sistema para la construcción de un muro de tapial. \_\_\_\_\_



**Fuente:**

[http://www.casastar.es/CASAS\\_PREFABRICADAS\\_spain/tecnologia1/sistema\\_sandwich\\_casa\\_prefabricada.htm](http://www.casastar.es/CASAS_PREFABRICADAS_spain/tecnologia1/sistema_sandwich_casa_prefabricada.htm)

**Elaboración:** Juan José Larriva

<sup>1</sup> Houben, 2001, Construcción – ladrillo y bloques cerámicos de barro, 10 pp.

El término de arquitectura de tierra engloba toda la serie de estructuras en las que el suelo natural “es acondicionado mediante procedimientos de humidificación, transformación y secado al sol, para edificar elementos constructivos que hagan lo posible la habitabilidad de los espacios”<sup>2</sup>.

La técnica del tapial se construye mediante la compactación de la tierra húmeda colocada por capas la cual se extiende sobre una superficie, mediante su apisonado in situ. Se utiliza un encofrado desmontable de madera de varias dimensiones. En donde “su proceso de construcción incluye tres fases: montaje del cajón o encofrado, relleno y compactación del mismo y desmontaje o desencofrado; el proceso de compactación se realiza tradicionalmente con un pisón, compactador manual”<sup>3</sup>.

**Imagen N° 2:** Detalle de elementos que conforman el sistema para la construcción de un muro de tapial.



**Fuente:**

[http://www.casastar.es/CASAS\\_PREFABRICADAS\\_spain/tecnologia1/sistema\\_sandwich\\_casa\\_prefabricada.htm](http://www.casastar.es/CASAS_PREFABRICADAS_spain/tecnologia1/sistema_sandwich_casa_prefabricada.htm)

**Elaboracion:** Juan José Larriva.

## 1.2.- Historia

La tierra cruda es uno de los materiales de construcción mas utilizados a los largo de la historia por el ser humano, ha sido utilizada para solucionar sus necesidades habitacionales a lo largo del tiempo, permitiendo la generación de construcciones de menor escala hasta viviendas y edificaciones de hasta cuatro pisos que permitieron el desarrollo de pueblos y ciudades emplazadas por todo el mundo.

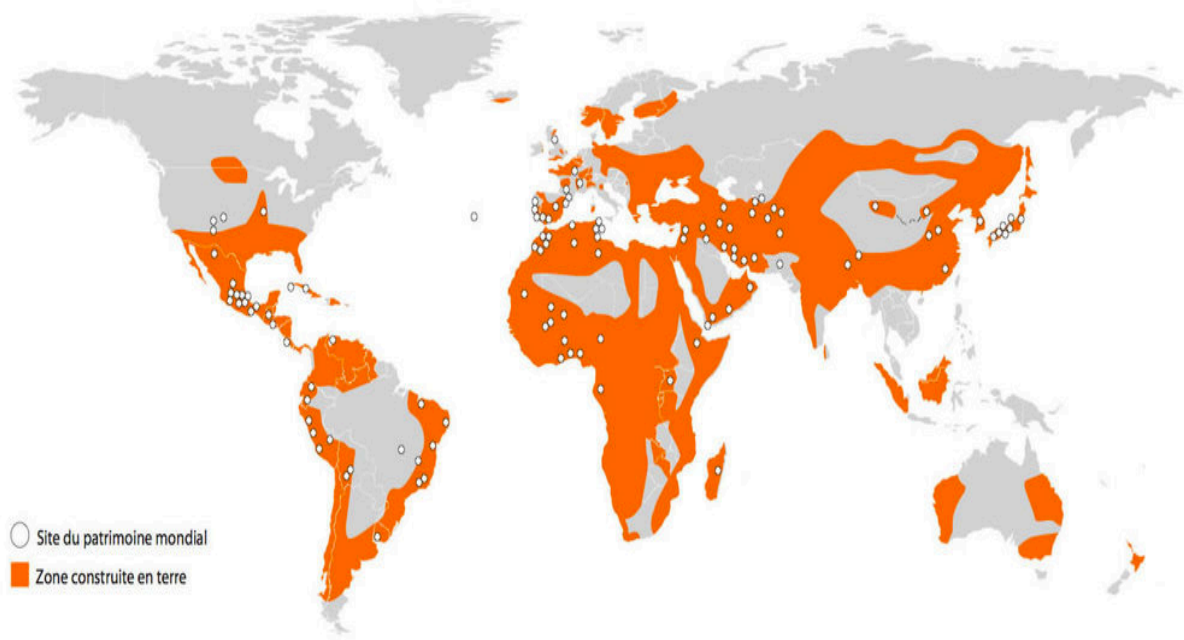
<sup>2</sup> <http://es.scribd.com/doc/239461012/Trabajo-de-Arquitectura-Sistemas-Constructivos-Tierras#scribd>, revisado 6 de julio del 2015.

<sup>3</sup> [http://www.construtierra.org/construtierra\\_construir\\_con\\_tierra.html](http://www.construtierra.org/construtierra_construir_con_tierra.html), revisado 6 de julio del 2015.

La gran mayoría de construcciones se han desarrollado y adaptado a las necesidades del hombre, tomando en cuenta el clima, situación ambiental y sociocultural; lo que ha permitido que llegue hasta nuestros días, en donde por datos e investigaciones científicas realizadas “ahora mas un tercio de la población mundial habita en viviendas de tierras distribuidas en los cinco continentes”<sup>4</sup>.

**Imagen N° 3:** Plano del Mundo en donde se construye con tierra.

ARCHITECTURE DE TERRE DANS LE MONDE



**Fuente:** Construir con Tierra (2): Eficiencia Energética – Revista de Baja Tecnología (revista digital).

**Elaboración:** Juan José Larriva

En relación a la historia e inicios de la construcción de edificaciones en tierra la época y el lugar exactos en que se comienza a utilizar el tapial o tierra pisada es aún desconocida aunque casi con toda certeza ocurre en el Neolítico<sup>5</sup>, tal cual se evidencia en los sitios arqueológicos de las culturas de la región China, esto 5.000 años AC. En 2000 AC. Así como el uso de técnicas basadas en la tierra pisada o tapial como material base que fue común en China, esto se hace notorio y visible en la construcción de las murallas.

Dentro de las técnicas desarrolladas en la construcción con tierra como material base y de soporte en edificaciones, el tapial fue una técnica muy utilizada antiguamente en toda la cuenca del mar Mediterráneo. “La tierra pisada también ha sido una técnica de construcción muy utilizada entre los antiguos romanos”<sup>6</sup>.

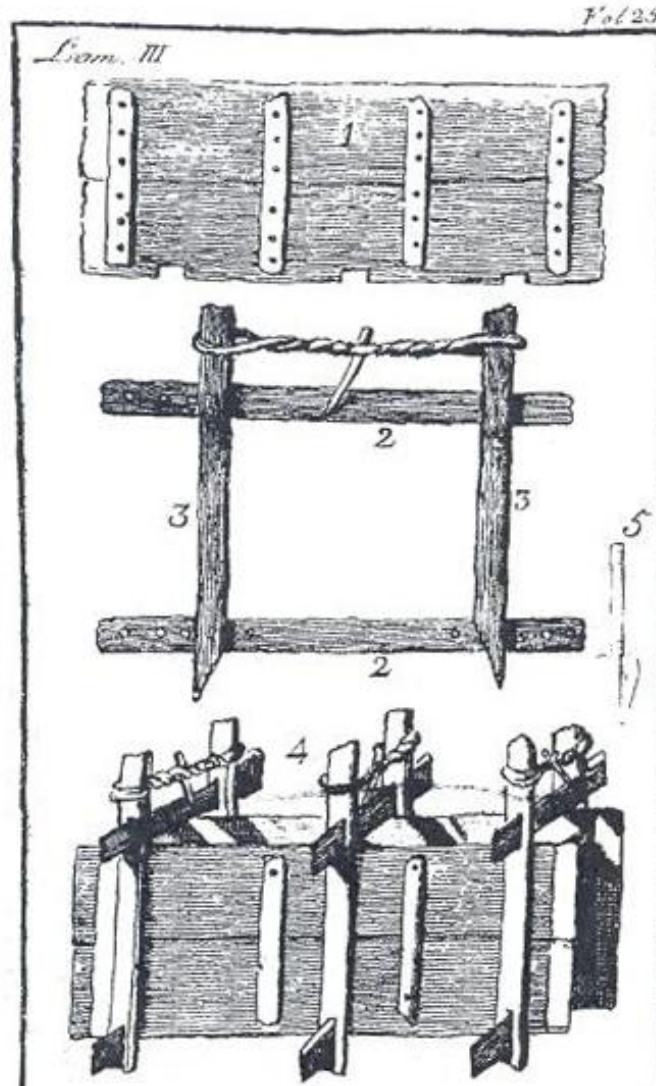
<sup>4</sup> Arquitectura de Terra por un futuro de tradición milenaria. Europa- Tercero Mundo- Estados Unidos. Fundación Calouste Guvenkian. José de Azeredo Perdigao; <http://www.es.lowtechmagazine.com/2011/08/construir-con-tierra2-eficiencia-energetica.html>. revisado 6 de julio del 2015.

<sup>5</sup> <http://es.wikipedia.org/wiki/Neol%C3%ADtico> \o "Neolítico, revisado 6 de julio del 2015.

<sup>6</sup> [http://es.wikipedia.org/wiki/Antigua\\_Roma](http://es.wikipedia.org/wiki/Antigua_Roma) \o "Antigua Roma revisado 6 de julio del 2015.

Así como en España, adquirió especial notoriedad en las actuales comunidades de: Castilla y León, Aragón, Cataluña, Comunidad Valenciana, Comunidad de Madrid, Castilla de La Mancha y algunas zonas de Andalucía y Extremadura. (Unesco, Patrimonio Mundial España, 2007).

**Imagen N° 4:** Grabado de la XIX representando la estructura del cajón (tapial) para forma la tapia.



**Fuente:** Construir con Tierra (2): Eficiencia Energética – Revista de Baja Tecnología (revista digital).

**Elaboración:** Juan José Larriva.

Plinio describe este método constructivo en su Historia Natural describiendo el uso de la tierra como: “que los muros de tierra compactada que hemos visto en Barbaria (Cartago) y en España donde se han llamado paredes moldeadas ya que la tierra es moldeada entre dos placas y no hay cemento ni mortero que es más fuerte; aplicados en la construcción de las

torres de vigía y murallas construidas por Aníbal en España son de tierra comprimida”....(Houben, 2001, pp. 10).

Las construcciones con tierra también han sido desarrolladas por los pobladores del norte de África, cuando ocuparon parte de la península ibérica, en donde se realizaron innumerables construcciones con esta técnica, estas construcciones son un verdadero monumento a la arquitectura popular, el ingenio y la creatividad de los pobladores.

En Muchos países del norte y este africano, así como del oriente próximo, han utilizado y todavía utilizan profusamente el sistema de tapia o tapial, por ser un método que exige muy poca tecnología, dentro de las cuales podemos enumerar las arquitecturas de adobe y tapial de Irán, Yemen y Marruecos entre las mas importantes.

**Imagen N° 5:** La ciudad bimilenaria de Arg-é Bam en Irán, la mayor estructura en tierra del mundo.



**Fuente:** www. El mundo de tapial .com

**Elaboración:** Juan José Larriva.

Posteriormente esta técnica se exportó a Iberoamérica, donde recibe el nombre de “tapia”<sup>7</sup>; esta técnica de construcción con tierra pisada es muy antigua anterior a la llegada de los europeos y se difundió y expandió especialmente en las zonas secas como se puede observar en el yacimiento de Palo Blanco en la provincia de Argentina de Catamarca, en donde este yacimiento tiene una antigüedad de 2000 años aproximadamente.

El apogeo de las construcciones con tapiales se dio a partir del arribo de los españoles, cabe resaltar como muestra la arquitectura de las reducciones jesuíticas presentes en las ruinas de San Ignacio Miní, San Miguel, Jesús o Trinidad, así como en los diferentes asentamientos actuales existentes en la provincia de Misiones en Argentina, o los asentamientos existentes en los departamentos del sureste del Paraguay. Entonces, cuando hablamos de construcciones con arquitectura de una reducción, nos imaginamos un pueblo construido íntegramente en piedra. Pero los ejemplos vivos son la excepción a la regla, hechos en piedra arsénica, “ya que la gran mayoría de construcciones eran construcciones en tierra”... (Cortés, A. 1996). En donde el material principal para la construcción de edificaciones es la tapia, “la cual es una pared compuesta por tierra seleccionada y

<sup>7</sup> <https://es.wikipedia.org/wiki/Tapial>. revisado 6 de julio del 2015.

fuertemente apisonada mediante un sistema de encofrado”... (Vinuales G. Maria, 1981); una muestra elocuente de este tipo de arquitectura son los vestigios de la reducción de San Miguel (1630 – 1687), ubicados al norte de Concepción de la Sierra, que son una muestra clara del sistema constructivo en donde: “allí las piedras son muy raras, ya que el pueblo estaba constituido íntegramente en adobe y tapia, compuesta por el ñau (típica arcilla expansiva en Guaraní), que se obtenía del terreno bajo cercano al arroyo”... (Febres T. Byron, 2010, pp. 65). Adicionalmente en nuestro continente se destaca el caso específico de las ciudades andinas construidas desde el principio la ciudad de Mochica, desarrollada entre el siglo segundo y octavo de nuestra era, “en donde se muestra un vasto desarrollo en el manejo de combinaciones de técnicas constructivas de tierra entre las que se encuentra la tapia. Este sistema sirvió para hacer canales de irrigación, basamentos de templos y murallas”... (Febres T. Byron, 2010, pp. 65).

**Imagen N° 6:** Ciudad Patrimonio de la Humanidad Ouro Preto, Estado de Minas Gerais, Brasil.



**Fuente:** [https://es.wikipedia.org/wiki/Ouro\\_Preto](https://es.wikipedia.org/wiki/Ouro_Preto)

**Elaboración:** Juan José Larriva

En la actualidad en el estado de Minas Gerais, ubicado en Brasil, se encuentra la ciudad de Ouro Preto (Oro Negro) la cual esta casi totalmente construida en tapia y la misma es Patrimonio de la Humanidad, declarado por la Unesco en el año de 1980, por la importancia de su casco histórico conocida con el nombre de Ciudad Histórica de Ouro Preto.

### 1.3.- Materiales que conforman al muro de Tapial.

Cuando hablamos de un muro de tapial debemos entender que es la técnica conocida como tapia, tapial, tapia pisada o tierra apisonada, la cual “es un sistema en el que la transformación del suelo y la edificación constituyen un mismo proceso”... (Febres T. Byron, 2010); como materiales para la construcción tenemos:

- La tierra,
- Cal o cemento,
- Paja triturada

En donde el material principal es la tierra, cualquier tipo de tierra es recomendada para construir tapias, algunas son óptimas y a otras se las debe mejorar sus condiciones o propiedades, a las cuales generalmente se le añade áridos para aumentar la maleabilidad de la tierra y cal o cemento para mejorarle sus propiedades ligeramente hidrófugas y la resistencia de los muros. Se debe realizar también el análisis del suelo que se va a utilizar, y es conveniente definir las proporciones de arena, grava o ripio, arcilla y la cantidad de sílice que hay es este último elemento. Lo cual permite asegurar la estabilidad de la obra una vez terminada, es conveniente utilizar tierra que haya estado un año removida y expuesta a la intemperie. “Eventualmente la masa de arcilla puede ser aligerada con el añadido de paja triturada y hierbas secas”... (Doat. 1996, pp. 111).

**Foto N° 1:** Tierra con tapial, fotografías tomadas por el autor de la tesis del proceso realizado para mezclar la tierra con paja durante la ejecución de la obra .



**Fuente:** Archivo fotográfico de la ejecución de la obra: “Construcción de la primera etapa del bar y biblioteca de la Casa de los Tratados del Cantón Girón , Provincia del Azuay.

**Elaboracion:** Juan José Larriva.

En algunas ocasiones para mejorar la firmeza y consistencia de los muros construidos con esta técnica se le añaden cañas o palos dispuestos de cierta manera en el interior de los muros, lo que permite que aumente la resistencia y mejora las propiedades del muro en

relación a la tracción del elemento construido, el uso de estos elementos adicionales permite complementar la resistencia sin aumentar peso al mismo.

**Fotos N° 2:** Armado de cofres de madera y colocación de cañas y palos de diferentes dimensiones en la construcción columnas con tapial, fotografías tomadas por el autor de la tesis del proceso.



**Fuente:** Archivo fotográfico de la ejecución de la obra: “Construcción de la primera etapa del bar y biblioteca de la Casa de los Tratados del Cantón Girón , Provincia del Azuay.

**Elaboracion:** Juan José Larriva.

**Foto N° 3:** Armado de cofres de madera y colocación de cañas y palos de diferentes dimensiones en la construcción columnas con tapial, fotografías tomadas por el autor de la tesis del proceso, retiro de cofres.



**Fuente:** Archivo fotográfico de la ejecución de la obra: “Construcción de la primera etapa del bar y biblioteca de la Casa de los Tratados del Cantón Girón , Provincia del Azuay.

**Elaboracion:** Juan José Larriva.

#### 1.4.- Dosificación de Materiales.

En relación a la dosificación de los muros en tapial algunos autores afirman que la proporción ideal para la construcción con tierra es un: 65 % de arena, 18 % de limos, y un 20 % de arcilla. Se dice que la arcilla debe estar en poca cantidad, en una proporción igual o inferior al 20%. También se dan como adecuadas, sobre todo para las técnicas de tapial y adobe, las proporciones siguientes: grava del 0 al 15%, arena del 40 al 50 %, limos del 20 al 35 %, y arcilla del 15 al 25 %. Un sencillo ensayo de sedimentación puede dar una idea de las proporciones de la tierra de que se dispone. Además de tener una proporción suficiente de arcilla y otros componentes, la tierra a emplear debe estar limpia de raíces y restos vegetales, y tener un aspecto homogéneo.

**Tabla N° 1:** Composición granulométrica de la tierra adecuada para la fabricación de adobes y paredes de tapial, según varios autores.

<b>Autores</b>	<b>Arcilla (%)</b>	<b>Limo(%)</b>	<b>Arena (%)</b>
Barrios et al (1987)	35 – 45		55 - 65
Houben y Guillaud (1994)	5 - 29	-	-
Grahan Mc Henry (1996)	15 - 25	-	-
Carazas Aedo (2002)	1 volumen de tierra arcillosa: 2 volúmenes de tierra arenosa		
HB 195 (2002)	10 - 40	10 - 30	30 – 75 (arena – grava)
Proyecto Hornero (2007)	50 % de tierra arcillosa: 50 % de tierra arenosa		

Fuente: [www.disensa.com](http://www.disensa.com)

Elaboracion: Juan José Larriva

Sin embargo, si se desea realizar una construcción con tierra es básico en primer lugar realizar muestreos y diferentes pruebas previas a la construcción definitiva. Es sumamente aconsejable consultar a las personas de la zona o investigar las referencias históricas, si las hubiera, de la experiencia en la construcción con tierra en el lugar.

Teóricamente, y haciendo una comparación exhaustiva de varios libros, el tapial tiene una densidad de entre 1.800 y 2.100 kg/m<sup>3</sup>, y una resistencia a compresión en torno a 19 kg/cm<sup>2</sup>, “si bien esta resistencia depende mucho del tipo de tapial y su composición, pudiendo existir oscilaciones normalmente no superiores al 30%”... (Neves Celia, Coelho, Villaca Ana Cristina; 2009).

#### 1.5.- Aplicaciones.

El hecho de hallar todavía en buen estado muchas obras de tipo monumental en tierra refleja cuan duraderas pueden llegar a ser. La tierra se empleó para levantar fortificaciones,

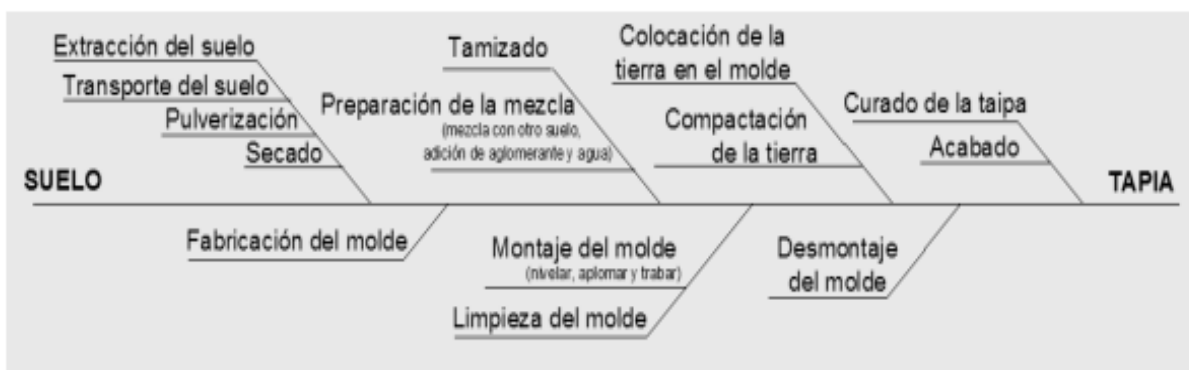
castillos, murallas, ermitas, mezquitas, graneros, molinos y viviendas populares, en lugares como el Sahara, el Magreb, África Central y Oriental, América Latina, o toda Europa, incluyendo también lugares lluviosos como Suecia, Noruega y Dinamarca.

Finalmente, hay que destacar la presencia en la actualidad de la tierra cruda en la edificación. En los países con mayor necesidad de viviendas y menos recursos como sucede en casi toda África, Oriente Medio y América Latina, la tierra es el material de construcción que predomina. En China e India hay más de 50 millones de casas de tierra. En zonas como Europa, sin embargo, la tierra está prácticamente ignorada en la construcción nueva, aunque forma parte del paisaje cotidiano en muchas regiones rurales donde todavía se mantienen viviendas y patrimonio de tierra.

### 1.6.- Costos.

Los costos de un m<sup>3</sup> de tapial son relativamente altos, no por la composición de materiales que se utiliza, sino por la mano de obra que se necesita para construirlo. Es decir, que debido a las dimensiones básicas para tapial, el encofrado debe ser muy reforzado a que no ceda o fracase con el volumen de dicho material en su interior, la compactación es manual necesitando mayor tiempo y personal, el tapial es un material de fraguado lento necesitando un mayor tiempo de encofrado en relación con el hormigón, lo que encarece los costos debido a que los cofres no pueden ser reutilizados inmediatamente, obligando a una inversión mayor o mayores tiempos de ejecución.

*Imagen N° 7: Mapa del proceso de producción de la tapia o tapial.*



**Fuente:** <http://www.ecointeligencia.com/2012/08/tapial-y-la-construccion-sostenible/>

**Elaboración:** Juan José Larriva

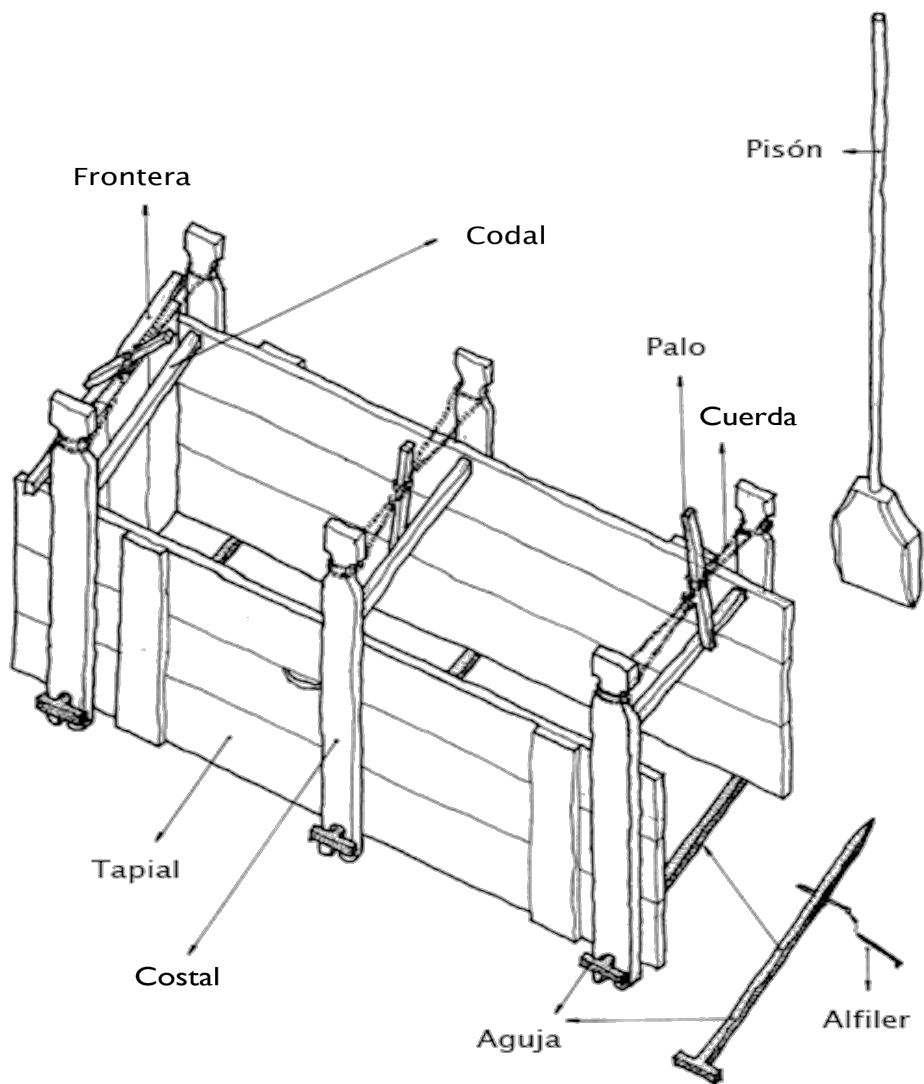
“No existe una fórmula sencilla para calcular las cantidades de material y de servicios que pueden cubrir todas las variables de una obra, luego de realizar la estimación de los costos requiere además de un diseño detallado, todo el conocimiento sobre el lugar de la construcción y la calificación de la mano de obra”... (Neves et al,2009). El costo referencial de un metro cúbico de tapial fluctúa entre los \$50,00 USD (cincuenta dólares americanos) y \$70,00 USD (setenta dólares americanos), va a depender considerablemente del lugar de emplazamiento de la obra y de las propiedades de la tierra con la que se va a trabajar y desarrollar la construcción.

## 1.7.- Métodos Constructivos.

En la ejecución de la parte constructiva para la técnica del tapial, primero se encofra el tramo de mampostería o muro a realizarse, el encofrado consiste en utilizar moldes temporales o permanentes para dar forma al tapial, mientras se encuentra en su estado plástico o fresco. Existen distintos tipos de sistemas para efectuar los encofrados:

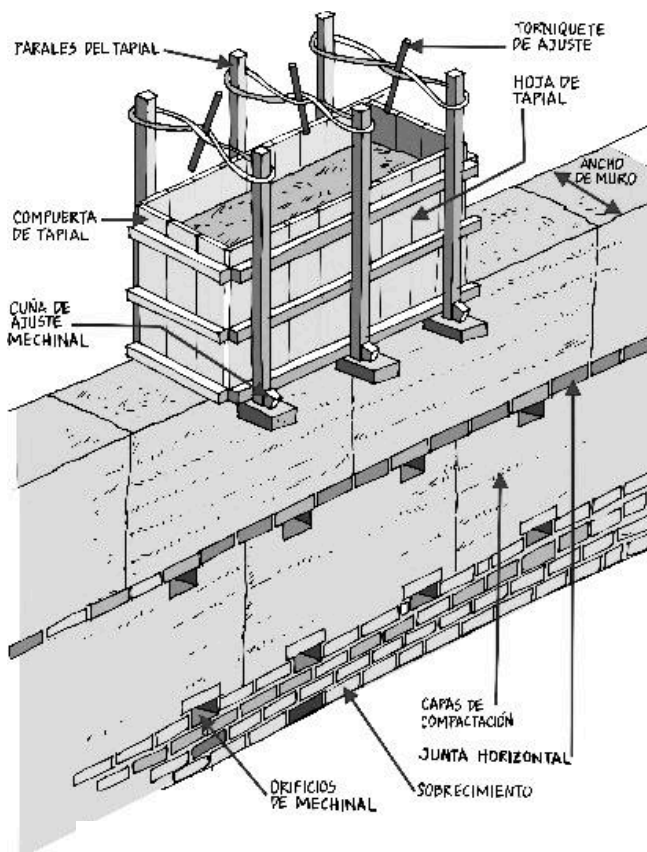
- Sistema tradicional, este es el que se crea en la obra, valiéndose de piezas de madera aserrada y rolliza o contrachapado. Su montaje resulta fácil de realizar, pero su ejecución es lenta cuando se tienen estructuras grandes. Este sistema se usa principalmente para pequeñas obras, en las cuales la mano de obra es más económica y resulta más barato que alquilar encofrados modulares. Son bastante flexibles, por lo que se pueden producir una gran variedad de formas y por lo regular se utilizan en combinación con otros sistemas de encofrado.

*Imagen N° 8:* Herramientas necesarias para la construcción de un muro de tapia.



**Fuente:** <http://www.ecointeligencia.com/2012/08/tapial-y-la-construccion-sostenible/>  
**Elaboración:** Juan José Larriva.

**Imagen N° 9 y N° 10 y N° 11:** Construcción de muro de tapia utilizando un pisón de dos cabezas empleado en Ecuador (Minke 2001).



**Fuente:** <http://www.ecointeligencia.com/2012/08/tapial-y-la-construccion-sostenible/>  
**Elaboracion:** Juan José Larriva

- Encofrado perdido, así se llama al encofrado en el que no se recuperan posteriormente los materiales para un segundo uso, pues en este caso permanecen unidos al elemento estructural. Puede elaborarse a base de piezas plásticas, de cartón o de algún material cerámico; este queda en la parte exterior de la pieza que se va a moldear.
- Encofrado modular o sistema normalizado, esto es cuando se utilizan módulos prefabricados, en especial de metal o de plástico. Su uso ayuda a que el trabajo sea más rápido y con mayor precisión, además de la seguridad que este brinda al utilizar herrajes de ensamblaje y otras piezas auxiliares que resultan necesarias. Este es indicado para las grandes obras.
- Encofrado deslizante, es el nombre que recibe el sistema que se utiliza para las construcciones en estructuras verticales u horizontales, que tienen una sección constante o muy similar, el objetivo es que se pueda reutilizar el mismo encofrado según va creciendo el edificio ya sea en altura o en extensión. Este encofrado cuenta con la disposición para los andamios y las maquinarias.
- “Posteriormente se realiza el relleno del cofre con tapial, el cual debe tener la humedad y homogeneidad apropiada entre los materiales que lo conforman, el cual será colocado y vertido en los cofres.
- La compactación se la realiza en capas de 10 a 15cm, manualmente con pisones de madera con peso de 5 a 8 kg.
- El desencofrado se lo realiza a partir del segundo día, después de haber acabado el relleno, donde el tapial ha alcanzado una resistencia adecuada.
- El proceso de secado, en donde el tapial alcanza su máxima resistencia, es muy relativo ya que depende de las condiciones climáticas de la zona en la que está emplazada la construcción, es por esto que no existe un tiempo exacto el cual depende del emplazamiento de la construcción, ya que en zonas calurosas o de bastante sol este proceso va a ser acelerado, mientras que en zonas con precipitaciones o frías el proceso va a ser mucho más lento. Teniendo un lapso de secado aproximado entre 4 y 7 días”..... (Manual de construcción para viviendas antisísmicas de tierra. Universidad de Kassel, Alemania, 2005).



**Fuente:** [http://www.itacanet.org/esp/construccion/Construccion\\_tierra.pdf](http://www.itacanet.org/esp/construccion/Construccion_tierra.pdf)

**Elaboración:** Juan José Larriva

Esta información ha sido recopilada de los artículos presentados en el 14<sup>a</sup> Seminario Iberoamericano de Arquitectura y construcción con tierra (SIACOTT), realizado en la ciudad de San Salvador , El Salvador, entre el 24 y 20 de noviembre del 2014.

### **1.8.- Dimensiones.**

Una vez construidos los cimientos de la construcción, los tableros grandes se separan, según el grosor que se quiera dar a la mampostería o muro que es entre 0,40m y 0,60m, va a depender de necesidades o criterios de diseño, y se unen por unos listones de madera llamados agujas o cárceles: los otros dos tableros pequeños cierran los costados, uno de ellos será eliminado al hacer el segundo tapial pues irá adosado al ya construido. La altura que cada hilada de tapial puede ser de 0,80m a 0,90m, hasta alcanzar la altura requerida.

### **1.9.- Características.**

Las construcciones llevadas a cabo con la técnica de la tierra apisonada o mas conocida como Tapial, tienen propiedades bioclimáticas ya que por su efecto "vasija de barro", mantiene una temperatura relativamente estable en el interior durante de la edificación durante todo el año, es así que tanto en verano con calor extremo, como en el invierno con un frío intenso la temperatura interior es constante y no existe perdidas de calor por los materiales. En los trópicos la temperatura media del año es de unos 25° C, independientemente de las temperaturas externas. Por su contenido energético extremadamente bajo, en la actualidad es una técnica constructiva que minimiza el impacto ambiental y las emisiones del efecto invernadero; pero esta técnica de construcción es inadecuada en lugares con un clima extremadamente lluvioso por la erosión que puede llegar a causar el agua en los muros si estos no reciben el mantenimiento adecuado o un recubrimiento que ayuda a evitar la disgregación del material. Por lo cual es importante que se realice una adecuada cimentación, en donde con la adecuada impermeabilización superior, se evita la posibilidad de la humedad por capilaridad, la cual debe ser mínima para evitar problemas en los muros por el ataque de la humedad..

#### **Entre las ventajas se pueden enumerar las siguientes:**

- Simplicidad de ejecución
- Costo bajo de materia prima
- Aislamiento térmico y acústico
- Producción sin consumo de energía

#### **Entre las desventajas se pueden enumerar las siguientes:**

- Durabilidad (erosión, humedecimiento, etc.)
- Fragilidad frente a desastre naturales (sismos e inundaciones)
- Disminución de los aspectos efectivos debido al grosor de los muros.
- Aceptabilidad social.

## 2.- Estructuras de Madera.

La madera es un material duro y resistente que se produce mediante la transformación del árbol. “Es un recurso forestal disponible que se ha utilizado durante mucho tiempo como material de construcción. La madera es uno de los elementos constructivos más antiguos que el hombre ha utilizado para la construcción de sus viviendas y otras edificaciones. Pero para lograr un resultado excelente en su trabajabilidad hay que tener presente ciertos aspectos relacionados con la forma de corte, curado y secado”.... (Esquivel Elias,2013).

(...) Aseveraciones muy comunes como que la madera arde, se pudre o se mueve excesivamente, no son argumentos válidos que permitan su discriminación como material constructivo, ya que el estado de conocimiento actual, confirma no sólo lo exagerado, sino también que disponemos de tecnología suficiente para aminorar tales deficiencias, cuando no de prevenir o eliminarlas por completo.<sup>8</sup>

La madera es un material que ha sido y es utilizado desde la antigüedad hasta nuestros días, el cual es un material natural que tiene una variedad de especies cada una poseedora de una belleza única.

Ante lo cual es importante entender que la madera como un material que interviene en la construcción de edificaciones deber partir de la elección apropiada del material, de su calidad, de la especie apropiada de acuerdo al uso al cual se la va destinar y del apropiado conocimiento en relación a los tipos de ensamble y la protección apropiada tomando en cuenta que este material va a soportar movimientos de dilatación y contracción.

La misma posee distintos tipos de propiedades según su uso, en nuestro caso destacaríamos las propiedades físicas y mecánicas, las mismas que han sido clasificados en dos grandes grupos:

- Madera Blandas las cuales constituyen el grupo de las coníferas que son normalmente de zonas templadas como son el ciprés y el pino.
- Maderas Duras son porosas o de hoja ancha se encuentran el trópico y en algunas partes de las zonas templadas.

### 2.1.- Historia de la Madera.

La madera ha formado parte, total o parcialmente, de las edificaciones construidas por el hombre desde el mismo neolítico; antes de que el hombre empezara a cortarla con herramientas con suficiente capacidad de corte como para trabajarla, es muy probable que ya empleara la madera como material de construcción de sus primeros refugios. En aquellos lugares donde los refugios o abrigos naturales no le proporcionaban la seguridad suficiente, el hombre comenzó a fabricarse chozas.

---

<sup>8</sup> Alejandro López de Roma, “La madera como elemento estructural en la construcción”, Ponencia de las III Jornadas Nacionales de la Madera en la Construcción, en la revista Acomat, nº 52, edita Acomat (Revista de la Asociación de Empresarios del Comercio de Madera: Tableros, chapas y molduras de Madrid), Madrid, mayo-junio, 1988, pág. 14.

Probablemente, “uno de los primeros materiales utilizados para ello, si no el primero, serían las ramas de madera seca que recolectaría del suelo, junto con las ramas que podría desgajar por la fuerza de los árboles. Andando el tiempo, las hachas y cuchillos de piedra afilada le permitirían cortar troncos, cada vez más gruesos, y desbastarlos hasta conseguir un material de construcción cada vez más sólidos”.... (García. Esteban, 1999).

Lo que precede, por supuesto, es fruto de la deducción y la conjetura. Nunca se ha encontrado ningún resto fósil de ninguna construcción en madera hecha por el hombre primitivo; la madera, al contrario que la piedra, no suele fosilizarse, y por eso del uso habitual de la madera como material de construcción sólo tenemos constancia explícita por la actividad actual de los pueblos que siguen viviendo en la edad de piedra: es el caso de las diferentes etnias aborígenes del Amazonas, o de los papúes de Nueva Guinea.

También es el caso de las construcciones celtas tradicionales, cuya construcción aún pervive en la tradición en algunos lugares de Galicia. El tratado más antiguo sobre construcción en madera del que tenemos noticia data del siglo I a.C., y procede de la ya muy sofisticada civilización romana; Se escribió en pleno reinado de César Augusto, el fundador del imperio, por Marco Viturbio, arquitecto e ingeniero romano, quien escribió un extenso tratado sobre arquitectura y técnicas de construcción en Roma. Lo tituló ‘De architectura’, la obra de Viturbio recoge las primeras descripciones sobre la composición, cualidades y usos de la madera, mostrando especial interés sobre la influencia de la época de corta en las características de la misma frente a los xilófagos.

Las grandes ciudades de la antigüedad estaban formadas, sobre todo, por viviendas familiares de madera sin tratar, aunque la imagen que tengamos de las civilizaciones antiguas (griegos, romanos, egipcios, persas) nos evoque suntuosos edificios de ladrillo, piedra o mármol, en realidad, en la arquitectura civil, las grandes ciudades de la antigüedad estaban formadas, sobre todo, por viviendas familiares de madera sin tratar. Esto, unido al hacinamiento y al uso habitual de leña para cocinar y calentarse hacía que los incendios fueran muy frecuentes. La combustibilidad de la madera, en las condiciones antes descritas, hizo que, poco a poco, se fuera relegando su uso como material de construcción, aunque es muy probable que en la antigua Mesopotamia y en Egipto existieran precedentes más antiguos.

## **2.2.- Aplicaciones.**

Recientemente, y gracias a los tratamientos a los que se la somete, la madera ha recuperado su buena fama como material de construcción fiable. Esta percepción negativa sobre la madera como material de construcción de alta peligrosidad se ha mantenido hasta nuestros días, en el ámbito de la Europa mediterránea, la heredera directa de los romanos. No así en los países del norte de Europa, especialmente los escandinavos, en los que la madera siempre ha sido el principal material de construcción, muy estimado por sus cualidades isotérmicas. Ni en los Estados Unidos, donde la madera fue desde el principio, y sigue siendo, el material de construcción más consumido.

La madera principalmente es utilizada para la construcción de: viviendas unifamiliares, chalets, restaurantes, pérgolas, cenadores, bungalows, cabañas, casetas, etc.

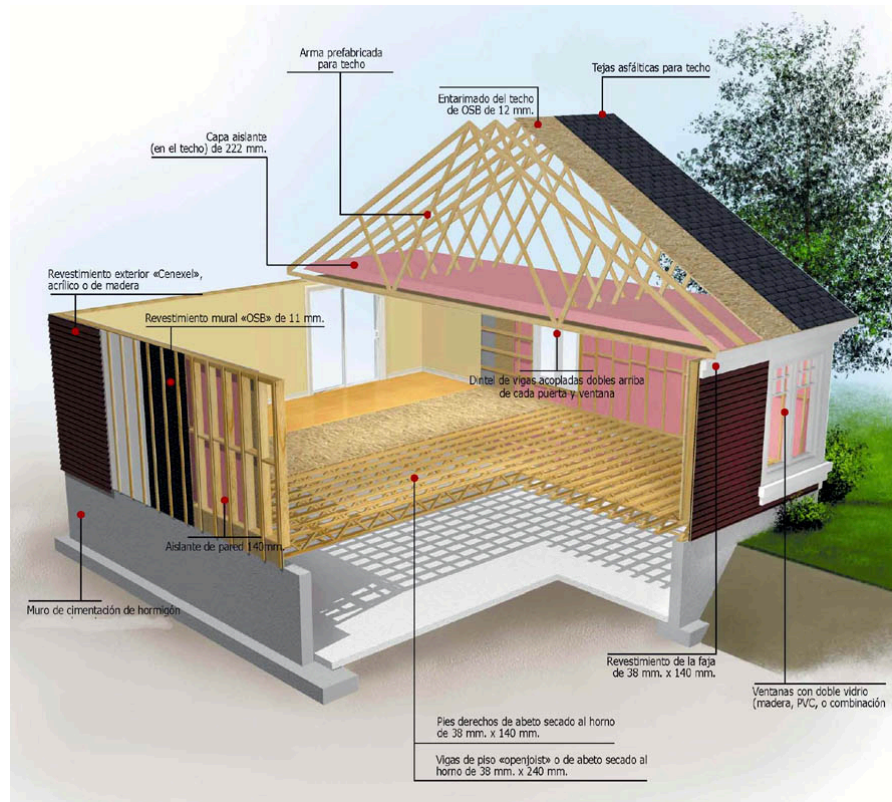
**Imagen N° 12:** Casas de madera, sección de estructura y cubierta Sistema Everton.



**Fuente:** <http://www.casasmadera.cc/> 20 julio 2015.

**Elaboración:** Juan José Larriva

**Imagen N° 13:** Sección de paredes, Forjados y cubierta armado en madera.



**Fuente:**

[http://www.casastar.es/CASAS\\_PREFABRICADAS\\_spain/tecnologia1/sistema\\_sandwich\\_casa\\_prefabricada.htm](http://www.casastar.es/CASAS_PREFABRICADAS_spain/tecnologia1/sistema_sandwich_casa_prefabricada.htm)

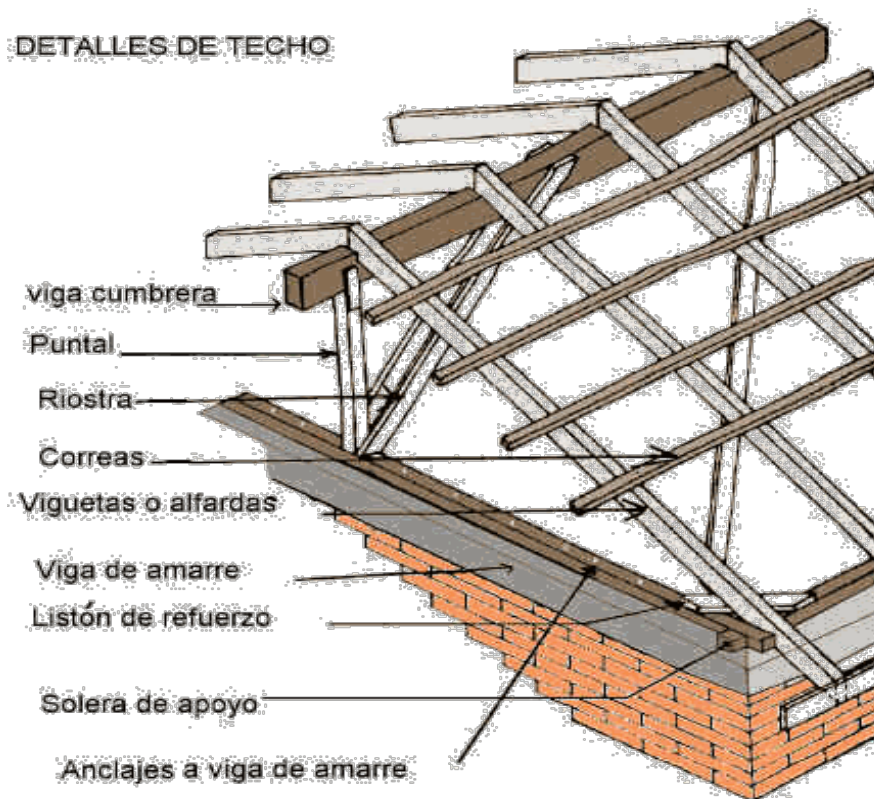
**Elaboración:** Juan José Larriva

En la actualidad la madera es también muy utilizada en la ejecución y construcción de las estructuras de cubierta, así como es utilizando como elementos para: vigas, traves, viguetas, pares de armaduras, tableros, perfiles, paneles, columnas, entre los principales.

### 2.3.- Costos.

En la madera los costos son muy relativos, ya que va que depender del tratamiento que se le ha dado a la misma, la variedad de calidades y usos para los cuales se emplean dichas calidades de madera van a ser parámetros decisivos en los costos de la misma; entre las más costosas tenemos: caoba, nogal, pino, teca, etc. Estas son utilizadas en la construcción para terminados como pisos, muebles, closet, etc.

*Imagen N° 14:* Elementos de cubierta.



Fuente: <http://html.tejados-y-cubiertas.html>

Elaboración: Juan José Larriva

Para la estructura de la construcción en si o para la estructura de cubierta el eucalipto es muy utilizado, debido a sus propiedades de resistencia a la tracción, dureza, peso, stock en el mercado, y sobre todo por su costo.

Por lo general se maneja dos precios diferentes en el mercado:

- Piezas de madera de eucalipto de 12 \* 10 cm con L= 2m, totalmente seca la madera, con sección uniforme, inmunizada la pieza, tiene un costo de \$23,83 USD cada unidad, (veinte y tres con 83/100 dólares americanos).

- Viga de madera de 16 \* 14 cm, con sección no uniforme tiene un costo de \$5,50 USD cada metro lineal (cinco con 50/100 dólares americanos).
- Estructura de madera de eucalipto para cubierta (viguillas, tirillas, tochos, tirantes), tiene un costo de \$32.04 USD el metro cuadrado.

Se considera un rubro independiente el tratamiento para protección de la madera, en obra por lo general se lo realiza con plaguicidas, los mismos q se mezclan con agua en dosificaciones específicas, teniendo un costo referencial de \$ 2,79 USD por cada metro cuadrado.

## **2.4.- Características**

La madera posee una serie de características que hacen de ella un material peculiar. Cuenta con una serie de propiedades mecánicas que abarcan las posibilidades estructurales de la madera, para ello se debe tomar en cuenta su resistencia, dureza, rigidez y densidad. La madera consta de las siguientes propiedades mecánicas: muy elevada resistencia a la flexión, buena capacidad de resistencia a la tracción y a la compresión paralelas a la fibra, escasa resistencia al cortante, muy escasas resistencias a la compresión y a la tracción perpendicular a la fibra, bajo módulo de elasticidad, mitad que el del hormigón y veinte veces menor que el acero.

La resistencia depende de lo seca que esté la madera y de la dirección en que esté cortada con respecto a la veta. La madera siempre es mucho más fuerte cuando se corta en la dirección de la veta; por eso las tablas y otros objetos como postes y mangos se cortan así. La alta resistencia a la compresión es necesaria para cimientos y soportes en construcción. La resistencia a la flexión es fundamental en la utilización de madera en estructuras, como viguetas travesaños y vigas de todo tipo.

### **2.4.1.- Ventajas de la madera:**

- Facilidad de trabajarse y Belleza.
- Docilidad de labra.
- Escasa densidad.
- Adaptabilidad.
- Uniones eficientes: La madera se puede ensamblar y pegar con adhesivos apropiados, unir con clavos, tornillos, pernos y conectores especiales.
- Buen aislante eléctrico, térmico y acústico: Como la madera es un material compuesto de fibras huecas, alineadas axialmente a la longitud del árbol, estos huecos o espacios contienen aire atrapado que le imparten excelentes cualidades como aislante del sonido y del calor.
- Flexibilidad: La madera puede ser curvada o doblada por medio de calor, humedad, o presión.
- Alta resistencia.
- Bajos costos.

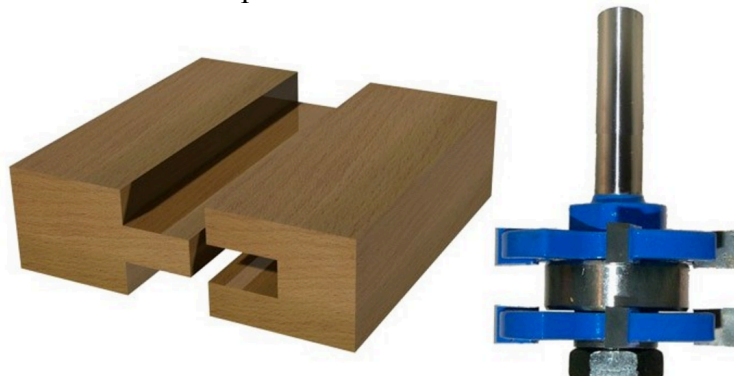
#### 2.4.2.- Desventajas de la madera:

- Mantenimiento.
- Poca resistencia al sol.
- No es un elemento constructivo muy resistente para grandes alturas.
- Poca resistencia a la humedad.
- Pueden ser atacado por insectos.(colillas, termitas, moho, hongos).
- Inestabilidad volumétrica.

#### 2.5.- Ensamblés.

Las estructuras de entramados de madera están conformadas por elementos de madera entrelazados entre sí. Su armado requiere el cuidadoso ensamble de piezas de madera en ángulos de lo más diversos. En la mayoría de los casos la resolución adecuada de estas uniones caracteriza la calidad de la construcción. Cada forma de unión corresponde a ciertas exigencias específicas. La función de los ensamblés es absorber los esfuerzos de tracción, compresión y flexión a los que son sometidas las piezas de madera que trabajan en el armazón. Los acoples transmiten el esfuerzo uniformemente a través de toda la armazón.

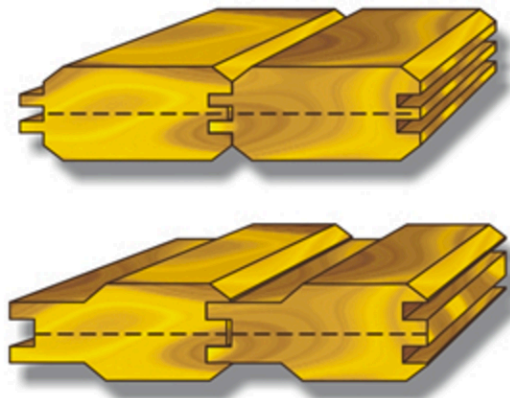
**Imagen N° 15:** Machihembrado simple.



**Fuente:** <http://www.hechoxnosotrosmismos.com/t67-tecnicas-para-unir-piezas-de-madera>

**Elaboración:** Juan José Larriva

**Imagen N° 16:** Machihembrado doble.



**Fuente:** <http://www.hechoxnosotrosmismos.com/t67-t>

**Elaboración:** Juan José Larriva

**Imagen N° 17:** Machihembrado doble con bicel.

machihembrado  
con chaflán



machihembrado  
doble chaflán



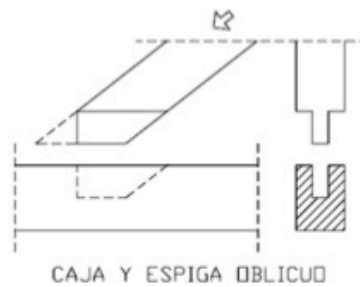
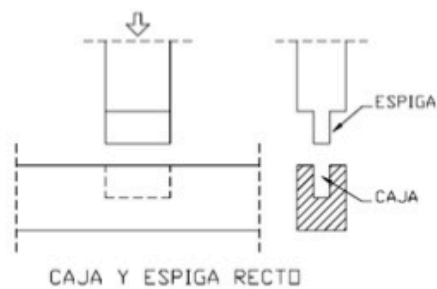
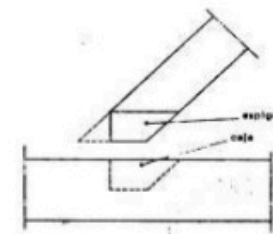
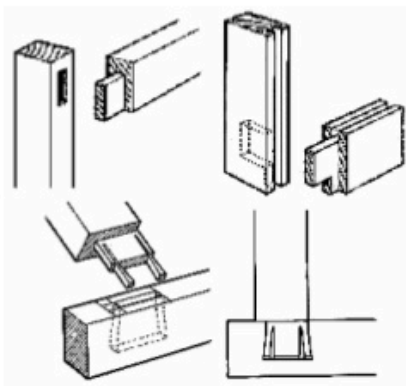
**Fuente:** <http://www.hechoxnosotrosmismos.com/t67-tecnicas-para-unir-piezas-de-madera> .

**Elaboración:** Juan José Larriva.

**Ensamblaje de caja y espiga:** Este tipo de ensamble se usa para uniones en ángulo recto. Tiene numerosas variantes según el uso, entre las más comunes:

**Imagen N° 18:** Detalle de ensamble a caja y espiga.

## ENSAMBLE CAJA Y ESPIGA

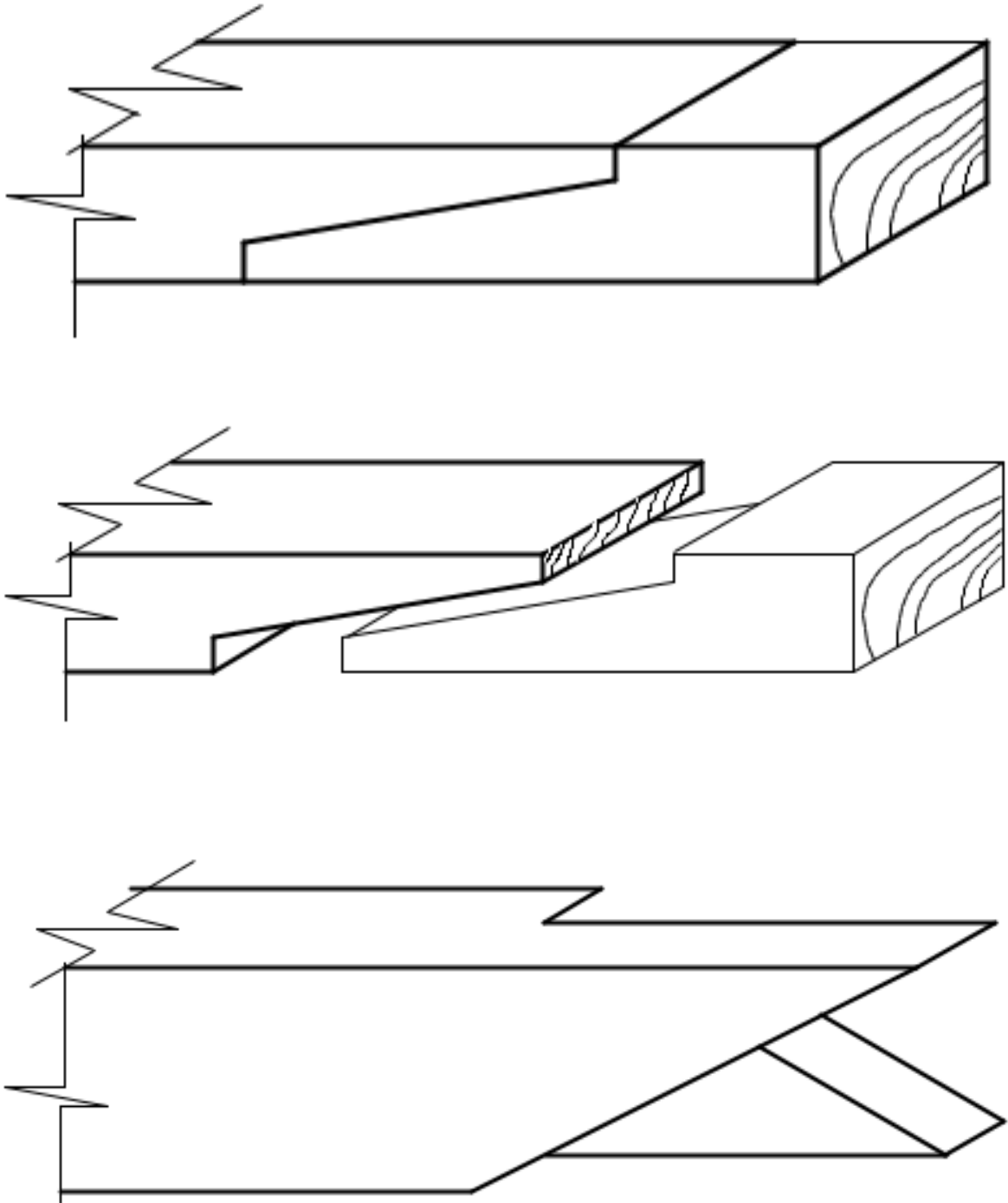


**Fuente:** <https://www.google.com.ec/search?q=Estructura+de+cubierta+en+madera&es>

**Elaboración:** Juan José Larriva

**Ensamblajes longitudinales:** A la hora de unir dos tirantes de madera en sentido longitudinal, se puede hacer un empalme simple, o una unión con cubre juntas, siendo esta última la más apropiada para trabajos pesados.

*Imagen N° 19:* Ensamble de madera.

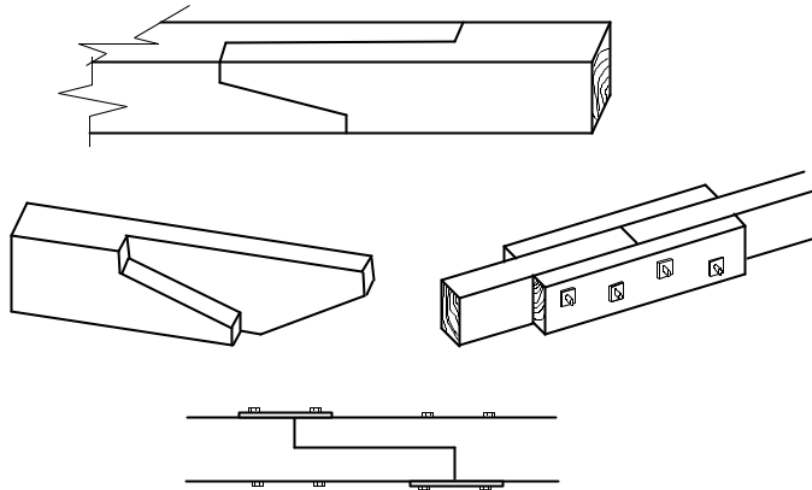


**Fuente:** <http://www.madereros.com/ensambles/ensambles2.html>

**Elaboración:** digitalización y redibujo Juan José Larriva.

Si se necesita mayor resistencia, lo más indicado es hacer una unión con cubre juntas, donde la junta se cubre con piezas metálicas o de madera, y se aprieta el conjunto con tornillos pasantes zunchos metálicos.

**Imagen N° 20:** Ensamble de madera.

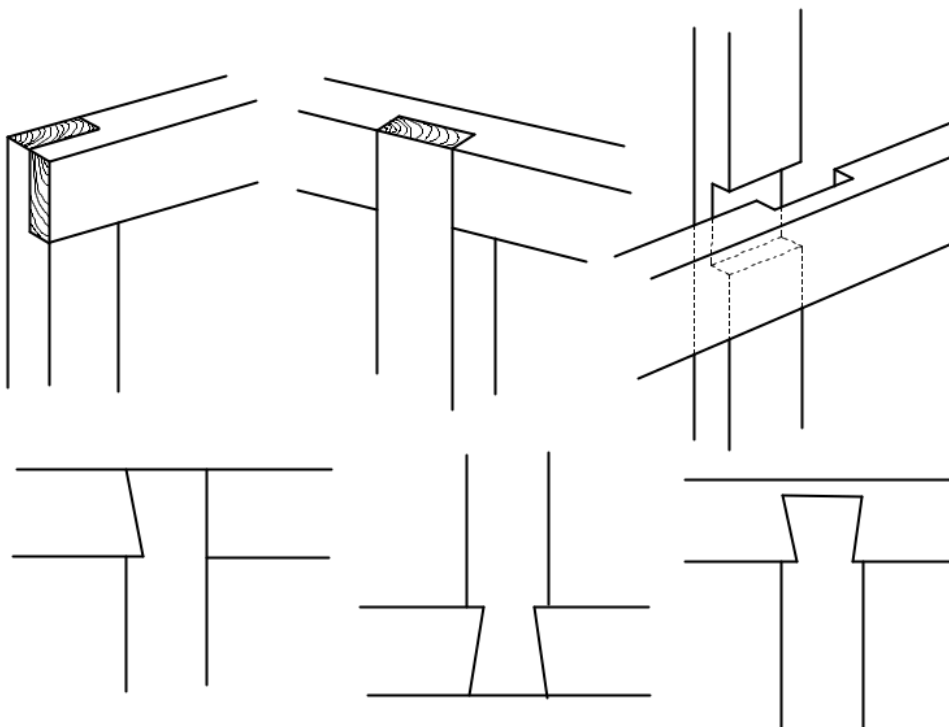


**Fuente:** <http://www.hechoxnosotrosmismos.com/t67-tecnicas-para-unir-piezas-de-madera>

**Elaboracion:** digitalización y redibujo Juan José Larriva

**Ensamblés a media madera:** Este tipo de ensamble es uno de los más simples, y tiene numerosas aplicaciones: armado de columnas de cubierta, uniones de estructura de cubierta, etc.

**Imagen N° 21:** Ensamblés a media madera.

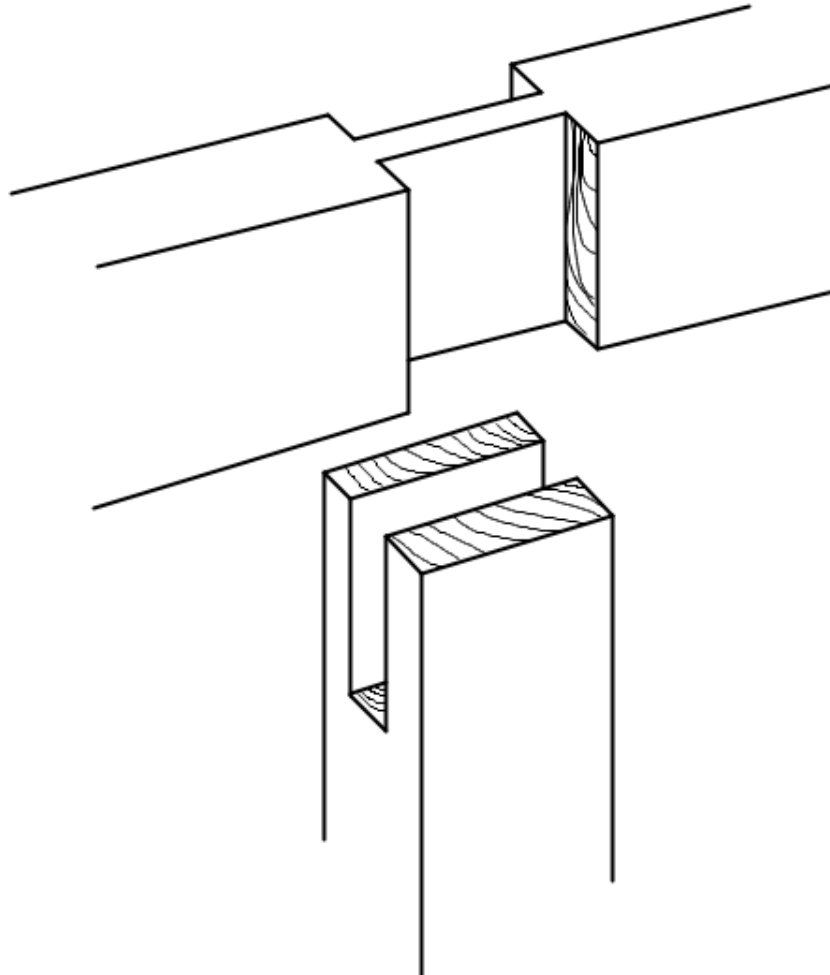


**Fuente:** <http://www.madereros.com/ensambles/ensambles2.html>.

**Elaboracion:** digitalización y redibujo Juan José Larriva

**Ensamblajes de horquilla:** Es otro ensamble utilizado con frecuencia, es más resistente que el anterior, pero requiere mayor trabajo y precisión.

*Imagen N° 22:* Ensamblajes a media madera.



**Fuente:** <http://www.madereros.com/ensambles/ensambles2.html>.

**Elaboración:** digitalización y redibujo Juan José Larriva

## **2.6.- Agentes nocivos de la Madera.**

El deterioro de la madera es un proceso que altera las características de ésta. En amplios términos, puede ser atribuida a dos causas primarias:

- Agentes bióticos (que viven)
- Agentes físicos (que no viven).

En la mayoría de los casos, el deterioro de la madera es una serie continua, donde las acciones de degradación son uno o más agentes que alteran las características de la madera al grado requerido para que otros agentes ataquen.

### 2.6.1.- Agentes bióticos del deterioro.

La madera es notablemente resistente al daño biológico, pero existe un número de organismos que tienen la capacidad de utilizar la madera de una manera que altera sus características.

Toda la información recopilada está sustentada en la investigación y revisión de la bibliografía del libro Manual de diseño para maderas del Grupo Andino, realizado por la Junta del Acuerdo de Cartagena – PADT – REFORT 1982.

“La madera por ser un material orgánico y natural, constituido principalmente por celulosa y lignina, si es sometida a ciertas condiciones de húmedas, temperatura y oxígeno puede ser degradada. La degradación de la madera se debe al ataque de organismos biológicos destructores como son los hongos y los insectos xilófagos que a ciertas condiciones ambientales pueden afectar a la madera y los cuales destruyen las células que la componen, afectando sus propiedades físicas y químicas y reduciendo severamente su resistencia estructural”.... (Manual de Diseño para Maderas del Grupo Andino, 1982, Capítulo 1 pp. 33).

Los organismos que atacan la madera incluyen: bacterias, hongos, insectos y perforadores marinos, algunos de estos organismos utilizan la madera como fuente de alimentos mientras que otros la utilizan para el abrigo.

Dentro de los agentes bióticos más dañinos tenemos:

**BACTERIAS:** son pequeños organismos unicelulares que están entre los más comunes de la tierra. Se ha demostrado recientemente que tienen relación con la infección de la madera no tratada expuesta en ambientes muy húmedos, causando aumento de la permeabilidad y ablandamiento en la superficie de la madera.

La desintegración bacteriana es normalmente un proceso extremadamente lento, pero puede llegar a ser serio en situaciones donde la madera no tratada, está sumergida por largos períodos. Muchas bacterias son también capaces de degradar los preservantes pudiendo modificar la madera tratada de una manera tal que ésta llegue a ser más susceptible químicamente a organismos dañinos. El decaimiento bacteriano no parece ser un peligro significativo en la madera tratada a presión usada típicamente para la construcción.

**HONGOS:** Los hongos son organismos que utilizan la madera como fuente de alimento. Crecen en la madera como una red microscópica a través de los agujeros o directamente penetrando la pared celular de la madera. “Las Hifas producen las enzimas que degradan la celulosa, hemi celulosa, o lignina que absorbe el material degradado para terminar el proceso de desintegración. Una vez que el hongo obtiene una suficiente cantidad de energía de la madera, produce un cuerpo fructífero sexual o asexual para distribuir las esporas reproductivas que pueden invadir otras maderas”... (Vaca de Fuentes, Rosa, 1998, pp. 2) .

“Los cuerpos fructíferos varían de las esporas unicelulares producidas al final de las hifas para elaborar cuerpos fructíferos perennes que producen millones de esporas. Estas esporas son separadas extensamente por el viento, los insectos, y otros medios que pueden ser encontrados en la mayoría de las superficies expuestas. Consecuentemente, todas las estructuras de madera están conforme al ataque de los hongos cuando la humedad y otros requisitos adecuados al crecimiento de los hongos estén presentes”... (Manual de Diseño para Maderas del Grupo Andino,1982,pp. 1 – 32).

Entre otros tenemos:

- El moho: requiere abundante humedad constituyendo formaciones algodonosas en la superficie. En la madera se eliminan fácilmente mediante el cepillado.
- Y el hongo de la mancha: El hongo de la pudrición, penetran en la madera oscureciéndola por zonas como el ataque conocido como mancha azul.
  - Pudrición parda
  - Pudrición blanca
  - Hongo de la pudrición suave.

Termitas: “se alimentan de la madera y la utilizan como vivienda, perforando túneles dentro de ella que la debilitan seriamente” (Manual de Diseño para Maderas del Grupo Andino,1982,pp. 1 – 32).

- Termitas subterráneas
- Termita de la madera húmeda
- Termita de la madera seca

Escarabajos: “depositan sus huevos en los poros de la madera, de donde nace la larva que perfora túneles en el interior”...(Manual de Diseño para Maderas del Grupo Andino,1982,pp. 1 – 32).

- Escarabajos pulverizadores de madera
- Buprestido
- Escarabajos de cuernos largos

Hormiga carpintera: aunque no se alimentan de madera, la perforan con el objeto de fabricar galerías para vivir.

- Polilla, Abejas carpinteras.
- Moluscos.
- Perforadores marinos.
- Polas
- Gusano de barco.

## **2.6.2.- Agentes físicos del deterioro.**

Aunque el deterioro de la madera se ve tradicionalmente como proceso biológico, la madera se puede también degradar por los agentes físicos. Los agentes son generalmente de actuar lento, pero pueden llegar a ser absolutamente serios en localizaciones específicas.

Los agentes “físicos incluyen abrasión mecánica o impacto, luz ultravioleta, subproductos de corrosión del metal, y ácidos o bases fuertes. El daño por los agentes físicos se puede confundir por ataque biótico, pero la carencia de muestras visibles de los hongos, insectos, o perforadores marinos, más el aspecto general de la madera, puede advertir al inspector por la naturaleza del daño. Aunque destructivo en sus derechos propios, los agentes físicos pueden también dañar el tratamiento de preservación, y exponer a la madera no tratada al ataque de los agentes bióticos”....(Manual de Diseño para Maderas del Grupo Andino,1982,pp. 1 – 32).

## **2.7.- Curado de la Madera.**

La madera es un material de construcción muy duradero si se le brinda el mantenimiento y cuidado adecuado, de los agentes externos que la atacan, los hongos son los más destructivos. Mientras no se le dé un tratamiento y secado eficaz antes de ser utilizada o trabajada, estará propensa a ataques de diferentes agentes de deterioro.

“Se conoce como curado al proceso de remoción de humedad de la madera verde (piezas recién cortadas); se efectúa de dos maneras: secada al aire exponiendo la madera a aire mas seco durante un largo periodo de tiempo, o secada al horno calentándola para expulsar su humedad. La madera curada es en general mas rígida, mas fuerte y menos propensa a cambiar de forma”... (Vignote Peña, Santiago, 2006. pp. 35).

### **2.7.1.- Tratamiento básico para la madera:**

- Apeo, corte o tala: “leñadores con hachas o sierras eléctricas o de gasolina, cortan el árbol, le quitan las ramas, raíces y corteza para que empiece a secarse. Se suele recomendar que los árboles se los corte en invierno u otoño. Es obligatorio replantar más árboles que los que se cortaron”..... (Vignote Peña, Santiago, 2006, pp. 55).

**Imagen N° 23:** Troncos de madera apilados luego de ser cortados.



**Fuente:** <https://es.wikipedia.org/wiki/Madera>.

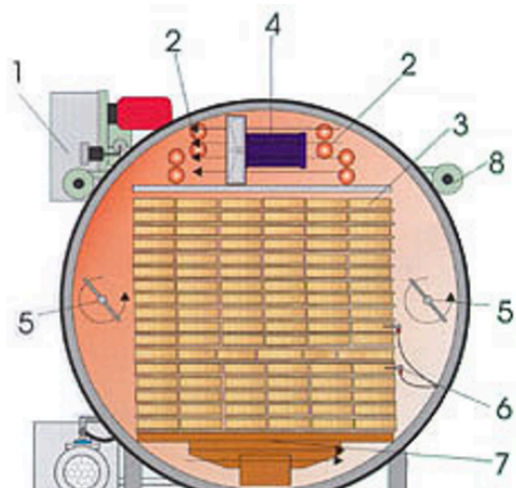
**Elaboracion:** Juan José Larriva

- Transporte: es la segunda fase y es en la que la madera es transportada desde su lugar de corte al aserradero y en esta fase dependen muchas cosas como la orografía y la infraestructura que haya.

Normalmente se hace tirando con animales o maquinaria pero hay casos en que hay un río cerca y se aprovecha para que los lleve, si hay buena corriente de agua se sueltan los troncos con cuidado de que no se atasquen pero si hay poca corriente se atan haciendo balsas que se guían hasta donde haga falta..... (Vignote Peña, 2006, pp.120).

- Aserrado: en esta fase la madera es llevada a unos aserraderos. El aserradero divide en trozos el tronco, según el uso que se le vaya a dar después. Suelen usar diferentes tipos de sierra como por ejemplo, la sierra alternativa, de cinta, circular o con rodillos. Algunos aserraderos combinan varias de estas técnicas para mejorar la producción.

**Imagen N° 24:** Apilado y Secado de la madera al vacío luego de ser cortado.



1. Panel de control computerizado (Vacutronic).
2. Batería agua caliente.  
Catasta en secado.
3. Ventilador de flujo alterno.
4. Turbulencia.
5. Sonda.
6. Carro motorizado de carga.  
Condensador

**Fuente:** [http://trasemad.com/index\\_archivos/Page585.htm](http://trasemad.com/index_archivos/Page585.htm).

**Elaboracion:** Juan José Larriva.

- **Secado:** este es el proceso más importante para que la madera esté en buen estado.

**Secado natural:** “se colocan los maderos en pilas separadas del suelo, con huecos para que corra el aire entre ellos, protegidos del agua y el sol para que así se vayan secando. Este sistema tarda mucho tiempo y eso no es rentable al del aserradero que demanda tiempos de secados más cortos”... (Aenor, 1998, pp.45)

**Secado al Natural:** “consiste en exponer a la madera a la acción del medio ambiente, el éxito de esta practica depende de la forma como se apile la madera, la cual debe permitir la libre circulación del aire alrededor de cada pieza que se seca”. (Manual de Diseño para Maderas del Grupo Andino,1982, Capitulo 2 – pp. 6).

El secado al natural o al aire, es la forma mas sencilla y la mas económica para secar la madera, se debe disponer de grandes superficies o patios de secado y con condiciones climáticas apropiadas, en donde la madera es apilada de manera horizontal.

**Secado Artificial:** es el proceso por medio del cual se elimina el agua de la madera mediante el empleo de temperatura, humedad y ventilación, diferentes a las naturales la cual se obtiene mediante el uso de aparatos e instalaciones especiales, “siendo los hornos secadores los mas comunes; mediante este proceso artificial se reduce considerablemente el tiempo de secado de la madera, con lo cual la madera obtenida es de mejor calidad que la secada al aire, debido a que se seca en condiciones controladas de temperatura y humedad relativa”. (Manual de Diseño para Maderas del Grupo Andino,1982, Capitulo 2 – pp. 8).

Secado artificial: se dividen en los siguientes:

En cualquier de los dos métodos lo que se busca es homogenizar la temperatura y la humedad en toda la masa de madera , con lo cual se busca que las piezas de madera sean un producto optimo, libre de acebolladuras, abarquillamientos, revirados, colapsos internos y rajaduras.

**Secado al vacío:** mediante este proceso la madera es apilada es introducida en unas máquinas o cuartos de vacío, en donde se produce una recirculación de agua que se transforma en vapor a una temperatura apropiada y bajo una presión atmosférica controlada lo que permite que la circulación del aire entre las piezas de madera apiladas ayude a la evaporación del agua existente en la madera en especial en su núcleo y luego se inicia el proceso de vacío controlado.

Este método de secado es el más seguro y permite conciliar tiempos extremadamente breves de secado con además:

- Bajas temperaturas de la madera en secado.
- Limitados gradientes de humedad entre el exterior y la superficie.
- La eliminación del riesgo de fisuras, hundimiento o alteración del color.
- Fácil utilización.
- Mantenimiento reducido de la instalación.

**Secado por vaporización:** este método se realiza mediante la “colocación de la madera apilada en una nave cerrada a cierta altura del suelo por la cual corre una nube de vapor de 80 a 100 °C; con este proceso, se consigue que la madera pierda un 25% de su peso en agua, a continuación, se hace circular por la madera, una corriente de vapor de aceite de alquitrán, impermeabilizándola y favoreciendo su conservación. Es costoso pero eficaz”.... (Aenor, 1998, pp.65)

Este método es un proceso mas lento, tomando en cuenta que el secado de la madera al natural es dos años por cada centímetro de espesor de la pieza y depende del tipo de madera, la humedad interna de la misma y la humedad ambiente.

En este método se debe apilar o estibar la madera en forma mas organizada y prolija de tal manera que cada pieza de madera este separada dejando espacios vacíos entre las mismas, de manera que permite que el aire circule entre las mismas.

**Tabla N° 2:** Principales preservantes de la madera – protección de la madera.

<b>PRINCIPALES PRESERVANTES DE LA MADERA</b>	
<b>CREOSOTAS</b>	Ordinaria para preservación
	Líquida a temperatura ordinaria
	Mezclas de creosota
<b>ORGANICOS (oleosolubles)</b>	Pentaclorofenol (soluble en aceite)
	Pentaclorofenato de sodio (soluble en agua)
	Naftenatos (de cobre / de zinc)
<b>INORGANICOS (hidrosolubles)</b>	Sal simple
	Sal doble
	Multisal (Tipo CCA / Tipo CCB)

**Fuente:** Manual de Diseño para maderas del Grupo Andino, Junta del Acuerdo de Cartagena 1982, Capítulo Conversión, Secado y protección de la madera, pp. 2-16.

**Elaboración:** Juan José Larriva.

Para conservar la madera hay que protegerla químicamente, “los preservantes se clasifican de acuerdo a su origen o naturaleza, pueden ser de tipo oleosolubles u orgánicos y los hidrosolubles o inorgánicos”.... (Norma Ecuatoriana de la Construcción, 1996, Capítulo 7- pp. 63).

El método es impregnarla con creosota o cloruro de zinc. También se puede proteger de la intemperie recubriendo su superficie con barnices y otras sustancias que se aplican con brocha, rodillo o llana. Los conservantes utilizados para tratar la madera a presión están clasificados como plaguicidas.

El tratamiento de la madera a largo plazo proporciona resistencia a los microorganismos causantes del deterioro. Si se aplican correctamente, se extiende la vida productiva de la madera de 5 a 10 veces más de lo normal. Los químicos para tratamientos de madera pueden ser clasificados en tres grandes categorías: Sales hidrosolubles, Aceites preservantes y solventes orgánicos.

También existen productos empíricos que han sido utilizados hasta nuestros tiempos con resultados eficientes como son: ají, querosén, ajo, pimienta, azufre, productos refinados del petróleo como el aceite quemado, diésel, etc.

En primer lugar, debe tratarse la superficie exterior de la madera colmatando los poros externos, aplicando una imprimación incolora y elástica, que rellena los orificios evitando una excesiva exudación, o la penetración del agua de lluvia o de riego al interior de las piezas, luego deben ser limpiadas con un trapo impregnado en alcohol, acetona, o un disolvente oleoso. Una vez limpia la superficie, debe tratarse con un fungicida, que impedirá su pudrición en el futuro y dejará la madera preparada para recibir la imprimación definitiva. Este tratamiento intermedio trata de evitar la aparición de hongos o el ataque de insectos, tradicionalmente se han utilizado para esta función diversos productos derivados

de la brea. Finalmente se aplica sobre la madera una pintura o barniz protectores, que deben ser resistentes a los rayos ultravioletas, pudiendo reforzarse con siliconas o ceras para mejorar la hidrofugación de los materiales leñosos.

## **2.8.- Métodos Constructivos.**

La madera es uno de los elementos constructivos más antiguos que el hombre ha utilizado para la construcción de sus viviendas y otras edificaciones. Pero para lograr un resultado excelente en su trabajabilidad hay que tener presente ciertos aspectos relacionados con la forma de corte, curado y secado.

La construcción con una estructura de madera permite un ahorro en el tiempo de ejecución, ya que por su ligereza y flexibilidad reduce considerablemente la duración de los trabajos de construcción. Por otro lado, se combina e integra perfectamente con otros materiales muy diferentes. Las construcciones en madera son de una calidad y elegancia natural interior que junto con las increíbles propiedades energéticas de la madera transmiten una inimitable sensación de calidad de vida y confort.

**Sistemas estructurales de madera:** Las contricciones de madera adoptan, por lo regular, cualquiera de dos formas: la construcción con marcos ligeros y la construcción con madera pesada. La construcción con marcos ligeros de madera utiliza miembros delgados muy cercanos entre sí para formar muros, pisos y techos en un sistema llamado construcción con estructura de plataforma. La construcción con madera pesada utiliza miembros más grandes dispuestos con un sistema de postes y vigas.

La construcción con marcos de madera o la construcción con madera pesada se pueden combinar con estructuras de mampostería para obtener un incremento en la resistencia al fuego y la capacidad de carga.

- **Construcción con estructura de plataforma:** La construcción con estructura de plataforma es un sistema de construcción económico y flexible. Se utiliza mucho para viviendas unifamiliares y multifamiliares, más que para edificios de apartamentos de poca altura y estructuras comerciales pequeñas. Como este sistema se fabrica en gran parte en el sitio y los miembros estructurales son pequeños, es particularmente adecuado para usarse en casos en que se requieren distribuciones poco comunes o formas irregulares.

“La construcción con estructura de plataforma incorpora, de una manera fácil y discreta, a los sistemas mecánicos y a otras instalaciones del edificio. La estructura de plataforma es un sistema de losa y muros”... (Trigueros Santiago, 2014)

**Imagen N° 25:** vivienda construida con sistema de plataforma.



**Fuente:** <http://www.sonasort.com/blog/entramado-ligero/>.

**Elaboracion:** Juan José Larriva.

- **Construcción con madera pesada:** La construcción con madera pesada se caracteriza por su elevada resistencia al fuego (tiene un resistencia al fuego sustancialmente más alta que el acero aparente), gran capacidad de carga y las cualidades estéticas únicas de la estructura de madera aparente. “Los miembros estructurales para este tipo de construcción pueden ser de madera maciza o de madera laminada unida con pegamento. Se utilizan estructuras de madera pesada para edificios comerciales e industriales de poca altura y en la construcción residencial”... (Trigueros Santiago, 2014)

**Imagen N° 26:** Vivienda construida con elementos macizos.



**Fuente:** <http://www.sonasort.com/blog/entramado-pesado/>.

**Elaboracion:** Juan José Larriva.

Como los miembros estructurales son por lo regular, prefabricados, el tiempo de construcción en el sitio suele ser muy corto con este sistema. Sin embargo, las dimensiones más grandes de los miembros estructurales hacen que este sistema sea menos adecuado que la estructura de plataforma, en edificaciones de forma o distribución muy irregular.

“Las estructuras de entramados de madera están conformadas por elementos de madera entrelazados entre sí. Su armado requiere el cuidadoso ensamble de piezas de madera en ángulos de lo más diversos. En la mayoría de los casos la resolución adecuada de estas uniones caracteriza la calidad de la construcción. Cada forma de unión corresponde a ciertas exigencias específicas. La madera como elemento estructural con mucha frecuencia se le llama al material estructural maderaje o madera gruesa, debido a que la resistencia de la madera varía con el tipo de carga a la que se sujeta, y también porque el efecto del curado varía con el tamaño”.... (Trigueros Santiago, 2014)

- **Columnas de madera:** El tipo de columna de madera que se usa con más frecuencia es la columna sólida sencilla, consiste en una sola pieza de madera; de sección transversal rectangular. Un tipo de columna que también se considera como columna sólida sencilla es un miembro sólido de sección transversal circular; se usa con menor frecuencia que una columna de sección transversal rectangular. Ahora que se dispone de conectores para madera, se usan constantemente columnas con separadores. Consiste en un conjunto de piezas de madera y se usan en los miembros de las armaduras que trabajan a compresión. Las columnas compuestas se hacen sujetando, con pegamento o tornillos, clavos, tablonos y miembros cuadrados. Son deficientes en cuanto a capacidad de carga.

En todos los tipos de columnas, la capacidad de carga depende de la relación de esbeltez. La relación de esbeltez, de una columna sólida de madera es la relación de la longitud sin apoyo de la columna a la dimensión de su lado menor. Este lado es el más angosto de las dos caras.

- **Tipos de vigas:** Una viga es un miembro estructural que está sujeto a cargas transversales. Generalmente, las cargas obran en un ángulo recto al eje longitudinal de la viga. Comparadas con otros miembros estructurales, las cargas sobre una viga así como el mismo peso de la viga, tienden a flexionar en vez de alargar o acortar el miembro. En las vigas simples, los apoyos están en los extremos, y las fuerzas resistentes dirigidas hacia arriba se llaman reacciones. Una trabe es una viga, pero este término se aplica a las vigas grandes, una viga que soporta a otras vigas pequeñas se llama trabe.

En la construcción de entramados, las vigas que soportan directamente las tablas del piso se llaman viguetas. En los reglamentos de construcción más recientes se usan los términos vigueta y tablón para identificar madera de sección transversal rectangular que tiene un espesor nominal de 2".

Hasta, pero sin incluir los de 5". Y anchos nominales de 4", o más.

Las vigas que soportan cubiertas de techos se llaman pares; con frecuencia son inclinados.

Una viga simple es la que descansa en un apoyo en cada extremo, sin restricciones.

Una viga volada es la que sobresale de un apoyo, como las empotradas en un muro que sobresalen del parámetro del mismo.

### **3.- Estructuras de Hormigón Armado.**

Una estructura de hormigón armado está formada de hormigón, material el cual absorbe esfuerzos de compresión, y de una armadura de hierro que consta de varillas corrugadas redondas, que se colocan en la estructura para que éstas absorban los esfuerzos de tracción. Es por esta razón que se ve necesaria la fusión de dichos materiales para formar elementos con propiedades de tracción y compresión aplicables a la estructura de cualquier edificación.

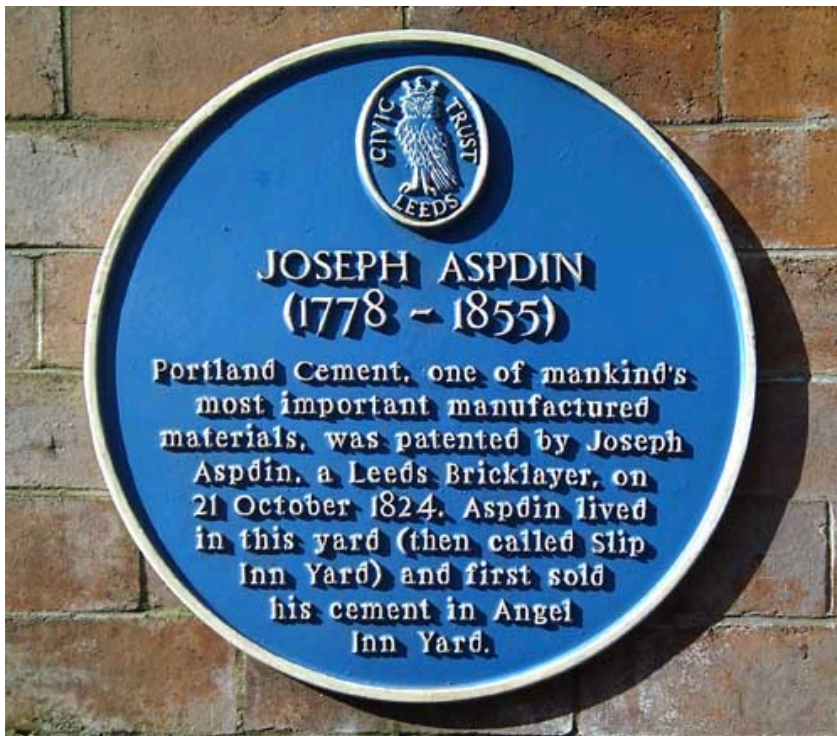
Dentro del concepto del hormigón armado se encuentra la asociación acero-hormigón bajo la protección que el segundo ofrece al primero.

El concreto es básicamente una mezcla de dos componentes: agregados y pasta. La pasta, compuesto de cemento Portland y agua, une a los agregados (arena y grava o piedra triturada), para formar una masa semejante a una roca ya que la pasta endurece debido a la reacción química entre el cemento y el agua.

#### **3.1.- Historia del Hormigón Armado.**

Joseph Aspdin y James Parker patentaron en 1824 el Portland Cemento, obtenido de caliza arcillosa y carbón calcinados a alta temperatura, denominado así por su color gris verdoso oscuro, muy similar a la piedra de la isla de Portland. Isaac Johnson el cual se obtiene en 1845, este producto es el prototipo del cemento moderno el cual esta elaborado de una mezcla de caliza y arcilla calcinada a alta temperatura, hasta la formación del clinker; con el inicio de los procesos de industrialización y la introducción de hornos rotatorios los cuales propiciaron su uso por su gran variedad de aplicaciones, hacia finales del siglo XIX.

**Imagen N° 27:** Placa conmemorativa por la patente británica 5022 para la “Mejora de la producción de una piedra artificial, en donde por primera vez se utilizo el término “Cemento Portland”.



**Fuente:** <http://www.aspdin.net/joseph/>.

**Elaboracion:** Juan José Larriva.

El hormigón, por sus características pétreas, soporta bien los esfuerzos de compresión, pero se fisura con otros tipos de solicitaciones (flexión, tracción, torsión, cortante); con la inclusión de varillas metálicas dentro del hormigón los cuales aportan con el soporte de dichos esfuerzos lo que propició optimizar sus características y su empleo generalizado en múltiples obras de ingeniería y arquitectura.

La invención del hormigón armado también “se suele atribuir al constructor William Wilkinson, quien solicitó en 1854 la patente de un sistema que incluía armaduras de hierro para la mejora de la construcción de viviendas y otros edificios resistentes al fuego.”...(Rosell, J. y Cárcamo. J; 1995).

El francés Joseph Monier patentó varios métodos en la década de 1860, pero fue Francois Hennebique, quien ideó un sistema convincente de hormigón armado, patentado en 1892, que utilizó en la construcción de una fábrica de hilados en Tourcoing, Lille, en 1895.

Hennebique y sus contemporáneos basaban el diseño de sus patentes en resultados experimentales, mediante pruebas de carga; “los primeros aportes teóricos los realizan prestigiosos investigadores alemanes, tales como Wilhelm Ritter, quien desarrolla en 1899 la Teoría del Reticulado de Ritter-Mörsch. Los estudios teóricos fundamentales se gestarán en el siglo XX”. (Lima, Hernández, Bissio, 2009).

A principios del siglo XX surge el rápido crecimiento de la industria del cemento, debido a varios factores: “los experimentos de los químicos franceses Vicat y Le Chatelier y el alemán Michaélis, que logran producir cemento de calidad homogénea; la invención del horno rotatorio para calcinación y el molino tubular; y los métodos de transportar hormigón fresco ideados por Juergen Hinrich Magens que patenta entre 1903 y 1907. Con estos adelantos pudo elaborarse cemento portland en grandes cantidades y utilizarse ventajosamente en la industria de la construcción”. (Lima, Hernández, Bissio, 2009).

Hormigones de altas prestaciones, en la década de 1960 aparece el hormigón reforzado con fibras, incorporadas en el momento del amasado, dando al hormigón isotropía (propiedad del hormigón en conjunto con el acero de resistir esfuerzos de tracción y compresión en cualquier dirección, conocido como esfuerzo tangenciales) y aumentando sus cualidades a flexión, tracción, impacto, fisuración, etc.

“En los años 1970, los aditivos permiten obtener hormigones de alta resistencia, de 120 a más de 200 MPA; la incorporación de monómeros, genera hormigones casi inatacables por los agentes químicos o indestructibles por los ciclos hielo-deshielo, aportando múltiples mejoras en diversas propiedades del hormigón”... (García, 2013, pp. 23).

### **3.2.- Materiales que conforman al Hormigón Armado.**

Los componentes básicos del hormigón son: cemento, agua y áridos; otros componentes minoritarios que se pueden incorporar son: aditivos, fibras, cargas y pigmentos.

Pueden utilizarse como componentes del hormigón los aditivos, siempre que mediante los oportunos ensayos, se justifique que la sustancia agregada en las proporciones y condiciones previstas produce el efecto deseado sin perturbar excesivamente las restantes características del hormigón ni representar peligro para la durabilidad del hormigón ni para la corrosión de las armaduras.

Los aditivos son sustancias o productos que se incorporan al hormigón, antes o durante el amasado, produciendo la modificación de alguna de sus características, de sus propiedades habituales o de su comportamiento. La EHE (Instrucción Española del Hormigón Estructural), establece una proporción no superior a los 5% del peso del cemento y otros condicionantes.

El cemento portland: Se obtiene al calcinar a unos 1.500 °C mezclas preparadas artificialmente de calizas y arcillas. El producto resultante, llamado clinker, se muele añadiendo una cantidad adecuada de regulador de fraguado, que suele ser piedra de yeso natural. La composición química media de un portland, según Calleja, está formada por un 62,5% de CaO (cal combinada), un 21% de SiO<sub>2</sub> (sílice), un 6,5% de Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (alúmina), un 2,5% de Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (hierro) y otros minoritarios. Estos cuatro componentes son los principales del cemento, de carácter básico la cal y de carácter ácido los otros tres.

Estos componentes no se encuentran libres en el cemento, sino combinados formando silicatos, aluminatos y ferritos cálcicos, que son los componentes hidráulicos del mismo o componentes potenciales.

Los áridos: Deben poseer por lo menos la misma resistencia y durabilidad que se exija al hormigón, no se deben emplear calizas blandas, feldespatos, yesos, piritas o rocas friables o porosas. Para la durabilidad en medios agresivos serán mejores los áridos silíceos, los procedentes de la trituración de rocas volcánicas o los de calizas sanas y densas. El árido que tiene mayor responsabilidad en el conjunto es la arena. No es posible hacer un buen hormigón sin una buena arena.

Las mejores arenas son las de río, que normalmente son cuarzo puro, por lo que aseguran su resistencia y durabilidad. Con áridos naturales rodados, los hormigones son más trabajables y requieren menos agua de amasado que los áridos de machaqueo, teniéndose además la garantía de que son piedras duras y limpias.

Los áridos triturados procedentes del machacado, al tener más caras de fractura cuesta más ponerlos en obra, pero se traban mejor y se refleja en una mayor resistencia. Si los áridos rodados están contaminados o mezclados con arcilla, es imprescindible lavarlos para eliminar la camisa que envuelve los granos y que disminuiría su adherencia a la pasta de hormigón. De igual manera los áridos triturados suelen estar rodeados de polvo del machaqueo que supone un incremento de finos al hormigón, precisa más agua de amasado y darán menores resistencias por lo que suelen lavarse.

Los áridos que se emplean en hormigones se obtienen mezclando tres o cuatro grupos de distintos tamaños para alcanzar una granulometría óptima. Tres factores intervienen en una granulometría adecuada: el tamaño máximo del árido, la compacidad y el contenido de granos finos.

Se debe considerar que cuando mayor es el tamaño máximo del árido, menores serán las necesidades de cemento y de agua, pero a mayor tamaño del mismo este se debe limitar por las dimensiones mínimas del elemento a construir o por la separación entre armaduras, ya que esos huecos deben quedar rellenos por el hormigón y, por tanto, por los áridos de mayor tamaño.

Cuando se realiza una mezcla de áridos con una compacidad elevada (pocos espacios o huecos entre materiales que conforman la mezcla); esto se consigue mediante las mezclas pobres en arenas y gran proporción de áridos gruesos, precisando poca agua de amasado; y su gran dificultad es conseguir compactar el hormigón, pero si se dispone de medios suficientes para ello el resultado son hormigones muy resistentes. En cuanto al contenido de granos finos, estos hacen la mezcla más trabajable pero precisan más agua de amasado y de cemento. En cada caso hay que encontrar una fórmula de compromiso teniendo en cuenta los distintos factores.

**El agua:** La cantidad de la misma debe ser la estrictamente la necesaria, ya que el agua en exceso no aporta en la hidratación del cemento y por lo tanto se evaporará y creará huecos en el hormigón disminuyendo la resistencia del mismo. Se estima que cada litro de agua de exceso supone anular dos kilos de cemento en la mezcla. Pero si al contrario una reducción excesiva de agua originaría una mezcla seca, poco manejable y muy difícil de colocar en obra lo que no permitiría una adecuada manejabilidad del hormigón y por consiguiente un hormigón compactado. Por lo cual es importante determinar y fijar adecuadamente la cantidad de agua existente en la mezcla de los componentes.

En el proceso de fraguado y primer endurecimiento del hormigón se añade el agua de curado para evitar la deshidratación del cemento de manera brusca. El agua destinada al amasado, como la destinada al curado deben ser aptas para cumplir su función.

El agua de curado es muy importante pues puede afectar de manera negativamente a las reacciones químicas cuando se está endureciendo el hormigón y en proceso de fraguado.

“Cuando una masa es excesivamente fluida o muy seca hay peligro de que se produzca el fenómeno de la segregación (separación del hormigón en sus componentes: áridos, cemento y agua). Suele presentarse cuando se hormigona con caídas de material superiores a los 2 metros.”.... (<https://es.wikipedia.org/wiki/Hormig%C3%B3n>).

### **3.3.- Dosificación de materiales.**

Antes de construir cualquier elemento de hormigón deben calcularse las cargas a que estará sometido y, en función de las mismas, se determinarán las dimensiones de los elementos y calidad de hormigón, la disposición y cantidad de las armaduras en los mismos.

Es muy importante conseguir la mezcla óptima en las proporciones precisas de áridos de distintos tamaños, cemento y agua. No hay una mezcla óptima que sirva para todos los casos. Para establecer la dosificación adecuada en cada caso se debe tener en cuenta la resistencia mecánica, factores asociados a la fabricación y puesta en obra, así como el tipo de ambiente a que estará sometido. Hay muchos métodos para dosificar previamente el hormigón, pero son solo orientativos. Las proporciones definitivas de cada uno de los componentes se suelen establecer mediante ensayos de laboratorio, realizando correcciones a lo obtenido en los métodos teóricos.

Se señalan brevemente los aspectos básicos que hay que determinar:

- La Resistencia se fija en el proyecto.
- La selección del tipo de cemento se establece en función de las aplicaciones del hormigonado (en masa, armado, pretensado, prefabricado, de alta resistencia, desencofrado rápido, hormigonados en tiempo frío o caluroso, etc.) y del tipo de ambiente a que estará expuesto.

- El tamaño máximo del árido interesa que sea el mayor posible, pues a mayor tamaño menos agua necesitará ya que la superficie total de los granos de áridos a rodear será más pequeña. Pero el tamaño máximo estará limitado por los espacios que tiene que ocupar el hormigón fresco entre dos armaduras cercanas o entre una armadura y el encofrado.
- La consistencia del hormigón se establece en función del tamaño de los huecos que hay que rellenar en el encofrado y de los medios de compactación previstos.
- La cantidad de agua por metro cúbico de hormigón. Conocida la consistencia, el tamaño máximo del árido y si la piedra es canto rodado o de triturado es inmediato establecer la cantidad de agua que se necesita.
- La relación agua/cemento depende fundamentalmente de la resistencia del hormigón, influyendo también el tipo de cemento y los áridos empleados.
- Conocida la cantidad de agua y la relación agua /cemento, determinamos la cantidad de cemento.
- Conocida la cantidad de agua y de cemento, el resto serán áridos.
- Determinar la composición granulométrica del árido, que consiste en determinar los porcentajes óptimos de los diferentes tamaños de áridos disponibles. Hay varios métodos, unos son de granulometría continua, lo que significa que interviene todos los tamaños de áridos, otros son de granulometría discontinua donde falta algún tamaño intermedio de árido.

En general, las especificaciones de hormigón exigen una resistencia determinada a la compresión a 28 días.

**Tabla N° 3:** Dosificación de áridos y agua para la resistencia específica del hormigón a los 28 días.

RESISTENCIA ESPECIFICADA		AGUA	CEMENTO IP	PIEDRA HOMOGENEIZADA		ARENA HOMOGENEIZADA	
Mpa	Kg/cm <sup>2</sup>	Litros	Kg	# Parihuelas	cm	# Parihuelas	cm
17.6	180	45	50	4	40x40x20	3	40x40x20
20.6	210	42	50	5	40x40x15	4	40x40x15
23.5	240	39	50	3	40x40x20	3	40x40x20
27.5	280	36	50	3	40x40x20	3	40x40x15
29.4	300	34	50	3	40x40x20	2	40x40x20
34.3	350	31	50	3	40x40x15	2	40x40x15
Nota: Agua total = agua + agua áridos (Descontar humedad de los mismos)							

Fuente: [www.disensa.com](http://www.disensa.com)

Elaboración: Juan José Larriva.

### 3.4.- Aplicaciones.

Los grandes progresos en el estudio científico del comportamiento del hormigón armado y los avances tecnológicos, posibilitaran la construcción de rascacielos más altos, puentes de mayor luz, amplias cubiertas e inmensas presas. Su empleo será insustituible en edificios públicos que deban albergar multitudes: estadios, teatros, cines, etc.

Muchas naciones y ciudades competirán por erigir la edificación de mayor dimensión, o más bella, como símbolo de su progreso que, normalmente, estará construida en hormigón armado.

### 3.5.- Costos.

Los costos del hormigón son muy variados, todo va depender de las especificaciones técnicas o exigencias que requiera la obra a realizarse, ya que existen varios tipos de hormigones, varias resistencias de hormigones y varias preparaciones de hormigones.

**Tabla N° 4:** Costos del hormigón y mortero por su tipo, resistencia y preparación.

TIPO DE HORMIGÓN	RESISTENCIA	PREPARACIÓN	COSTO \$ m <sup>3</sup>
HORMIGÓN SIMPLE	180 kg/cm	EN OBRA	90.43
	180 kg/cm	PREMEZCLADO	98.19
HORMIGÓN SIMPLE	210 kg/cm	EN OBRA	99.82
	210 kg/cm	PREMEZCLADO	108.30
MAMPOSTERÍA DE PIEDRA CON MORTERO (cimentación)	MORTERO 1:3	EN OBRA	69.93

**Nota:** A estos costos se le debe sumar el precio de encofrado y mano de obra.

**Fuente:** Construcción de la primera etapa del Bar y Biblioteca de la Casa de los Tratados del Cantón Girón, Provincia del Azuay.

**Elaboración:** Juan José Larriva.

### **3.6.- Métodos Constructivos.**

Para la preparación de hormigón simple se necesita tener muy en cuenta la calidad de los materiales y el proceso de mezclado, los materiales se amasan en hormigonera o amasadora para conseguir una mezcla homogénea de todos los componentes. El árido debe quedar bien envuelto por la pasta de cemento. Para conseguir esta homogeneidad, primero se vierte la mitad de agua, después el cemento y la arena simultáneamente, luego el árido grueso y por último el resto de agua.

En el hormigón armado se emplea habitualmente acero de alta resistencia de adherencia mejorada o barras corrugadas. El corrugado está normalizado por la forma del resalto en el perímetro de la barra, su altura, anchura y separación.

En obra, el proceso o método para la fabricación de un hormigón armado, comienza con la colocación de armaduras, las armaduras deben estar limpias y sujetarse al encofrado y entre sí de forma que mantengan la posición prevista sin moverse en el vertido y compactación del hormigón. “Para ello se colocan calzos o distanciadores en número suficiente que permitan mantener la rigidez del conjunto. Las distancias entre las diversas barras de armaduras deben mantener una separación mínima que está normalizada para permitir una correcta colocación del hormigón entre las barras de forma que no queden huecos o coqueras durante la compactación del hormigón. De igual manera el espacio libre entre las barras de acero y el encofrado, llamado recubrimiento, debe mantener una separación mínima, también normalizada, que permita el relleno de este espacio por el hormigón. Este espacio se controla por medio de separadores que se colocan entre la armadura y el encofrado”.... (Zaragoza Morales, 2012).

Luego se encofra, el encofrado debe contener y soportar el hormigón fresco durante su endurecimiento manteniendo la forma deseada sin que se deforme. Suelen ser de madera o metálicos y se exige que sean rígidos, resistentes, estancos y limpios. En su montaje deben quedar bien sujetos de forma que durante la consolidación posterior del hormigón no se produzcan movimientos.

Antes de reutilizar un encofrado debe limpiarse bien con cepillos de alambre eliminando los restos de mortero que se hayan podido adherir a la superficie. “Para facilitar el desencofrado se suelen aplicar al encofrado productos desencofrantes; estos deben estar exentos de sustancias perjudiciales para el hormigón”.... (Sánchez Martín, 1977).

“Colocación y compactación del hormigón, el vertido del hormigón fresco en el interior del encofrado debe efectuarse evitando que se produzca la segregación de la mezcla. Para ello se debe evitar verterlo desde gran altura, hasta un máximo de dos metros de caída libre y no se debe desplazar horizontalmente la masa. Se coloca por capas o tongadas horizontales de espesor reducido para permitir una buena compactación (hasta 40 cm en hormigón en masa y 60 cm en hormigón armado)”.... (Franco Lima y otros, 2010)

Las distintas capas o tongadas se consolidan sucesivamente, trabando cada capa con la anterior con el medio de compactación que se emplee y sin que haya comenzado a fraguar la capa anterior. Para conseguir un hormigón compacto, eliminando sus huecos y para que se obtenga un completo cerrado de la masa, hay varios sistemas de consolidación.

El picado con varilla, que se realiza introduciéndola sucesivamente, precisa hormigones de consistencias blandas y fluidas y se realiza en obras de poca importancia resistente. La compactación por golpeo repetido de un pisón se emplea en capas de 15 o 20 cm de espesor y mucha superficie horizontal. La compactación por vibrado mecánico es la habitual en hormigones resistentes y es apropiada en consistencias secas.

El curado es una de las operaciones más importantes en el proceso de puesta en obra por la influencia decisiva que tiene en la resistencia del elemento final. Durante el fraguado y primer endurecimiento se producen pérdidas de agua por evaporación, formándose huecos capilares en el hormigón que disminuyen su resistencia. En particular el calor, la sequedad y el viento provocan una evaporación rápida del agua incluso una vez compactado. Es preciso compensar estas pérdidas curando el hormigón añadiendo abundante agua que permita que se desarrollen nuevos procesos de hidratación con aumento de la resistencia.

Hay varios procedimientos habituales para curar el hormigón. Desde los que protegen del sol y del viento mediante tejadillos móviles, plásticos; mediante riegos de agua en la superficie; la inmersión en agua empleada en prefabricación; los productos de curado aplicados por pulverización; los pulverizados a base de resinas forman una película que impide la evaporación del agua, se trata de uno de los sistemas más eficaces y más costosos.

Con el desencofrado y acabados que se le puede dar al hormigón terminamos el método constructivo del hormigón armado, la retirada de los encofrados se realiza cuando el hormigón ha alcanzado el suficiente endurecimiento. En los portland normales suele ser un periodo que oscila entre 3 y 7 días. Una vez desencofrado hay que reparar los pequeños defectos superficiales normalmente huecos o fisuras superficiales. Si estos defectos son de grandes dimensiones o están en zonas críticas resistentes puede resultar necesaria la demolición parcial o total del elemento construido.

### **3.7.- Características del Hormigón.**

Una de las características más importante del hormigón es poder adoptar formas distintas, a voluntad del proyectista. Al colocarse en obra es una masa plástica que permite rellenar un molde, con formas y dimensiones infinitas.

La principal característica estructural del hormigón es resistir muy bien los esfuerzos de compresión. Sin embargo, tanto su resistencia a tracción como al esfuerzo cortante son relativamente bajas, por lo cual se debe utilizar en situaciones donde las sollicitaciones por

tracción o cortante sean muy bajas. Para superar este inconveniente, se "arma" el hormigón introduciendo barras de acero, conocido como hormigón armado, o concreto reforzado.

Así, introduciendo antes del fraguado alambres de alta resistencia tensados en el surgirían para resistir las acciones externas, se convierten en descompresiones de las partes previamente comprimidas, resultando muy ventajoso en muchos casos. Para el pretensado se utilizan aceros de muy alto límite elástico, dado que el fenómeno denominado fluencia lenta anularía las ventajas del pretensado.

Un diseño racional, la adecuada dosificación, mezcla, colocación, consolidación, acabado y curado, hacen del hormigón un material idóneo para ser utilizado en construcción.

### **3.7.1.- Ventajas del Hormigón Armado:**

- No se corroe.
- Tiene buena adherencia con el acero.
- Se moldea a temperatura ambiente.
- Es resistente al fuego.
- **Trabajabilidad:** facilidad con que puedan mezclarse los ingredientes y pueda manejarse la mezcla resultante tanto en el mezclado, transporte y puesta en obra.
- **Durabilidad:** debe ser capaz de resistir la intemperie, acción de productos químicos y desgaste, a los cuales estará sometido.
- **Impermeabilidad:** Puede mejorarse con frecuencia disminuyendo el agua en la mezcla.
- Escaso mantenimiento.
- **Moldeabilidad:** el material toma la forma del molde en que se le vacía.

### **3.7.2.- Desventajas del Hormigón Armado:**

- El control de calidad puede ser deficiente respecto a otros materiales.
- Excesivo peso y volumen: Una estructura de hormigón armado, pesa entre 5 y 9 veces más que una de acero y ocupa un mayor volumen. Además, una gran parte de su peso, el que está en las zonas traccionadas, pasa a ser peso muerto, ya que ese esfuerzo, lo recibe el acero. Su mayor volumen hace disminuir el espacio útil de los edificios, particularmente en los pisos inferiores.
- Ejecución lenta: Puede resultar lenta en comparación con el acero, que se arma con gran rapidez en terreno. El hormigón requiere mayores tiempos en el proceso de fraguado y de endurecimiento de la masa.
- Materiales no recuperables: La demolición del hormigón es casi más difícil y penosa que su ejecución, aunque se han perfeccionado sistemas bastantes expeditos. En todo caso, es muy reducida y no rentable la posibilidad de recuperar parte del material.

## CAPITULO N° II

### **Análisis Técnico – Comparativo entre los diferentes sistemas constructivos empleados para la obra: “Construcción de la primera etapa del bar y biblioteca de la Casa de los Tratados del cantón Girón, provincia del Azuay”.**

#### **1.- Análisis Técnico – Comparativo entre una estructura de hormigón armado, estructura de madera y una estructura mixta de hormigón armado con madera.**

Una vez investigado cada uno de los sistemas constructivos expuestos en el primer capítulo, es de total importancia realizar un análisis comparativo de ventajas y desventajas que cada uno de estos presenta y buscar un equilibrio al fusionar los mismos.

Al enfocar la parte estructural, desde un principio tenemos que saber que cada uno de los sistemas estructurales a analizar puede funcionar independientemente, es decir, se puede realizar una estructura 100% de madera como de hormigón armado. Obviamente cada uno de estos va a presentar sus ventajas y desventajas, entre las más importantes tenemos:

**Forma y tamaño.-** Al emplear una estructura de hormigón armado son parámetros totalmente superables debido a que las propiedades de tracción y compresión de los materiales nos permite diseñar luces tanto verticales como horizontales a placer; mientras que al emplear una estructura de madera vamos a tener limitaciones ya que se podrá lograr un diseño pero al momento de construir será imposible de encontrar los elementos requeridos en el mismo.

**Peso.-** Al emplear una estructura de hormigón armado, mientras mayores sean las luces diseñadas el peso de la estructura aumentara debido a que los elementos tendrán dimensiones superiores; mientras que en una estructura de madera el peso de la estructura es mínimo a las propiedades de tracción y compresión de los elementos.

**Costos.-** Al emplear una estructura de hormigón armado, a mayor dimensión de los elementos los costos serán mayores, mientras que al emplear una estructura de madera tendremos un costo tope de los elementos. Es decir, que al tener comercialmente medidas máximas de elementos de madera tendremos un costo límite de dichos elementos. Fijando diferencias muy marcadas de costos entre las estructuras expuestas.

**Trabajabilidad.-** Al emplear una estructura de hormigón armado, tendremos tiempos de ejecución mayores considerablemente a los de una estructura de madera, debido a que el hormigón armado tiene que pasar por un proceso de armado de hierro, encofrado del elemento y fundición del mismo, mientras que un elemento de madera únicamente pasa por un proceso de cortado.

Los principios constructivos tanto para una estructura de madera como de hormigón armado en términos generales son muy parecidos, se componen de cimentación, columnas,

vigas, contrapisos, entrepisos, gradas, estructura de cubierta, etc. Únicamente encontraremos diferencias en los materiales y la trabajabilidad de los mismos.

Al momento de inclinarnos por uno de los sistemas constructivos vamos a tener dos parámetros indispensables de análisis. Tendencia o estilo que se pretende dar al proyecto y presupuesto con el que se cuenta para el mismo.

En la obra tomada como ejemplo para el trabajo de investigación se usó un sistema estructural mixto. Se empleó una cimentación de hormigón armado con columnas y vigas de madera, un contrapiso de hormigón y un entrepiso de madera. A criterio personal decisión muy acertada por parte del proyectista ya que logro integrar de manera fantástica la edificación del bar y biblioteca, con el ambiente y el museo emplazado en el mismo lugar, al contar con un terreno rellenado para la construcción de la obra, utilizo al hormigón y el hierro materiales convencionales en la actualidad, con propiedades de resistencia a cargas y a la humedad superiores a la de la madera para soporte de la edificación, sin descuidar el estilo arquitectónico de la misma, dejando a las columnas y vigas de madera para visualmente dar una armonía con el estilo arquitectónico utilizado en el museo, edificación patrimonial.

En cuanto al presupuesto económico referencial logro encontrar un balance muy positivo, ya que la obra se construyó a un costo relativamente bajo para el metraje cuadrado de la misma. Sabiendo que una estructura de madera es más económica que una estructura de hormigón armado, citando tres parámetros que marcan claramente la diferencia de costos entre las estructuras antes mencionadas:

**Materia prima.-** Todos los materiales que conforman el hormigón son elaborados, tales como, cemento, arena, triturados, mismos que tienen costos de producción, explotación, etc., previos a obtener el material terminado que es el hormigón encareciendo aún más el mismo. El hierro es otro material que para lograr el material terminado se necesita de trabajar la materia prima elevando así los costos de una armadura de hierro. Caso contrario pasa con la madera que la misma materia prima únicamente cortada es el material terminado o listo para utilizarse, teniendo cero costo de producción, explotación, etc., previo a obtener el material terminado.

**Trabajabilidad.-** En el caso del hormigón armado se necesita mayor personal obrero y mayor número de maquinaria, debido a que previo obtener cualquier elemento de hormigón armado se necesita el corte y figurado de la armadura de hierro, una vez terminado el corte, figurado y armado del hierro se ubica la armadura, a nivel si esta es una viga y a plomo si esta es una columna, para posteriormente iniciar con el proceso de

encofrado el cual tiene que estar muy bien reforzado ya que el peso del hormigón es considerable, para culminar con la preparación y relleno del mismo en el encofrado. Caso contrario pasa al trabajar con elementos de madera donde la necesidad de maquinaria es nula y el número de personal obrero es menor, debido a que únicamente es necesario el corte del material a la medida recomendada, ubicar el elemento sea este horizontal o verticalmente, concluyendo así el trabajo.

**Tiempo de ejecución.-** Para lograr obtener un elemento de hormigón armado terminado y cumpliendo con las resistencias solicitadas en diseños únicamente el tiempo de fraguado es de 28 días, al cual se sumara tiempos de corte y figurado de armadura, tiempos de encofrado del elemento, tiempos de fundición del elemento, convirtiendo al hormigón armado una solución constructiva totalmente fiable, con limitaciones de diseño mínimas pero con tiempos de ejecución considerables. Caso contrario pasa con la madera ya que al momento de ubicar el elemento como parte de la edificación está cumpliendo con sus propiedades de tracción y compresión permitiendo continuar con los trabajos, minimizando así los tiempos de ejecución de una estructura de madera.

### **1.1.- Especificaciones Técnicas y Recomendaciones de cada uno de los materiales, elementos y rubros que conforman la estructura de Hormigón Armado.**

Entendido como la documentación técnica completa que permite tener el conocimientos de los materiales, elementos y rubros que permiten tener un total conocimiento de la obra, para la adecuada ejecución de la misma.

#### **1.1.1- Materiales.**

- **Agregado Fino (Arena).**- Deberá ser perfectamente limpia, silíceo, dura, angulosa y áspera al tacto. Se prohíbe el empleo de arenas arcillosas, suaves o disgregables, y no podrán tener material vegetal u otro material inconveniente. Las sustancias perjudiciales no deben exceder los siguientes porcentajes:
  - Partículas deleznable: 1%
  - Materiales pasan la malla # 200: 5%
  - Carbón o lignito: 1%

Los agregados serán de graduación uniforme. El agregado fino debe tener un módulo de finura entre 2,4 y 3,1 y una vez que este haya sido establecido para obtener la granulometría adecuada este debe ser mantenido, con variaciones máximas de (+ -) 0,2.

- **Agregado Grueso.**- Estarán formados de gravas y/o piedras trituradas (ripió). Se compondrán de partículas o fragmentos resistentes y duros, libres de material vegetal, de exceso de partículas alargadas, así como de material mineral cubierto de

arcilla u otro material inconveniente, y no podrán contener sustancias perjudiciales que excedan de los siguientes porcentajes:

- Partículas deleznable: 0.5%
- Materiales pasan la malla # 200: 1%
- Piezas planas y alargadas: Longitud mayor que 5 veces su espesor: 10%
- Resistencia al sulfato de sodio que no exceda el: 12%
- Porcentaje de desgaste no mayor al: 40%

Los agregados gruesos tendrán una graduación uniforme. Los agregados requeridos como arena y grava deberán cumplir las características granulométricas y estructurales descritas en los párrafos anteriores.

- **Cemento.-** Se empleará cemento Pórtland Tipo I, el mismo que deberá cumplir con las especificaciones ASTM C-150. “Especificaciones Standard para el Cemento Portland”. En la misma que se especifica: Análisis Químico, Finura, Tiempo de Fraguado, Resistencias a tracción y compresión, etc. Se podrá aceptar el cemento en base de certificados de cumplimiento que satisfagan los requerimientos de la norma ASTM C-150.
- **Agua.-** El agua a usarse, tanto en el lavado de agregados como para la preparación de las mezclas y curado del hormigón, deberá ser fresca libre de toda sustancia que interfiera el proceso normal de hidratación del cemento. Se rechazará agua que contenga sustancias nocivas para el hormigón o el refuerzo como aceites, ácidos, sales, álcalis, materia orgánica, etc.

Las aguas potables serán consideradas satisfactorias para el empleo en hormigones.

- **Hierro.-** Se empleara varillas corrugadas, las mismas que deberán estar libres de óxido o cualquier otro elemento que altere o disminuya sus propiedades. Se usa como refuerzo para el concreto para mejorar su resistencia a esfuerzos de tensión.

El hierro en varilla se comercializa según su diámetro por piezas o por peso, cada pieza tiene aproximadamente 12 metros de longitud.

### 1.1.2.- Elementos.

- **Columna.-** Elemento estructural vertical la cual cumple la función de sostener la carga de la edificación, es utilizada ampliamente en arquitectura, con la función de soportar el peso de la construcción; es un elemento fundamental en el esquema de una estructura y la adecuada selección de su tamaño, forma, espaciamiento y composición influyen de manera directa en su capacidad de carga. Dichas dimensiones van a estar expuestas por un diseño estructural el mismo que se lo realiza posterior o paralelamente al diseño arquitectónico.

Las columnas a su vez pueden ser clasificadas por su posición:

- Columna aislada o exenta: La que se encuentra separada de un muro o cualquier elemento vertical de la edificación.
- Columna adosada: La que está yuxtapuesta a un muro u otro elemento de la edificación.
- Columna embebida: La que aparenta estar parcialmente incrustada en el muro u otro cuerpo de la construcción.

Como recomendación para una vivienda unifamiliar o para la edificación tomada como ejemplo para este trabajo de investigación, donde no se excede de 2 pisos y no existen luces considerables se utiliza 4 varillas corrugadas de diámetro 12 mm, 2 superiores y 2 inferiores separadas entre sí 15 cm tanto de largo como de ancho, con estribos de varilla corrugada de diámetro 8 mm, con una separación de 15 a 20 cm longitudinalmente. Un recubrimiento de 2 cm por lado de hormigón simple con una resistencia de  $210 \text{ kg/cm}^2$ .

**Foto N° 4:** Armadura de hierro para columna y empotramiento en la cimentación.



**Fuente:** Archivo fotográfico de la ejecución de la obra: “Construcción de la primera etapa del bar y biblioteca de la Casa de los Tratados del Cantón Girón , Provincia del Azuay.

**Elaboración:** Juan José Larriva.

- **Cadena.-** Elemento que se encuentra soportado por la cimentación y tiene por objetivo repartir el peso de la construcción a lo largo del cimiento evitando cuarteaduras en los muros al haber pequeños hundimientos en la cimentación.

El armado de una cadena está sujeto al cálculo estructural el cual determinara el número y diámetro de las varillas, dimensiones y separaciones de estribos así como la resistencia del concreto.

*Foto N° 5:* Detalle de armado de columna de hierro.



**Fuente:** Archivo fotografico de la ejecución de la obra: “Construcción de la primera etapa del bar y biblioteca de la Casa de los Tratados del Cantón Girón , Provincia del Azuay.

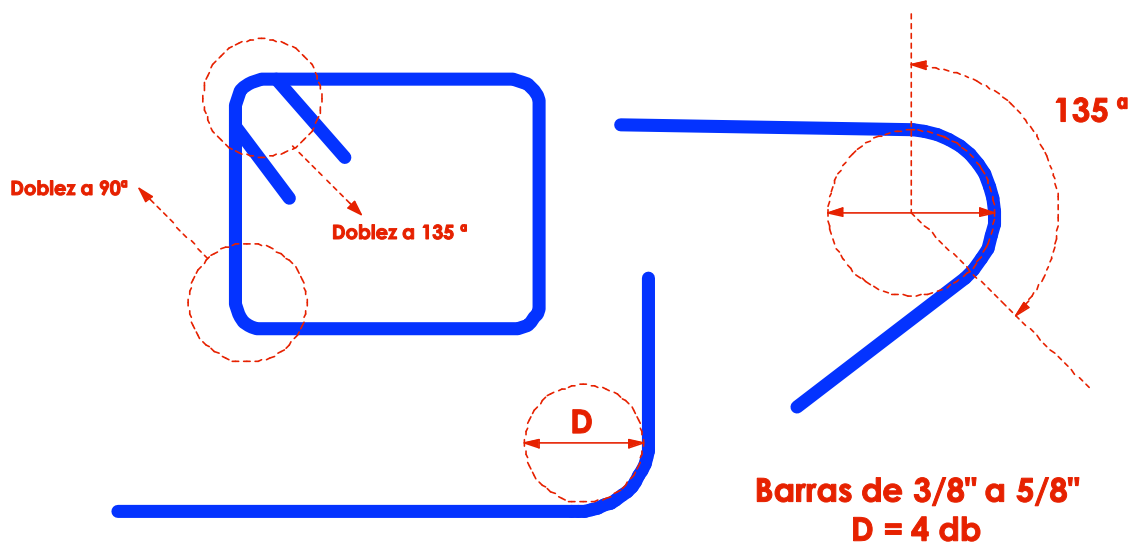
**Elaboración:** Juan José Larriva.

Como recomendación para una vivienda unifamiliar o para la edificación tomada como ejemplo para este trabajo de investigación, donde no se excede de 2 pisos se utiliza 4 varillas longitudinales de 12 mm de diámetro que corren a lo largo de la cadena formando sus 4 esquinas, estas varillas son sujetadas a los estribos con alambre de amarre N° 18.

Las varillas de los estribos tienen un diámetro de 8 mm, deben medir 11x16 cm, debiendo considerarse también 10 centímetros de los ganchos, por lo tanto para cada estribo se necesitaría una varilla de 64 centímetros (11centímetros x2 + 16 centímetros x 2 + 5 centímetros x 2). Los estribos van colocados cada 15 centímetros.

El doblado de los estribos es de 90° en las esquinas y 135° para los ganchos.

**Imagen N° 28:** Detalle de doblado de hierro para armado de cadenas.



**Fuente:** Archivo de la ejecución de la obra: “Construcción de la primera etapa del bar y biblioteca de la Casa de los Tratados del Cantón Girón , Provincia del Azuay.

**Elaboracion:** Juan José Larriva

Un recubrimiento de 2 cm, por lado de hormigón simple con una resistencia de 210 kg/cm<sup>2</sup>.

**Foto N° 6:** Detalle de armado de hierro para cadena de amarre.



**Fuente:** Archivo fotografico de la ejecución de la obra: “Construcción de la primera etapa del bar y biblioteca de la Casa de los Tratados del Cantón Girón , Provincia del Azuay.

**Elaboración:** Juan José Larriva.

- **Viga.-** En la ingeniería y arquitectura se denomina viga a un elemento constructivo lineal que trabaja principalmente a flexión y cumple una función importante en cuanto a estructura de la edificación la cual se basa en soportar las cargas verticales.

Las vigas a su vez pueden ser clasificadas por la manera en que están apoyadas:

- Vigas simplemente apoyadas: son aquellas que tienen dos apoyos.
- Vigas en voladizo: son aquellas que tienen un solo apoyo.

**Foto N° 7:** Detalle de armado de hierro para viga montada sobre columna de hormigón armado.



**Fuente:** Archivo fotografico de la ejecución de la obra: “Construcción de la primera etapa del bar y biblioteca de la Casa de los Tratados del Cantón Girón , Provincia del Azuay.

**Elaboracion:** Juan José Larriva.

- **Losa de planta baja.-** Se denomina a la base rígida, la cual tiene como objetivo absorber las cargas o pesos de la mampostería, está conformada por un replantillo de piedra emporado con grava, una malla electro soldada la cual tiene como función minimizar cualquier esfuerzo de tracción o flexión y una chapa de compresión de hormigón simple.

Como recomendación para una vivienda unifamiliar o para la edificación tomada como ejemplo para este trabajo de investigación, donde no se excede de 2 pisos y

las cargas no son mayores se utiliza un replantillo de piedra entre los 15 cm, y los 25 cm, de altura, una malla electro soldada ARMEX R - 64 y una chapa de compresión de 5 centímetros a 7 centímetros de espesor con un hormigón de 180 kg/cm<sup>2</sup>.

**Foto N° 8:** Detalle de fundición de losa hormigón armado, chapa de compresión.



**Fuente:** Archivo fotografico de la ejecución de la obra: “Construcción de la primera etapa del bar y biblioteca de la Casa de los Tratados del Cantón Girón , Provincia del Azuay.

**Elaboración:** Juan José Larriva.

### 1.3.3.- Rubros.

- **Excavación:** Se realiza una zanja de mínimo 1,20 metros de profundidad y 60 centímetros de ancho, ligeramente inclinadas sus paredes laterales que forman un trapecio con 70 centímetros en la base de la zanja. Este rubro se cancelará por m<sup>3</sup>. Para las paredes de ladrillo la zanja será de 40 centímetros, de ancho y 90 centímetros de profundidad. Este rubro se cancelará por m<sup>2</sup>.
- **Cimientos:** Estos serán construidos en base a piedra de canto rodado o molones de mina, se tendrá la precaución de que entre ellas lleve una traba perfecta, en todo su ejecución, juntas que serán rellenas de mortero 1:5 cemento-arena en todo su contenido, dejando 30 centímetros de sobre cimiento como protección al muro de tapial, y para las paredes de ladrillo, únicamente cambian las dimensiones serán de

40 centímetros, de ancho por 90 centímetros de profundidad. Este rubro se cancelará por m<sup>3</sup>.

- **Cadena de hormigón:** Tendrá una dimensión de 50 centímetros de ancho por 20 centímetros de alto con una armadura de hierro en varilla corrugada de 3 varillas con un diámetro de 10 milímetros abajo y 3 arriba con estribos de hierro de diámetro de 6 milímetros cada 15 centímetros de distancia y grapas de varilla de diámetro de 6 milímetros en el hierro del centro, para luego rellenar con hormigón simple de 180 kg/cm<sup>2</sup> de resistencia en molde de madera. Este rubro se cancelará por m<sup>3</sup>.
- **Pisos de planta baja:** Estos pisos tendrán como base un replantillo de piedra de aproximadamente 15 centímetros de espesor, dejando las juntas estancas correspondientes como elementos de ventilación de los pisos, para luego proceder a fundir una loseta de 5 centímetros, de espesor con malla ARMEX R-64 al centro con un hormigón de 180 kg/cm<sup>2</sup> de resistencia. Este rubro se cancelará por m<sup>2</sup>.

## **1.2.- Relación de trabajabilidad del personal obrero con respecto a elementos que conforman una estructura de hormigón armado.**

**Columna:** La columna en su proceso constructivo está conformada de tres etapas, el corte y figurado de la armadura, el encofrado de madera y el rellenado de hormigón.

- **Corte y figurado de la armadura.-** Se lo realiza con dos peones, un ayudante de albañil y un albañil, dispuestos de la siguiente manera: un peón se dedica al cortado tanto de las varillas principales como de las varillas para estribos, un ayudante de albañil se dedica al figurado o doblado de los estribos, un peón y un albañil se dedican al armado de la columna que es la unión de los estribos con las varillas principales mediante alambre de amarre, adicionalmente el albañil se encarga de verificar y cumplir con las medidas y distancias dispuestas en diseños.
- **Encofrado de madera.-** Una vez colocada la estructura de hierro a plomo se comienza con el proceso de encofrado, se lo realiza con dos peones y un ayudante de albañil, dispuestos de la siguiente manera: un peón se dedica al cortado tanto de las tablas de eucalipto, las tiras de eucalipto, las trabillas de eucalipto, etc., un peón y un ayudante de albañil se dedican al armado del cofre, la ubicación del cofre y el aseguramiento y fijación del mismo.
- **Rellenado de hormigón.-** Se lo realiza con tres peones, un ayudante de albañilería y un albañil, dispuestos de la siguiente manera: dos peones van a llenar las parihuelas con los áridos y colocar en la olla de la concretara mientras que el ayudante de

albañilería se encarga de verter el cemento en la olla, más la cantidad de agua necesaria para el hormigón de la resistencia requerida, un peón coloca el hormigón preparado en el elevador para posteriormente pasar al albañil que está encargado de verter el mismo en el cofre y vibrarlo con la finalidad de que no exista porosidades en el elemento en construcción.

**Cadena:** La cadena en su proceso constructivo está conformada de tres etapas, el corte y figurado de la armadura, el encofrado de madera y el rellenado de hormigón.

- Corte y figurado de la armadura.- Se lo realiza con dos peones, un ayudante de albañil y un albañil, dispuestos de la siguiente manera: un peón se dedica al cortado tanto de las varillas principales como de las varillas para estribos, un ayudante de albañil se dedica al figurado o doblado de los estribos, un peón y un albañil se dedican al armado de la columna que es la unión de los estribos con las varillas principales mediante alambre de amarre, adicionalmente el albañil se encarga de verificar y cumplir con las medidas y distancias dispuestas en diseños.
- Encofrado de madera.- Al ser la cadena un elemento estructural ubicado de manera horizontal y a nivel cero de cualquier edificación, el encofrado va a tener únicamente tres caras siendo sujetas de elaboración dos de ellas ya que el cimienta funciona como la tercera, simplificando así dicho proceso, se lo realiza con dos peones y un ayudante de albañil, dispuestos de la siguiente manera: un peón se dedica al cortado tanto de las tablas de eucalipto, las tiras de eucalipto, las trabillas de eucalipto, etc., un peón y un ayudante de albañil se dedican a la colocación de las tablas, al aseguramiento con tiras y a la fijación con trabillas tanto de la cara frontal como posterior del cofre.
- Rellenado de hormigón.- Se lo realiza con tres peones, un ayudante de albañilería y un albañil, dispuestos de la siguiente manera: dos peones van a llenar las parihuelas con los áridos y colocar en la olla de la concretara mientras que el ayudante de albañilería se encarga de verter el cemento en la olla, más la cantidad de agua necesaria para el hormigón de la resistencia requerida, un peón transporta el hormigón preparado vertiendo en el lugar indicado por el albañil, el mismo que está encargado de distribuir el hormigón en el cofre y vibrarlo con la finalidad de que no exista porosidades en el elemento en construcción.

**Viga:** La viga en su proceso constructivo está conformada de tres etapas, el corte y figurado de la armadura, el encofrado de madera y el rellenado de hormigón.

- Corte y figurado de la armadura.- Se lo realiza con dos peones, un ayudante de albañil y un albañil, dispuestos de la siguiente manera: un peón se dedica al cortado tanto de las varillas principales como de las varillas para estribos, un ayudante de

albañil se dedica al figurado o doblado de los estribos, un peón y un albañil se dedican al armado de la viga que es la unión de los estribos con las varillas principales mediante alambre de amarre, adicionalmente el albañil se encarga de verificar y cumplir con las medidas y distancias dispuestas en diseños. La viga se elabora a nivel del terreno, una vez terminada es elevada y colocada al nivel solicitado en planos.

- Encofrado de madera.- Al ser un elemento que se encuentra ubicado a nivel de entrepiso, su proceso de encofrado requiere de mucho más tiempo a comparación de una columna o una cadena ya que se lo elabora al nivel requerido en planos, se lo realiza con dos peones, un ayudante de albañil y un albañil, dispuestos de la siguiente manera: un peón se dedica al cortado tanto de las tablas de eucalipto, las tiras de eucalipto, las trabillas de eucalipto, etc., un peón y un ayudante de albañil se dedican al armado del cofre, paralelamente un albañil y un peón colocan las gatas metálicas o puntales de madera, aseguran el cofre desde la parte inferior y verifican alturas. una vez terminado el encofrado, toda la cuadrilla levanta y coloca la armadura de hierro en el mismo.
- Rellenado de hormigón.- Se lo realiza con tres peones, un ayudante de albañilería y un albañil, dispuestos de la siguiente manera: dos peones van a llenar las parihuelas con los áridos y colocar en la olla de la concretara mientras que el ayudante de albañilería se encarga de vertir el cemento en la olla, más la cantidad de agua necesaria para el hormigón de la resistencia requerida, un peón coloca el hormigón preparado en el elevador para posteriormente pasar al albañil que está encargado de vertir el mismo en el cofre y vibrarlo con la finalidad de que no exista porosidades en el elemento en construcción.

**Losa de planta baja:** La losa de planta baja en su proceso constructivo está conformada de tres etapas, el replantillo de piedra, la colocación de la malla electro soldada y encofrado perimetral y la fundición de la chapa de compresión.

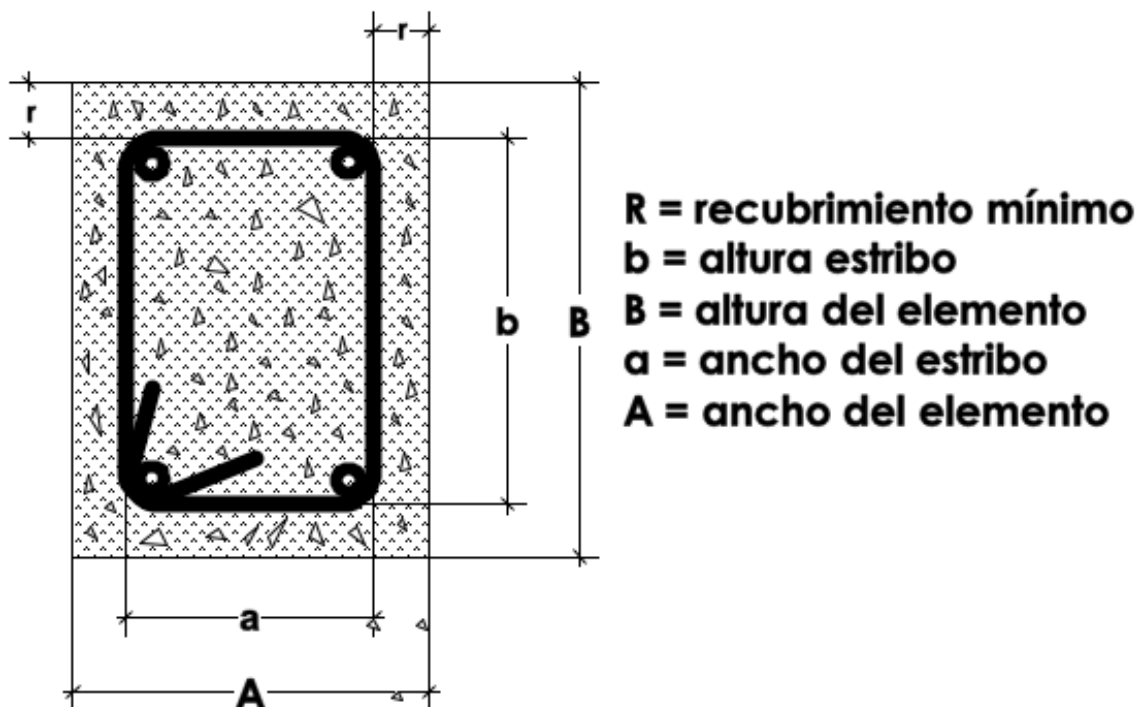
- Replantillo de piedra.- Se lo realiza con dos peones y dos ayudantes de albañil, dispuestos de la siguiente manera: un peón se encuentra en el lugar de stock de la piedra seleccionando las mismas, un peón transporta del lugar de stock de la piedra al lugar indicado por los ayudantes de albañil, dos ayudantes de albañil ubican las piedras y comprueban niveles, una vez terminada la colocación de piedra el replantillo es emporado con grava o ripio logrando un nivel uniforme del mismo.
- Encofrado perimetral y colocación de malla electro soldada.- Se lo realiza con dos peones, dos ayudantes de albañil y un albañil, dispuestos de la siguiente manera: un peón se dedica al cortado tanto de las tablas de eucalipto, las tiras de eucalipto, las trabillas de eucalipto, etc., un ayudante de albañil y un albañil se dedican a la

colocación de las tablas perimetrales, al aseguramiento con tiras y a la fijación con trabillas de las mismas, paralelamente un peón y un ayudante de albañil se encargan de colocar la malla electro soldada que tiene una medida de 2,44 metros x 6,25 metros y por lo general se utiliza aquella que comercialmente tiene el nombre de Malla Armex R - 64.

- Fundición de la chapa de compresión.- Se lo realizara con tres peones, un ayudante de albañilería y un albañil, dispuestos de la siguiente manera: dos peones van a llenar las parihuelas con los áridos y colocar en la olla de la concretara mientras que el ayudante de albañilería se encarga de vertir el cemento en la olla, más la cantidad de agua necesaria para el hormigón de la resistencia requerida, un peón traslada el hormigón preparado desde la olla al lugar indicado por el ayudante de albañil, un ayudante de albañil extiende el hormigón mientras que un ayudante de albañil y un albañil codalean el hormigón hasta dejar al nivel requerido en planos. Posterior a un tiempo prudente de fraguado los ayudantes de albañil y el albañil paletean el hormigón dándole un acabado más uniforme.

### 1.2.1.- Detalles constructivos de la estructura de Hormigón Armado.

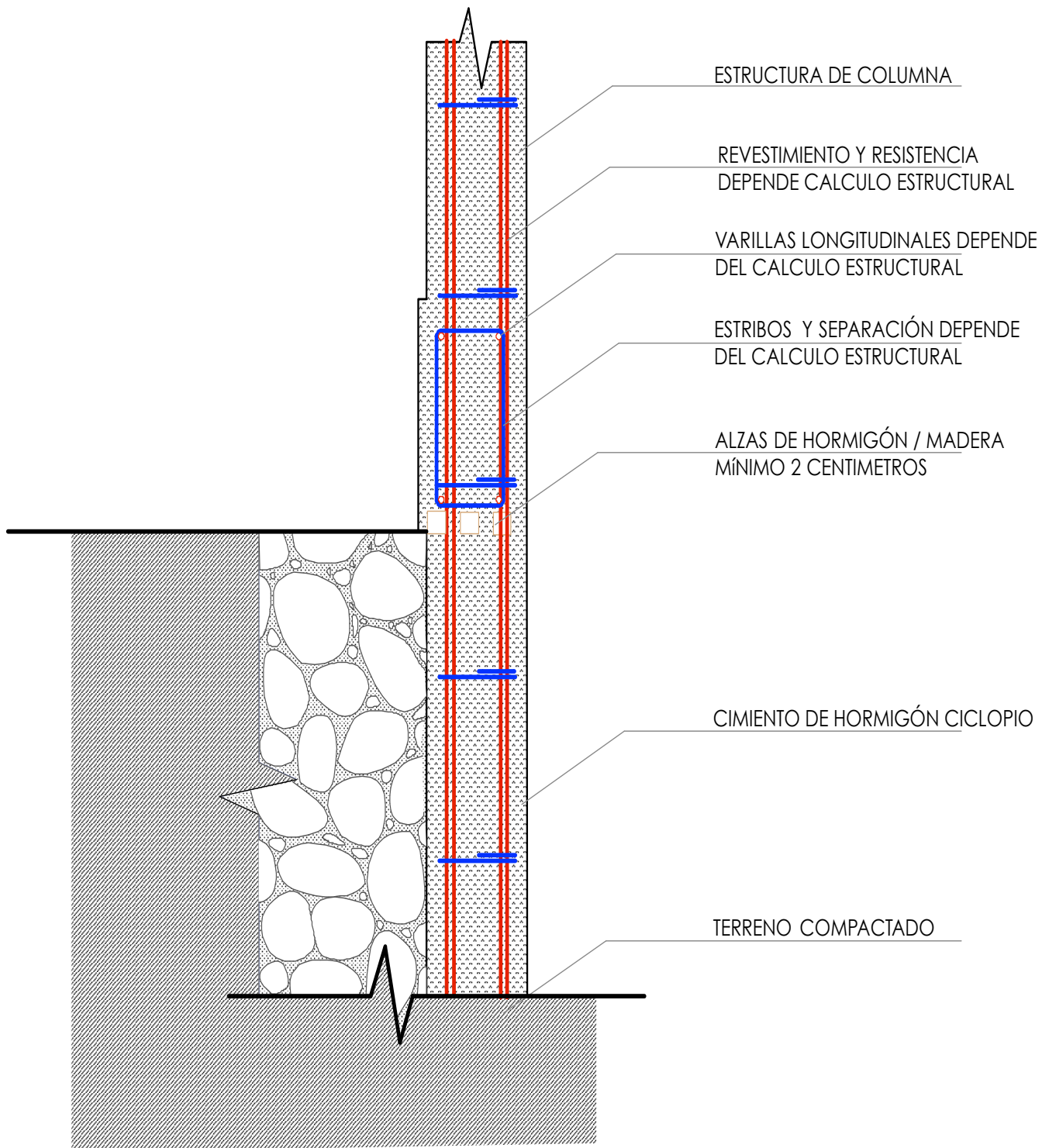
*Imagen N° 29:* Detalle de sección transversal de armado de cadena, dimensiones mínimas y recubrimiento de Hormigón Armado.



**Fuente:** Archivo gráfico de la ejecución de la obra: “Construcción de la primera etapa del bar y biblioteca de la Casa de los Tratados del Cantón Girón , Provincia del Azuay.

**Elaboración:** Digitalización y redibujo Juan José Larriva.

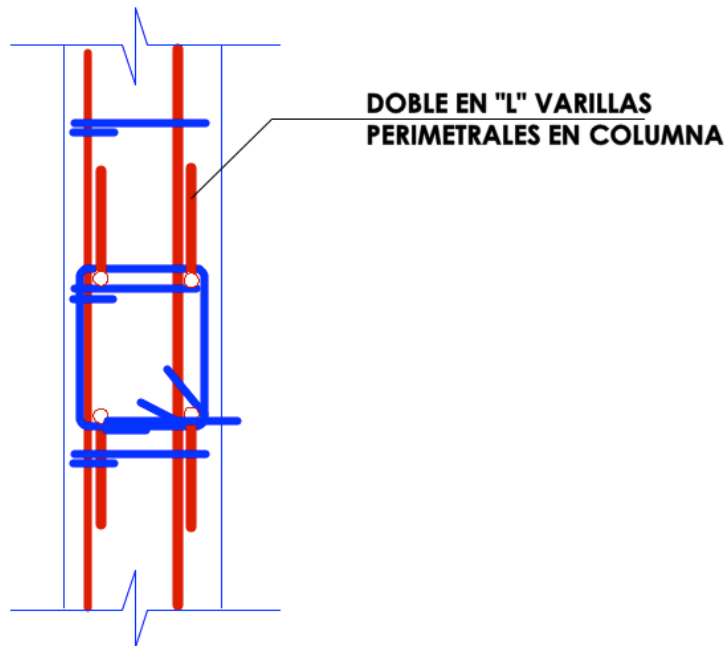
**Imagen N° 30:** Detalle de armado de columna de Hormigón Armado.



**Fuente:** Archivo gráfico de la ejecución de la obra: "Construcción de la primera etapa del bar y biblioteca de la Casa de los Tratados del Cantón Girón , Provincia del Azuay.

**Elaboración de detalles:** Digitalización y redibujo Juan José Larriva.

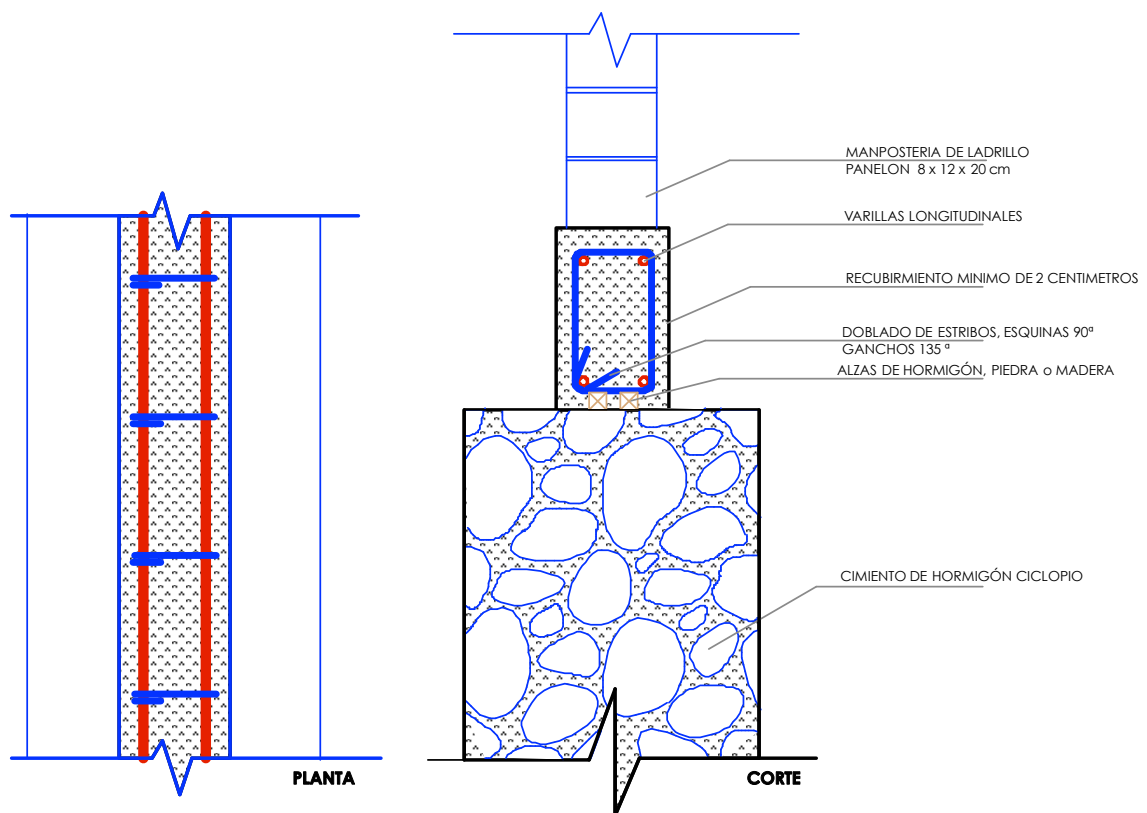
**Imagen N° 31:** Detalle de unión de columna y cadena de hormigón armado.



**Fuente:** Archivo gráfico de la ejecución de la obra: “Construcción de la primera etapa del bar y biblioteca de la Casa de los Tratados del Cantón Girón , Provincia del Azuay.

**Elaboración:** Juan José Larriva.

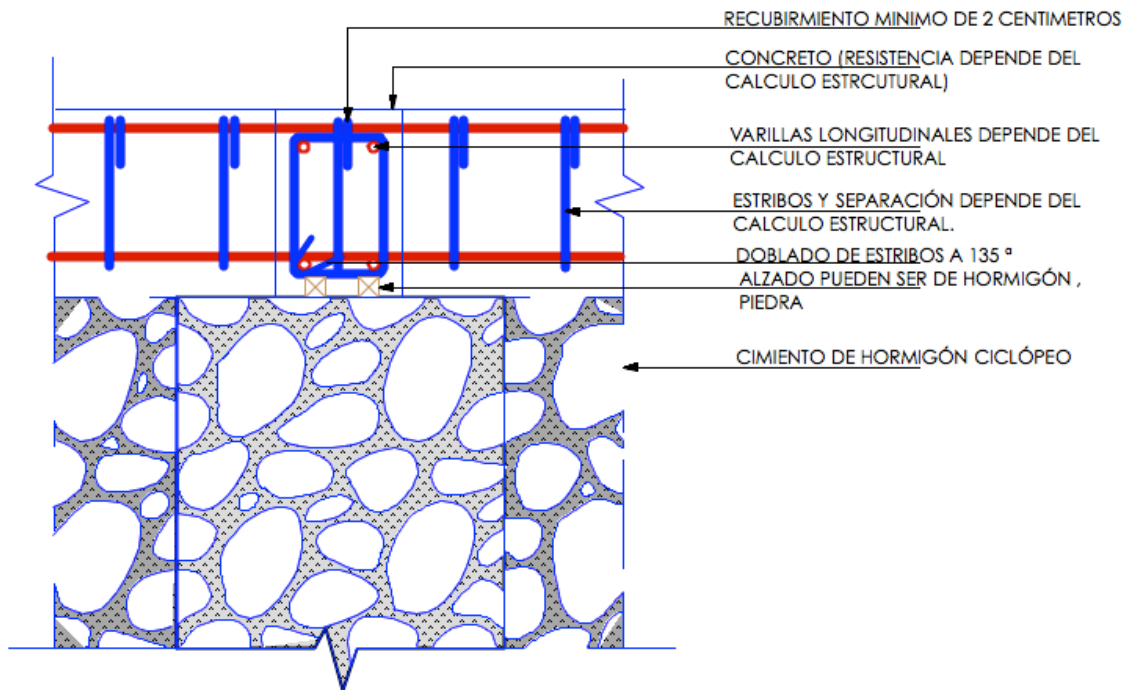
**Imagen N° 32:** Detalle de unión de columna y cadena de hormigón armado.



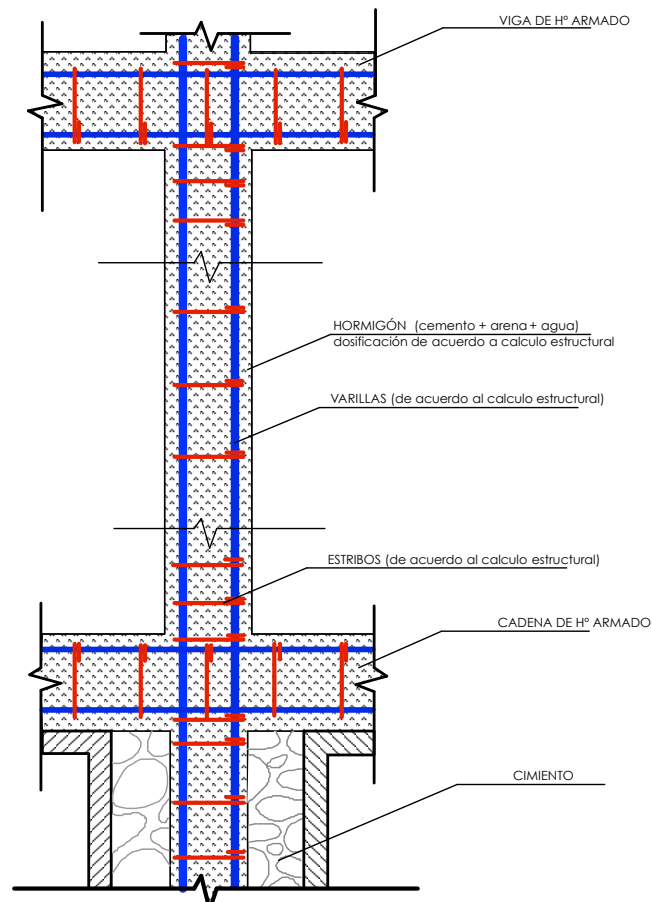
**Fuente:** Archivo gráfico de la ejecución de la obra: “Construcción de la primera etapa del bar y biblioteca de la Casa de los Tratados del Cantón Girón , Provincia del Azuay.

**Elaboración de detalles:** Digitalización y redibujo Juan José Larriva.

**Imagen N° 33:** Detalle de unión de dos cadenas de hormigón armado, a nivel de cimiento.



**Imagen N° 34:** Detalle de estructura (cadena, columna , viga) de hormigón armado.



**Fuente:** Archivo fotografico de la ejecución de la obra: “Construcción de la primera etapa del bar y biblioteca de la Casa de los Tratados del Cantón Girón , Provincia del Azuay.

**Elaboración de detalles:** Digitalización y redibujo Juan José Larriva.

### 1.3.- Especificaciones técnicas y recomendaciones de cada uno de los materiales, elementos y rubros que conforman la Estructura de Madera.

#### 1.3.1.- Materiales.

- **Madera.-** La madera es un material duro y resistente que se produce mediante la transformación del árbol. Para lograr un resultado excelente en su trabajabilidad hay que tener presente ciertos aspectos relacionados con la forma de corte, curado y secado.

La madera para construcción se clasifica en: blandas y duras. En el caso de elementos estructurales se utiliza madera dura.

*Tipos de madera dura:*

Eucalipto	Roble
Nogal	Cerezo
Olivo	Caoba
Chanúl	Guayacán
Chonta	Bálsamo.

- **Plaguicida.-** Se empleara para el curado de la madera, el cual se mezcla con agua en proporciones de 1:10, el producto se aplicara mediante bomba fumigadora, dando dos manos a la madera con un intervalo entre mano y mano de una hora o más, dicho producto tiene como ingrediente base el cloruro de zinc, se lo comercializa en canecas de 5 galones o tanques de 55 galones.

#### 1.3.2.- Elementos.

- **Columna.-** Elemento estructural vertical el cual cumple la función de sostener la carga de la edificación, es utilizada ampliamente en arquitectura, con la función de soportar el peso de la construcción; es un elemento fundamental en el esquema de una estructura. Para una columna de madera por lo general se utiliza piezas de eucalipto de 16x16 centímetros.
- **Viga de entepiso.-** Elemento estructural lineal-horizontal que salva una o varias luces y que es solicitada por peso propio. Trabaja principalmente a flexión. Para una viga de madera por lo general se utiliza piezas de eucalipto de 16x16 centímetros

**Foto N° 9:** Detalle de instalación de columnas de madera sobre cimiento y cadena de hormigón armado.



**Fuente:** Archivo fotografico de la ejecución de la obra: “Construcción de la primera etapa del bar y biblioteca de la Casa de los Tratados del Cantón Girón , Provincia del Azuay.

**Elaboración:** Juan José Larriva.

**Foto N° 10:** Detalle de instalación de entrepiso de madera armado en vigas de madera.



**Fuente:** Archivo fotografico de la ejecución de la obra: “Construcción de la primera etapa del bar y biblioteca de la Casa de los Tratados del Cantón Girón , Provincia del Azuay.

**Elaboración:** Juan José Larriva.

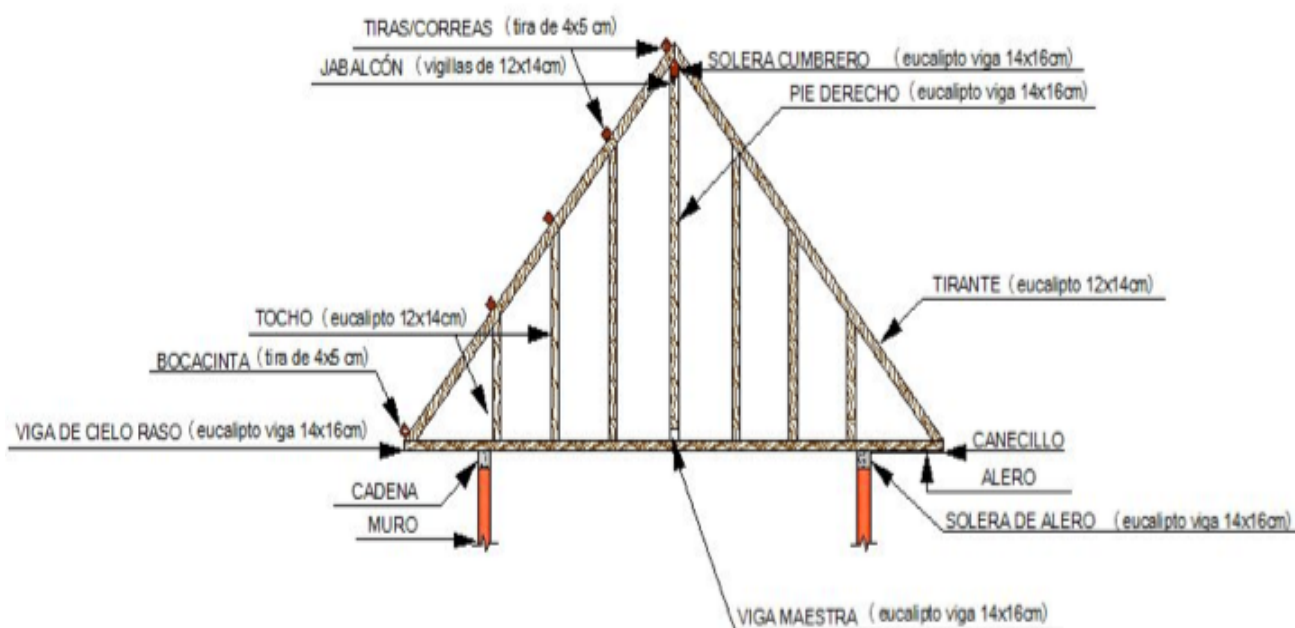
- **Tirantes o pares.-** Elemento estructural que une los dos extremos de la armadura, impidiendo que las soleras se separen. su función principal es la de contrarrestar los esfuerzos tangenciales de la armadura sobre el muro. Para un tirante por lo general se utiliza piezas de eucalipto de 12x14 centímetros.

- **Correas.-** Elementos estructurales que están colocados sobre los pares, de forma perpendicular a estos, es decir de forma paralela al cumbrero. y sirven para repartir la carga uniformemente sobre los pares. Para una correa por lo general se utiliza tiras de eucalipto de 4 x 5 centímetros.
- **Viga maestra.-** Elemento estructural que se asienta sobre el punto medio de los tirantes, sobre el cual se descarga el peso de la cubierta que viene a través del pie derecho. Para una viga de madera por lo general se utiliza piezas de eucalipto de 16x16 centímetros.
- **Tochos.-** Piezas o elementos verticales que ayuda a repartir el peso de los pares. Para un tocho por lo general se utiliza piezas de eucalipto de 12x14 centímetros.
- **Jabalcón.-** Elemento o pieza inclinada, que se utiliza como soporte para rigidizar la estructura. Para un jabalcón por lo general se utiliza viguillas de eucalipto de 12x14 centímetros.
- **Alero.-** Proyección de la cubierta hacia fuera de los apoyos (paredes, muros), generalmente se trata de la proyección de los pares acompañados de canecillos.
- **Bocacinta.-** Elemento que se ubica en el extremo inferior de los pares, ayuda a que se controle la horizontalidad del alero, es imprescindible en todo tipo de cubierta. Para una bocacinta por lo general se utiliza tiras de eucalipto de 4x5 centímetros.
- **Pie derecho.-** Elemento estructural vertical que se ubica en el punto medio del tirante, sobre la viga maestra. es el que soporta el cumbrero. Para un pie derecho por lo general se utiliza piezas de eucalipto de 16x16 centímetros.
- **Cumbrero.-** Elemento estructural que se ubica sobre el pie derecho. es el madero horizontal superior de la cubierta, en donde descansan los pares.
- **Canecillos.-** Cabeza de una viga del techo interior que carga en el muro y la corona de la cornisa, a veces se presenta como la prolongación de las vigas de cielo raso, también como una pieza independiente.
- **Cruz de San Andrés.-** Cruz en forma de x formada por dos elementos lineales de madera o acero atravesados el uno sobre el otro.
- **Alcayete.-** Elemento que sirve para sujetar la canal.
- **Solera.-** Elemento estructural que transmite el peso de la cubierta hacia las paredes o columnas. se encuentra ubicada sobre el muro, sirve para dar un mejor

empotramiento a la cubierta. Para una solera por lo general se utiliza piezas de eucalipto de 16x16 centímetros.

- **Viga de cielo raso.**- Elemento estructural que se asienta sobre las cadenas o soleras en forma perpendicular y una de sus funciones es para soportar el cielo raso. Para una viga de cielo raso por lo general se utiliza piezas de eucalipto de 16x16 centímetros.

**Imagen N° 35:** Sección transversal de una estructura de cubierta en madera a dos aguas.



**Fuente:** Archivo gráfico de la ejecución de la obra: “Construcción de la primera etapa del bar y biblioteca de la Casa de los Tratados del Cantón Girón , Provincia del Azuay.

**Elaboración:** Juan José Larriva.

### 1.3.3.- Rubros.

- **PIEZAS DE EUCALIPTO INMUNIZADO 16X16 centímetros., L= 2 metros:** Se colocaran elementos de eucalipto cortado uniformemente a lo largo y ancho de la pieza como columnas, las mismas que deberán encontrarse totalmente secas, adicionalmente tendrán un tratamiento o curado ya que estarán embebidas en los muros de tapial, en el caso de necesitar mayor altura las piezas serán ensambladas mediante caja-espiga. Este rubro se cancelará por unidad (u).
- **ENVIGADO DEL ENTREPISO:** Se colocarán vigas de madera cada 60 centímetros de distancia entre ejes de vigas, sistema constructivo para realizar la estructura de piso sobre el cual y con el cuidado del caso se colocará una siguiente capa conformando los pisos con el clavado de la doble duela. Este rubro se cancelará por metro cuadrado (m2).

- CUBIERTA: Luego del armado del entrepiso y sobre las soleras de piso se procede al armado de los muros de tapial que lo conforman los muros de planta alta llegando al nivel deseado, donde se procederá armar las soleras de cubierta y sobre otra se colocarán las vigas de tumbado, se colocará el armado de las retículas de cubierta compuesta de vigas riostras y pares formando las cerchas que receptorán las láminas metálicas galvanizadas como material impermeabilizante para acto seguido proceder con la colocación de la teja. Este rubro se cancelará por metro cuadrado (m2).
  
- PISOS DE PLANTA ALTA: Estos pisos irán sobre un entirado o directamente, sobre las vigas de piso y receptorán los tabloncillos con piso terminado de madera de eucalipto, con un rejuntado de falsa espiga entre ellos que permitirán la debida dilatación del piso prolongando eficientemente la durabilidad del piso. Este rubro se cancelará por metro cuadrado (m2).

#### **1.4.- Relación de trabajabilidad del personal obrero con respectó a elementos que conforman una estructura de madera.**

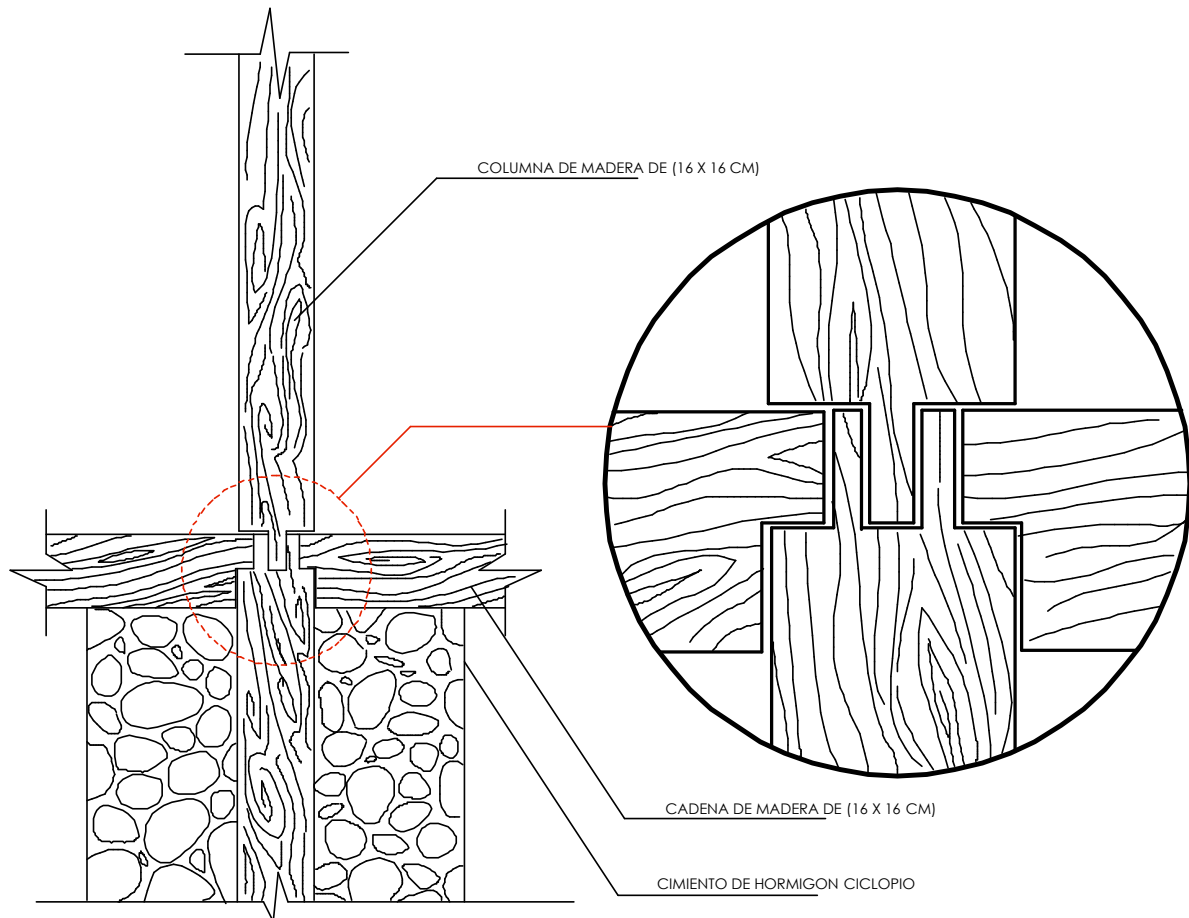
En una estructura de madera la trabajabilidad se simplifica con respecto a una estructura de hormigón armado ya que no existe encofrado, figurado de armadura, suelda, etc.

Posterior al preparado de la madera el mismo que tiene un proceso de corte, secado, perfilado, etc. Para el armado de una estructura de madera se necesita una sola cuadrilla que partirá desde el aplomo de columnas hasta el armado de cubierta.

Se la realiza con dos peones, dos ayudantes de albañil y un albañil, dispuestos de la siguiente manera: un peón y un ayudante de albañil se encargan del corte de las piezas, elaboración de los diferentes ensambles y destajes en las piezas de madera dispuestos por el albañil, un peón se encarga de transportar la pieza desde el lugar de elaboración al lugar de colocación, un ayudante de albañil y un albañil se encargan de colocar las piezas a la medida y disposición especificada en planos o detalles constructivos.

#### 1.4.1.- Detalles constructivos de los elementos que conforman una estructura de madera.

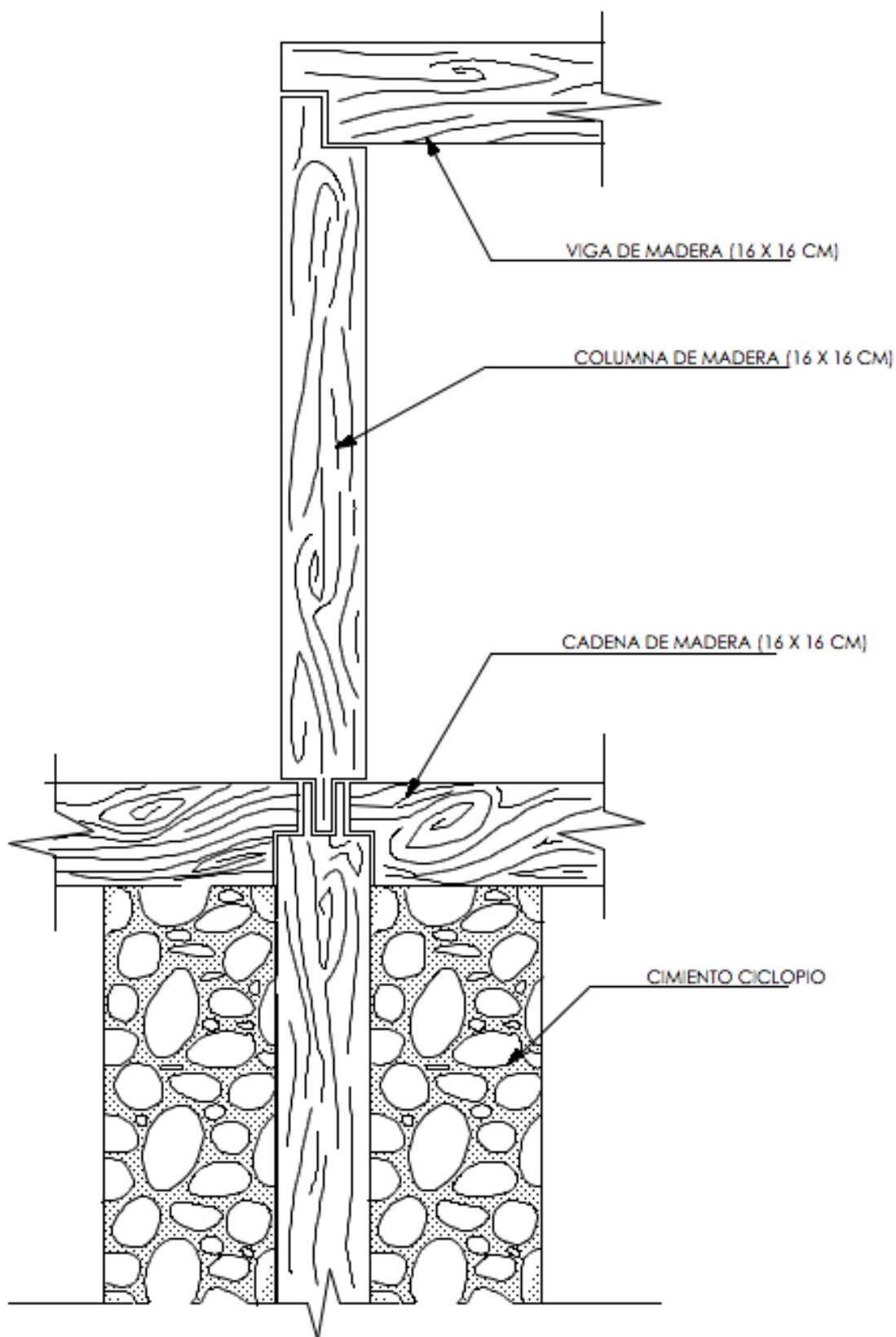
**Imagen N° 36:** Sección transversal de una estructura de cubierta en madera a dos aguas.



**Fuente:** Archivo gráfico de la ejecución de la obra: “Construcción de la primera etapa del bar y biblioteca de la Casa de los Tratados del Cantón Girón , Provincia del Azuay.

**Elaboración de detalles:** Digitalización y redibujo Juan José Larriva.

**Imagen N° 37:** Sección transversal de una estructura de cubierta en madera a dos aguas

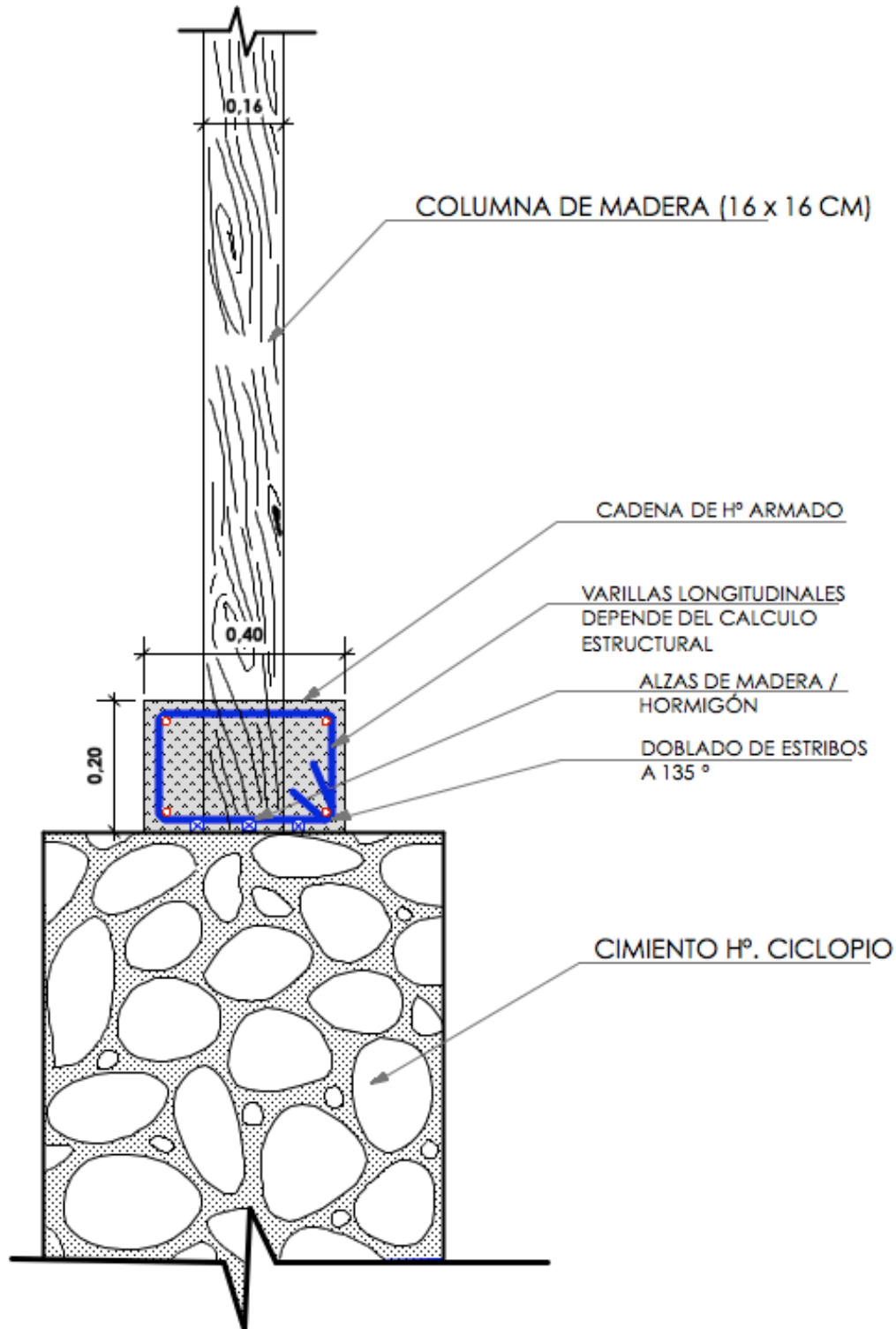


**Fuente:** Archivo gráfico de la ejecución de la obra: “Construcción de la primera etapa del bar y biblioteca de la Casa de los Tratados del Cantón Girón , Provincia del Azuay.

**Elaboración:** Digitalización y redibujo Juan José Larriva..

#### 1.4.2.- Detalles constructivos que conforman la estructura mixta de hormigón armado y madera.

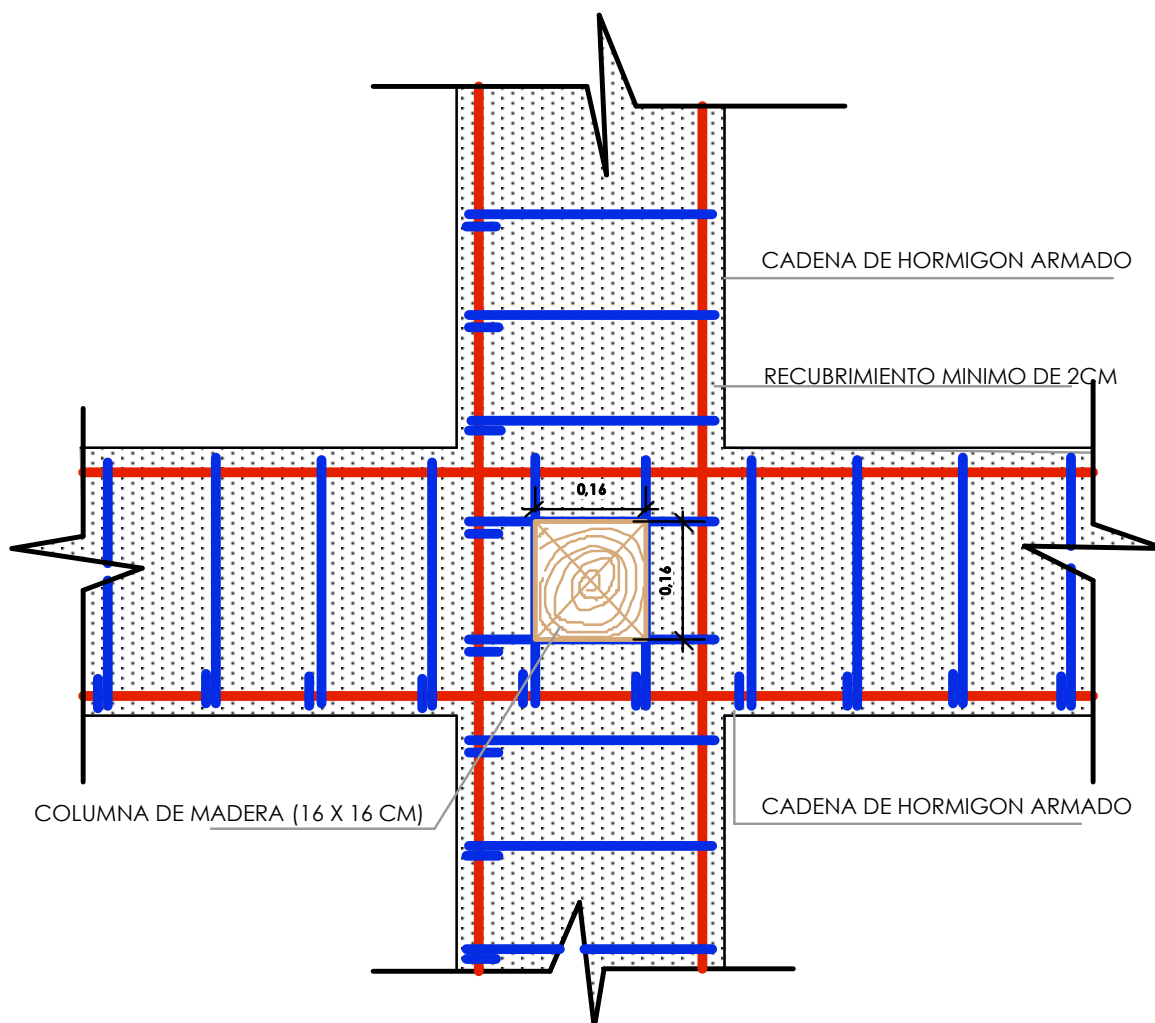
*Imagen N° 38:* Sección transversal de una estructura mixta, cadena de hormigón armado y columna de madera.



**Fuente:** Archivo gráfico de la ejecución de la obra: “Construcción de la primera etapa del bar y biblioteca de la Casa de los Tratados del Cantón Girón , Provincia del Azuay.

**Elaboración:** Digitalización y redibujo Juan José Larriva.

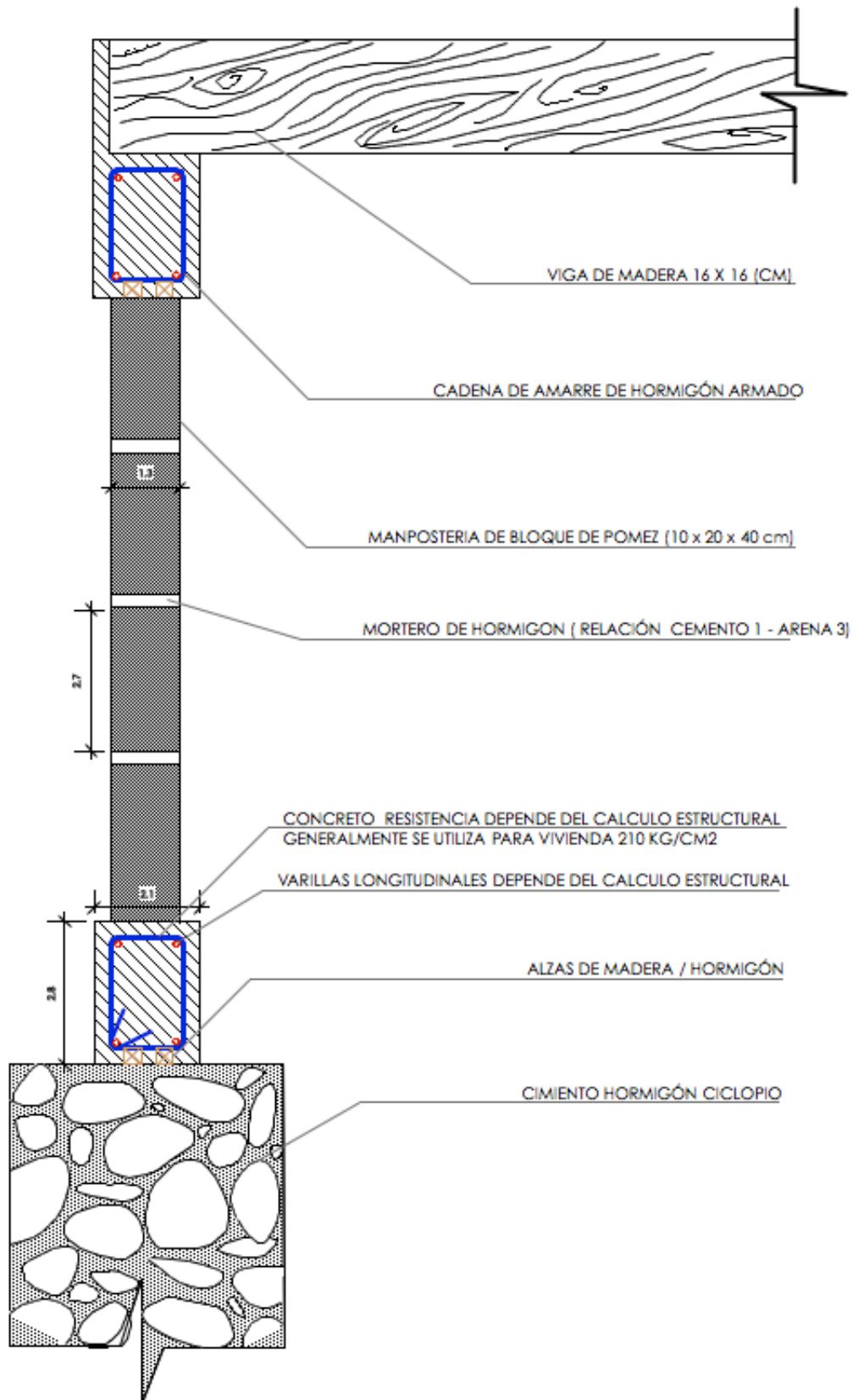
**Imagen N° 39:** Detalle constructivo del encuentro entre dos vigas de hormigón armado y una columna de madera.



**Fuente:** Archivo gráfico de la ejecución de la obra: “Construcción de la primera etapa del bar y biblioteca de la Casa de los Tratados del Cantón Girón , Provincia del Azuay.

**Elaboración:** Digitalización y redibujo Juan José Larriva.

**Imagen N° 40:** Detalle constructivo del ensamble entre la viga de hormigón armado y la columna de madera.



**Fuente:** Archivo gráfico de la ejecución de la obra: “Construcción de la primera etapa del bar y biblioteca de la Casa de los Tratados del Cantón Girón , Provincia del Azuay.

**Elaboración:** Digitalización y redibujo Juan José Larriva.

### **1.5.- Análisis técnico - comparativo entre la técnica del Tapial y una Mampostería de Bloque de Pómez.**

Una vez investigada la técnica del tapial como sistema constructivo en el primer capítulo, es de total importancia realizar un análisis comparativo de ventajas y desventajas que esta presenta, con respecto a lo utilizado como material convencional en la actualidad para mampostería como es el bloque de pómez.

Entre el tapial y el bloque de pómez vamos a encontrar parámetros de ventajas y desventajas muy marcados, entre los más importantes tenemos:

**Tamaño.-** El tapial tiene medidas estándares muchos mayores a la de un bloque, ya que el tapial es auto soportante y tiene propiedades estructurales dentro de una edificación, mientras que el bloque de pómez únicamente cumple la función de relleno o división de ambientes. Al emplear el tapial como técnica constructiva las medidas de los ambientes tienen que ser mayores ya que se tendrá un área útil menor debido al considerable espacio que ocupa dicha técnica dentro de un ambiente.

**Peso.-** Al emplear el tapial el peso de la edificación será mayor ya que son elementos macizos de medidas superiores a las de un bloque de pómez, adicionalmente el bloque al cumplir una función únicamente de relleno, este es hueco es decir, tiene un molde que fabrica únicamente las paredes dejando vacío el centro o alma del mismo.

**Costos.-** Al emplear el tapial, indistintamente de tener un costo cero de materia prima ya que tiene como material principal la tierra del sector de emplazamiento de la edificación, los costos serán mayores debido a los tiempos de ejecución y mano de obra necesaria para su fabricación, mientras que el bloque de pómez tiene un costo de adquisición pero su colocación es mucho más sencilla con tiempos reducidos y mano de obra mínima.

**Trabajabilidad.-** Al emplear el tapial, tendremos tiempos de ejecución mayores considerablemente a los de una mampostería de bloque de pómez, debido a que el tapial tiene medias exageradamente superiores, tiene que pasar por un proceso de encofrado, secado y desencofrado, es construido por partes lo cual paraliza el avance de la obra debido a que se necesita un tiempo prudente para desencofre y secado del mismo para continuar con el siguiente piso o nivel, mientras que una mampostería de bloque de pómez únicamente se emplea tiempos de colocación. Evitando cualquier tiempo de paralización o retraso.

Al momento de inclinarnos por un sistema constructivo vamos a tener dos parámetros indispensables de análisis. Tendencia o estilo que se pretende dar al proyecto y presupuesto con el que se cuenta para el mismo.

En la obra tomada como ejemplo para el trabajo de investigación se usó un sistema constructivo ancestral como es el tapial. A criterio personal decisión más que acertada por parte del proyectista fue una condicionante ya que era necesaria la integración de la edificación del bar y biblioteca, con el ambiente y el museo, edificación patrimonial

construida en su totalidad en estructura de madera y tapial. Emplazado en el mismo lugar, siendo indispensable aplicar la misma tendencia o estilo de construcción.

En cuanto al presupuesto económico referencial el proyectista tuvo un criterio muy acertado ya que logro encontrar donde reducir costos y encarecer costos sin perder el estilo o técnica arquitectónica que debía seguir para darle a la edificación en cuestión una armonía con lo existente y el ambiente de emplazamiento.

### **1.5.1- Especificaciones técnicas y recomendaciones de cada uno de los materiales o elementos que conforman el Tapial.**

#### **1.5.1.1.- Materiales.**

- **Tierra.-** Deberá estar libre de material vegetal o desechos de cualquier tipo. Sera tierra lodosa de color negro. Tendrá un máximo del 30% de barro. Compuesta de grava, arena, arcilla y barro. Se prohíbe emplear tierra gris para la fabricación del tapial.
- **Agregado Fino (Arena).-** Deberá ser perfectamente limpia, silíceo, dura, angulosa y áspera al tacto. Se prohíbe el empleo de arenas arcillosas, suaves o disgregables, y no podrán tener material vegetal u otro material inconveniente. Las sustancias perjudiciales no deben exceder los siguientes porcentajes:
  - Partículas deleznable: 1%
  - Materiales pasan la malla # 200: 5%
  - Carbón o lignito: 1%

Los agregados serán de graduación uniforme.

El agregado fino debe tener un módulo de finura entre 2,4 y 3,1 y una vez que este haya sido establecido para obtener la granulometría adecuada este debe ser mantenido, con variaciones máximas de (+ -) 0,2.

- **Agregado Grueso.-** Estarán formados de gravas y/o piedras trituradas (ripio). Se compondrán de partículas o fragmentos resistentes y duros, libres de material vegetal, de exceso de partículas alargadas, así como de material mineral cubierto de arcilla u otro material inconveniente, y no podrán contener sustancias perjudiciales que excedan de los siguientes porcentajes:
  - Partículas deleznable: 0.5%
  - Materiales pasan la malla # 200: 1%
  - Piezas planas y alargadas: Longitud mayor que 5 veces su espesor: 10%
  - Resistencia al sulfato de sodio que no exceda el: 12%
  - Porcentaje de desgaste no mayor al: 40%

Los agregados gruesos tendrán una graduación uniforme.

Los agregados requeridos como arena y grava deberán cumplir las características granulométricas y estructurales descritas en los párrafos anteriores.

- **Agua.-** El agua a usarse, tanto en el lavado de agregados como para la preparación de las mezcla, deberá ser fresca libre de toda sustancia que interfiera el proceso normal de secado del tapial. Se rechazará agua que contenga sustancias nocivas para el tapial o el refuerzo como aceites, ácidos, sales, álcalis, materia orgánica, etc.

El agua potable será consideradas satisfactorias para el empleo en el desarrollo y ejecución del tapial.

#### 1.5.1.2.- Elementos.

- Módulos de tapial.- Tendrá una medida de 0,80 metros de alto 2,00 metros de largo y 0.40 metros de ancho.

**Tabla N° 5:** Dosificación de materiales para tapial utilizados en el proyecto como ejemplo para el trabajo de investigación.

DOSIFICACION DE MATERIAL	
50%	TIERRA PURA
23%	ARENA MEDIANA
25%	GRAVA O RIPIO
2%	CEMENTO
% VARIADO	PAJA
% VARIADO	AGUA

**Fuente:** Archivo de la ejecución de la obra: “Construcción de la primera etapa del bar y biblioteca de la Casa de los Tratados del Cantón Girón, Provincia del Azuay.  
**Elaboración:** Juan José Larriva.

Con la dosificación presentada anteriormente y con un mezclado mecánico en concreteira, se obtuvo una resistencia a la compresión de 50 kg/cm<sup>2</sup>.

Según mi experiencia en la obra realizada como ejemplo para el trabajo de investigación y por la zona de emplazamiento de la misma, para que el tapial alcanzara un secado completo era necesario de 5 a 7 días.

**Foto N° 11:** Detalle del encofrado de madera para armado de muros de tapial en obra.



**Fuente:** Archivo fotográfico de la ejecución de la obra: “Construcción de la primera etapa del bar y biblioteca de la Casa de los Tratados del Cantón Girón , Provincia del Azuay.

**Elaboración:** Juan José Larriva.

**Foto N° 12:** Detalle del encofrado de módulos de muros de tapial en obra.



**Fuente:** Archivo fotográfico de la ejecución de la obra: “Construcción de la primera etapa del bar y biblioteca de la Casa de los Tratados del Cantón Girón , Provincia del Azuay.

**Elaboración:** Juan José Larriva.

### **1.5.1.3.- Rubros.**

- **MUROS DE TAPIAL:** En base al molde que debe prepararse, dos tableros de 1,50 metros de largo y 0,80 metros de ancho se procederá a su armado con trabillas horizontales que apoyen a mantener el paralelismo de los tableros, y tapas laterales que conformen los distintos moldes que colocados unitariamente uno a continuación de otro se estructurará una primera hilada, para acto seguido proceder con el armado de otra hilada cuidado que con la primera hilada se vayan trabando los distintos módulos y conformando el muro, señalando la ubicación y altura de los diferentes antepechos de las ventanas y vanos de las puertas para determinar los términos de las siguientes hiladas.

Este molde será relleno de tierra, grava y arena humedecida y correctamente apisonada en capas de 10 centímetros apisonando en forma pareja y continua que permita estructurar el muro, en las esquinas se colocará unas pilastras de madera mediante una espiga anclada en la cadena y con la unión caja y espiga entre el pilar y la solera de piso de la primera planta alta, elementos estos que trabajarán en el confinamiento del muro. Este rubro se cancelará en metros cúbicos (m<sup>3</sup>).

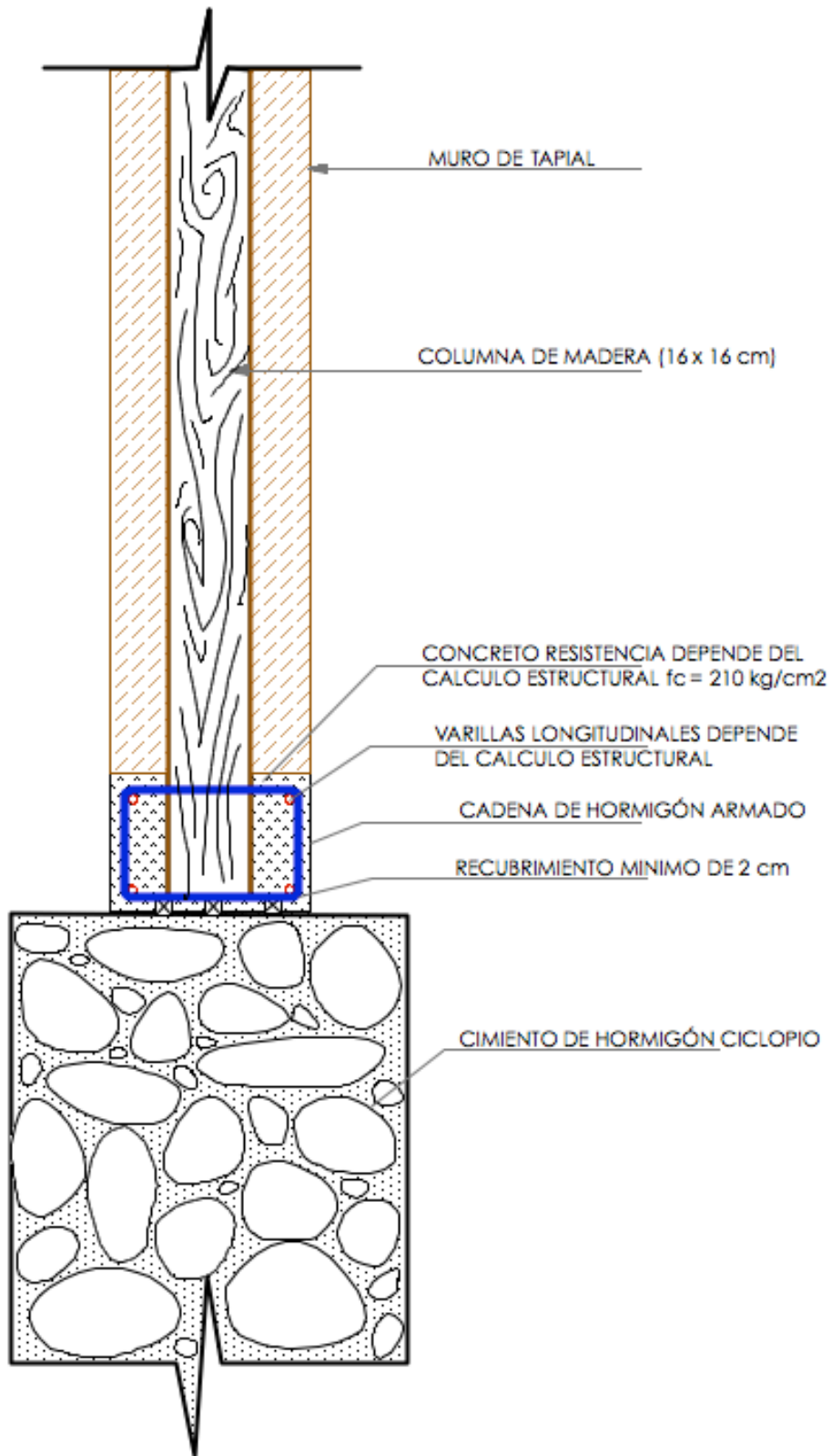
### **1.5.2.- Relación de trabajabilidad del personal obrero con respeto a elementos que conforman el tapial.**

TAPIAL: El tapial en su proceso constructivo está conformado de dos etapas, el encofrado de madera y el relleno de tapial.

- **Encofrado de madera.-** Una vez colocada la columna de madera a plomo se comienza con el proceso de encofrado, se lo realiza con dos peones y un ayudante de albañil, dispuestos de la siguiente manera: un peón se dedica al cortado tanto de las tablas de eucalipto, las tiras de eucalipto, las trabillas de eucalipto, etc., un peón y un ayudante de albañil se dedican al armado del cofre, la ubicación del cofre y el aseguramiento y fijación del mismo.
- **Relleno de tapial.-** Se lo realiza con cinco peones, un ayudante de albañilería y un albañil, dispuestos de la siguiente manera: dos peones van a llenar las parihuelas con la tierra, los áridos y colocar en la olla de la concretara mientras que el ayudante de albañilería se encarga de verter el porcentaje necesario de cemento en la olla, más la paja y la cantidad de agua necesaria, un peón coloca el tapial preparado en el elevador para posteriormente pasar al albañil que está encargado de verter el mismo en el cofre, finalmente dos peones se encargan del apisonado del tapial con pisonos de madera en capas de 15 centímetros con la finalidad de que no exista porosidades en el elemento en construcción.

### 1.5.3.- Detalles constructivos del Tapial.

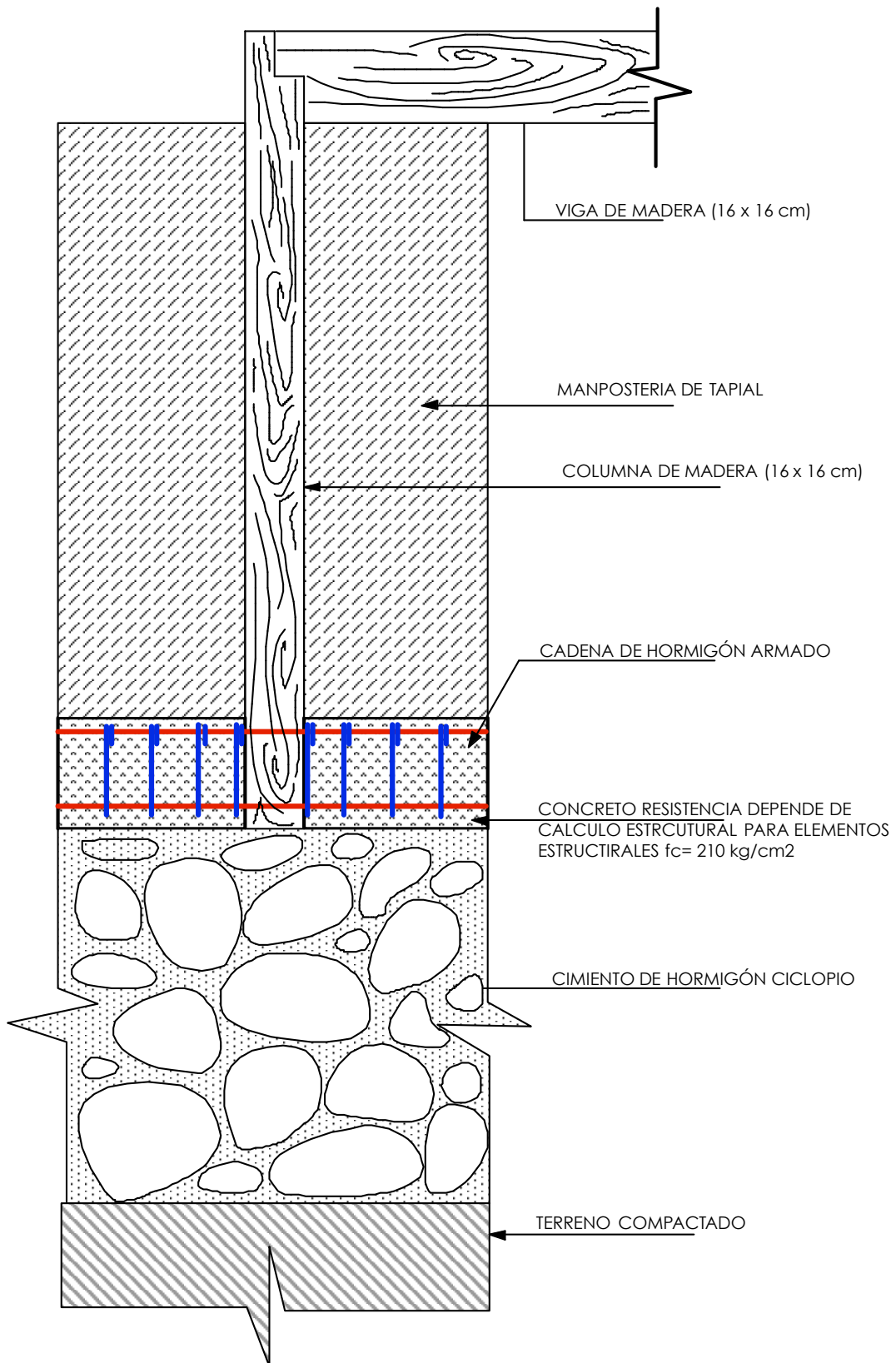
*Imagen N° 41:* Detalle constructivo de una mampostería de tapial con alma de madera.



**Fuente:** Archivo gráfico de la ejecución de la obra: "Construcción de la primera etapa del bar y biblioteca de la Casa de los Tratados del Cantón Girón, Provincia del Azuay.

**Elaboración:** Digitalización y redibujo Juan José Larriva..

**Imagen N° 42:** Detalle constructivo de una mampostería de tapial con alma de madera.

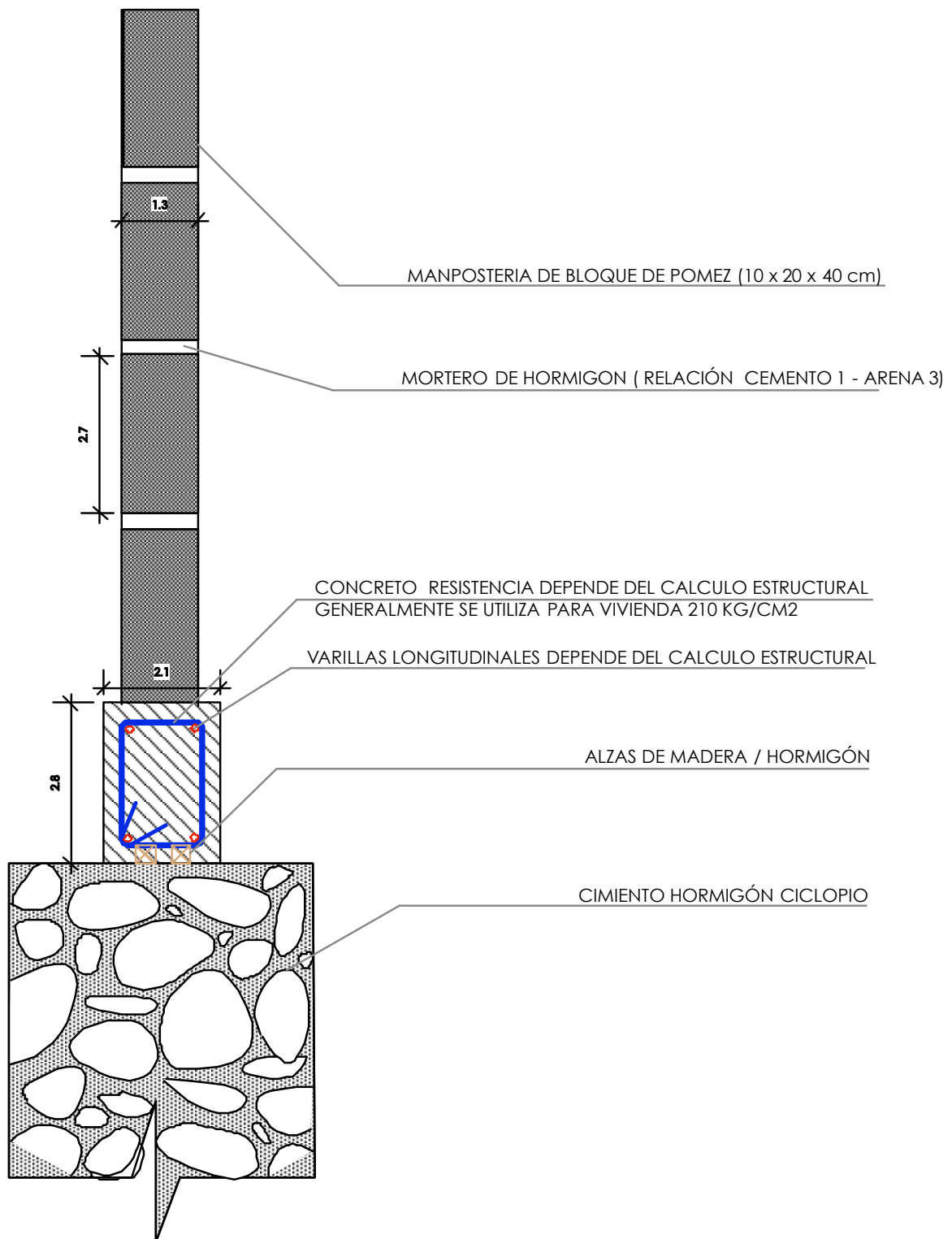


**Fuente:** Archivo gráfico de la ejecución de la obra: "Construcción de la primera etapa del bar y biblioteca de la Casa de los Tratados del Cantón Girón, Provincia del Azuay.

**Elaboración:** Digitalización y redibujo Juan José Larriva.

#### 1.5.4.- Detalles constructivos de la mampostería de Bloque de Pómez (10x20x40cm).

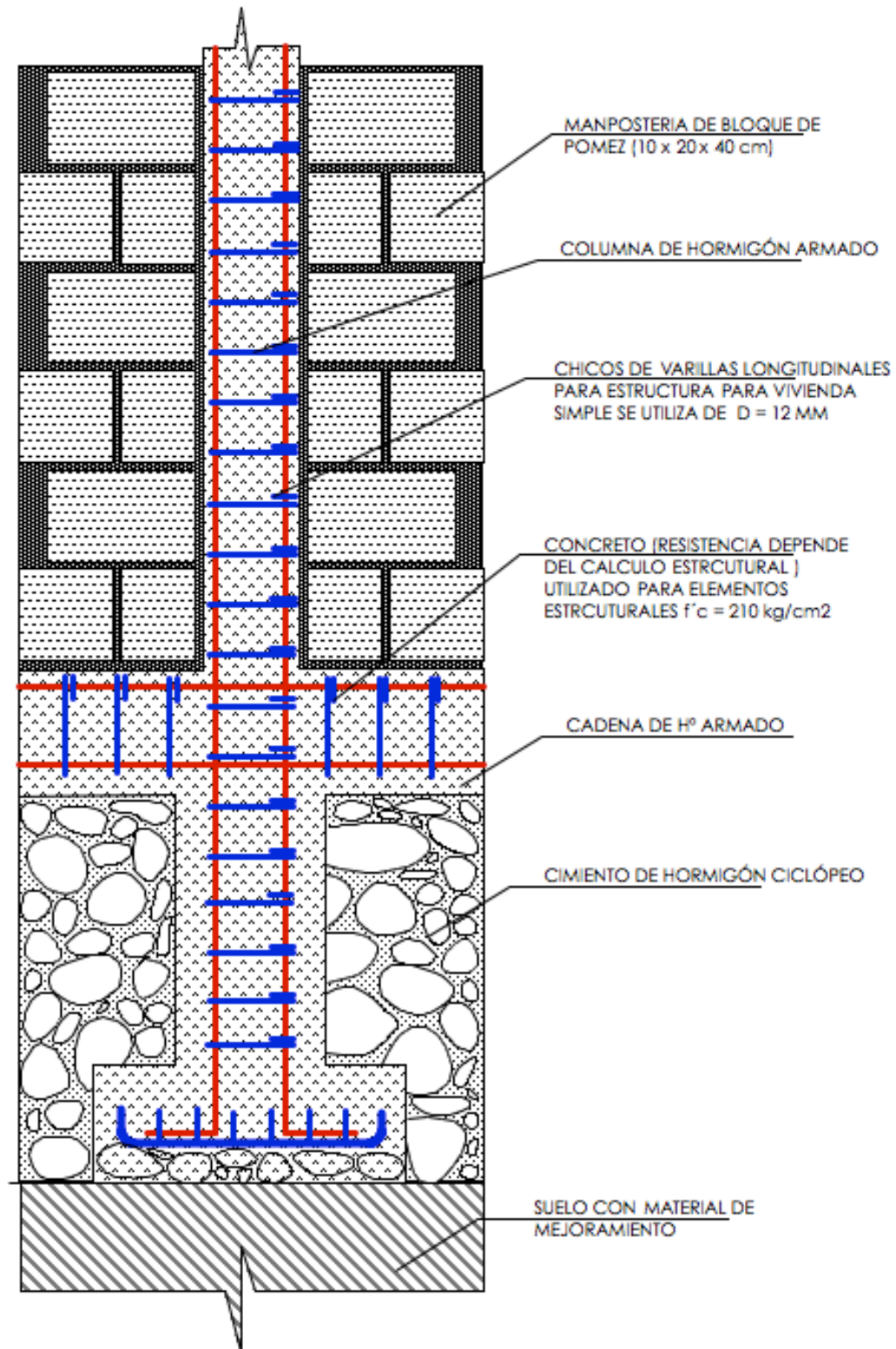
*Imagen N° 43:* Detalle constructivo de una mampostería de bloque de pómez 10x20x40 centímetros.



**Fuente:** Archivo gráfico de la ejecución de la obra: “Construcción de la primera etapa del bar y biblioteca de la Casa de los Tratados del Cantón Girón , Provincia del Azuay.

**Elaboración:** Digitalización y redibujo Juan José Larriva..

**Imagen N° 44:** Detalle constructivo de cimiento, cadena y viga metálica y armado con mampostería de bloque de pómez 10 x 20 x 40 centímetros.



**Fuente:** Archivo gráfico de la ejecución de la obra: "Construcción de la primera etapa del bar y biblioteca de la Casa de los Tratados del Cantón Girón, Provincia del Azuay.

**Elaboración:** Digitalización y redibujo Juan José Larriva.

## CAPITULO N° III

### **Planificación, seguimiento y control de la obra: Construcción de la primera etapa del bar y biblioteca de la “Casa de los Tratados” del Cantón Girón, provincia del Azuay.**

#### **1.- Información sobre como planificar una obra.**

La planificación de una obra, es un punto vital y de total análisis, la cual tiene que abarcar desde los temas más generales hasta los detalles más minuciosos, consiguiendo así que la realización de la misma sea llevada de la mejor manera con la menor cantidad de imprevistos e inconvenientes.

Para proceder con el inicio de la obra, es indispensable disponer de la documentación técnica completa y tener el total conocimiento de la misma, por todos los técnicos involucrados en su ejecución, dirección y control.

Como información técnica mínima, se entiende los planos arquitectónicos, estructurales, de instalaciones hidrosanitarias, eléctricas, telefónicas, otras especiales, estudio de suelos, memorias de diseño y especificaciones técnicas, documentación que permita al contratista y su personal, el cabal conocimiento de la obra a ejecutar y la que se genera durante la ejecución de la misma.

Materiales mínimos, planos, memorias y demás documentación técnica.

Equipo mínimo, equipo de dibujo y de medición en planos y en obra.

Personal técnico, el contratista, los profesionales colaboradores tales como: residente de obra, superintendente de obra, los profesionales de ingenierías, subcontratistas y maestros de obra.

Para una planificación integral y acertada del proyecto, es necesario realizarla en el emplazamiento del mismo, ya que todas las obras en el transcurso de la vida profesional van a ser únicas y diferentes entre ellas. Por lo general en las obras o proyectos contratados con entidades públicas se va a encontrar alguna junta parroquial, administrador, encargado, etc. Persona que va a ser de importante apoyo en cuestiones de contratación de personal, ubicación de lugar para estoquear materiales, ubicación de ferreterías, etc.

El Arquitecto o Ingeniero Civil residente de obra, se convierte en responsable directo de la planificación de la misma, dejando a su criterio y profesionalismo decisiones que a continuación se expondrán.

Como complemento del conocimiento de los documentos técnicos, el residente de obra debe conocer el terreno y verificar las características del mismo, ya que la falta de reconocimiento no lo releva de calcular adecuadamente el costo de las obras en el límite de tiempo acordado.

En el sitio de la obra se verificarán las siguientes características:

- Ubicación, condiciones topográficas y climatológicas.
- Características geológicas y de resistencia de suelos.
- Condiciones relativas al transporte, horarios permitidos y lugares de desalojo, disponibilidad de mano de obra, materiales, agua potable, drenaje de aguas y energía eléctrica.
- Condiciones especiales por normativas municipales, ubicaciones de cerramientos provisionales y demás requerimientos a cumplirse antes del inicio de las obras.
- Ubicaciones de obras previas como guardianía, bodegas, sitios para acopio de materiales, para acopio de escombros, servicios sanitarios provisionales para personal técnico y obreros, oficina de obra.
- Establecimiento del plan de revisión periódica de planos, memorias y especificaciones técnicas, debidamente aprobado por fiscalización.
- Establecimiento de los procedimientos, para solución de incongruencias con respecto a los documentos técnicos.
- Inicio del libro de obra, libro empastado y pre numerado (en original). El libro de obra tendrá al menos un original y una copia.

### **1.1.- Personal requerido.**

Se la conoce como la **CUADRILLA TIPO**, es la cantidad de trabajadores necesaria y apropiada con la que se planifica la realización de la obra, está depende muchas veces del cronograma de actividades planteado por el contratista o la manera de trabajar del mismo y el rendimiento del personal.

Es importante analizar el personal en base al rendimiento, de cada una de las categorías ocupacionales para la ejecución de los diferentes rubros.

En la contratación del personal se produjo el primer inconveniente de la planificación de la obra, ya que al estar emplazada en el cantón Girón, se encontró con una deficiente cantidad de albañiles y ayudantes de albañilería, viéndose la necesidad de contratar mano de obra en la ciudad de Cuenca.

Al trasladar personal a un lugar lejano del lugar de domicilio, se debe planificar un campamento, con la funcionalidad de abastecer de comida y alojamiento a los trabajadores por el tiempo de duración de la obra. Siendo estrictamente en el lugar del proyecto o lo más cercano al mismo, a que funcione también como bodega de maquinaria, lugar de estoqueo de material, oficina de campo, etc.

Debido a la migración del cantón Girón, para la obra solamente pudimos contar con peones del sector, que en su gran mayoría son menores de edad convirtiéndose en imposible la contratación de los mismos ya que el seguro social prohíbe el trabajo de quienes no hayan cumplido 18 años de edad.

**Tabla N° 6:** Cuadrilla base para la ejecución de la obra.

<b>CATEGORIAS OCUPACIONALES</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>NÚMERO DE TRABAJADORES</b>	<b>SUELDO UNIFICADO (\$ USD)</b>	<b>COSTO HORARIO (\$ USD X H)</b>
Estructura Ocupacional "E2"	PEÓN	4	363,74	3,18
Estructura Ocupacional "E2"	AYUDANTE DE ALBAÑIL	2	363,74	3,18
Estructura Ocupacional "E2"	ALBAÑIL	1	368,48	3,22
Estructura + Ocupacional "D2"	ENCOFRADOR, MAMPOSTERO	1	368,48	3,22
Estructura + Ocupacional "C1" GRUPO 1	OPERADOR DE EXCAVADORA Y MINI CARGADORA	1	389,93	3,39
CHOFERES PROFESIONALES	LICENCIA TIPO "E"	1	544,94	4,67

**Fuente:** Archivo de la ejecución de la obra: "Construcción de la primera etapa del bar y biblioteca de la Casa de los Tratados del Cantón Girón , Provincia del Azuay.

**Elaboración:** Juan José Larriva.

En este proyecto en especial el contratista es propietario de las maquinarias necesarias para la ejecución de la obra, con lo cual es necesario contar con el operador y el chofer profesional, a los cuales solamente se los tubo que notificar el cambio de lugar de trabajo, ya que son trabajadores permanentes, quienes tienen asignadas las maquinas y su uso, personas que llevan trabajando por algún tiempo, en trabajos similares con los conocimientos necesarios para alcanzar rendimientos óptimos.

Estando con el personal completo e instalado en el lugar de trabajo es necesario identificar la maquinaria con la que se va a trabajar, en caso de poder escoger, se debe movilizar los equipos que se encuentren en mejores condiciones mecánicas ya que la obra al estar situada a 35 minutos de la ciudad de Cuenca, y al estar lejos del campamento base (Cuenca), lo cual dificulta cualquier arreglo de las máquinas y más aún la movilización del mecánico encargado.

### **1.2.- Equipo asignado al proyecto.**

Todo el equipo sea este propio o alquilado con el que se planifica realizar la obra. Es necesario aclarar que existe equipo pesado y equipo liviano entre los que tenemos:

- Equipo pesado: excavadora de oruga, retroexcavadora, moto niveladora, tanquero, rodillo, tractor, volquetes, mini cargadora, etc.
- Equipo liviano: vibro apisonador o sapo, planchas compactadoras, concretara, compresor, moto sierra, etc.

En la mayoría de los procesos de menor cuantía se exige un mínimo de equipo propio del contratista para el proyecto y su ejecución, con lo cual es necesaria abalizar y dar a conocer los títulos de propiedad, facturas o matriculas M.O.P. de los equipos destinados para la obra.

En caso de que no se cuente con todo el equipo necesario para la ejecución del proyecto o el contratista, debe presentar los contratos de arrendamiento y alquiler de los mismos, a los diferentes establecimientos de alquiler de equipo, dichos contratos deben ser abalizados y aprobados para el desarrollo del proyecto que este caso en un proceso de menor cuantía.

**Tabla N° 7:** Equipo asignado a la obra.

<b>DETALLE DEL EQUIPO</b>	<b>FECHA DE FABRICACIÓN</b>	<b>ESTADO</b>	<b>PROPIETARIO ACTUAL</b>	<b>DOCUMENTO PRESENTADO</b>
CONCRETERA HONDA, MODELO 390	2007	MUY BUENO	ING. JUAN LARRIVA C.	TITULO DE PROPIEDAD
MOTO SIERRA, HUSKAVARNA	2001	MUY BUENO	ING. JUAN LARRIVA C.	FACTURA
RETROEXCAVADORA CATERPILLAR 446B	2006	MUY BUENO	ING. JUAN LARRIVA C.	MATRICULA M.O.P
MINI CARGADORA CATERPILLAR 246B	2000	MUY BUENO	ING. JUAN LARRIVA C.	MATRICULA M.O.P
VOLQUETE CHEVROLET KODIAK	2002	MUY BUENO	ING. JUAN LARRIVA C.	MATRICULA

**Fuente:** Archivo de la ejecución de la obra: “Construcción de la primera etapa del bar y biblioteca de la Casa de los Tratados del Cantón Girón , Provincia del Azuay.

**Elaboración:** Juan José Larriva.

El equipo con el que se planifica la realización de la obra siempre va a estar en función del personal solicitado para la misma, obteniendo así el mayor rendimiento tanto de la maquina como del personal que la opera.

### **1.3.- Relación personal - equipo.**

Es importante tener claro cuántas personas deben trabajar por cada máquina, debido a que si en su planificación se coloca un exceso de personal por maquina el rendimiento tanto de la persona como de la maquina van a bajar, aumentando el tiempo de ejecución del proyecto y encareciéndolo, ya que se va a cancelar un excedente en roles de mano de obra.

Al tener la obra en mención como ejemplo, tomando en cuenta los rubros más significativos de la misma, se ha relacionado hombre – máquina de la siguiente manera:

La concretara, va a trabajar con mínimo tres personas, dos peones y un ayudante de albañilería dispuestos de la siguiente manera: los dos peones van a estar llenando las parihuelas con los áridos y vertiendo en la olla de la concretara mientras que el ayudante de albañilería se encarga de vertir el cemento en la olla, más la cantidad de agua necesaria para un hormigón de acuerdo como desee el maestro albañil.

La moto sierra, va a trabajar con mínimo dos personas, un peón y un ayudante de albañilería dispuestos de la siguiente manera: el ayudante de albañilería se encarga de realizar los cortes señalados por el maestro albañil, mientras el peón sostiene la madera y pasa la pieza ya realizada el corte al maestro albañil para ser está colocada.

La retroexcavadora o mini cargadora, va a trabajar como mínimo con dos personas, el operador de la misma y un peón dispuestos de la siguiente manera: el operador se va a encargar de realizar las excavaciones dirigidas por el peón, que va a estar siempre frente a la maquina indicando dirección y profundidad de las zanjas.

El volquete, va a trabajar únicamente con su chofer pero siempre con las indicaciones del operador tanto de la retroexcavadora como de la mini cargadora.

### **1.4.- Cronograma valorado de actividades.**

Un cronograma de actividades se lo realiza fijando principalmente los rubros de mayor envergadura o costo, que por lo general necesitan de mayor tiempo para su ejecución.

Al realizar un cronograma de actividades es importante que en las primeras semanas se coloque un avance limitado de la obra, ya que no se sabe cómo va a ser el acoplamiento general tanto de las personas como de las maquinas involucradas en la misma.

Un cronograma se lo puede realizar semanalmente, quincenalmente o mensualmente, va a depender de lo solicitado por la entidad contratante.

En la obra tomada como ejemplo para este trabajo se relacionó rubros-tiempo de la siguiente manera:

**Tabla N° 8:** Cronograma valorado de trabajos para la obra.

A continuación se procede a adjuntar el presupuesto de la obra y el cronograma valorado para la ejecución del contrato de menor cuantía tomando en cuenta que mientras más corto es el intervalo de tiempo en un cronograma, es mejor, ya que nos permite obtener una proyección de trabajos - tiempos mucho más real.

<b>CRONOGRAMA VALORADO DE TRABAJO</b>										
<b>C Ó D I G O</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>P. UNITARIO</b>	<b>P. TOTAL</b>	<b>TIEMPO EN DÍAS</b>				
						<b>30 DÍAS</b>	<b>30 DÍAS</b>	<b>30 DÍAS</b>	<b>30 DÍAS</b>	<b>30 DÍAS</b>
	<b>OBRAS PRELIMINARES</b>				<b>533,61</b>					
501001	ARREGLO Y LIMPIEZA	m2	220	1,06	233,2	220,00				
						233,20				
502002	REPLANTEO Y NIVELACIÓN	m2	202	0,83	167,66	202,00				
						167,66				
501278	RÓTULO METÁLICO REFORZADO	gbl	1	132,75	132,75	1,00				
						132,75				
	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>				<b>3481,89</b>					
501309	EXCAVACIÓN A MANO EN ZANJA, SIN CLASIFICAR, PROFUNDIDAD 0-2M	m3	94,38	12,87	1214,67	94,38				
						1214,67				
501012	RELLENO COMPACTADO A MAQUINA CON MATERIAL DE MEJORAMIENTO	m3	58,2	21,15	1230,93	58,20				
						1230,93				
501004	DESALOJO DE MATERIAL CON VOLQUETE (INCLUYE CARGADO)	m3	94,38	10,98	1036,29	94,38				
						1036,29				
	<b>CIMENTACIÓN</b>				<b>6835,99</b>					
5010039	MAMPOSTERÍA DE PIEDRA CON MORTERO 1:3 (PARA CIMENTACIÓN)	m3	95	69,93	6643,35	47,50	47,50			
						3321,68	3321,68			
501337	ENCOFRADO RECTO DE MADERA	m2	28	6,88	192,64	14,00	14,00			
						96,32	96,32			
	<b>ESTRUCTURA DE HORMIGÓN</b>				<b>6616,97</b>					

5 0 1 0 1 8	REPLANTILLO DE PIEDRA DE 15 CM, EMPORADO CON GRAVA	m2	194	6,09	1181,46		194,00		
							1181,46		
5 0 1 0 1 3	ACERO DE REFUERZO, fy=4200 kg/cm2	kg	1004	1,77	1777,08		1004,00		
							1777,08		
5 0 1 3 3 7	ENCOFRADO RECTO DE MADERA	m2	35	6,88	240,8		35,00		
							240,80		
5 0 1 0 2 0	HORMIGÓN SIMPLE F'C=180KG/CM	m3	21,8	98,19	2140,54		21,80		
							2140,54		
5 0 1 2 9 0	MALLA ELECTRO SOLDADA TIPO ARMEX R 64	m2	202	1,95	393,9		202,00		
							393,90		
5 0 1 2 0 7	HORMIGÓN SIMPLE F'C=210KG/CM	m3	6,2	108,3	671,46		6,20		
							671,46		
5 0 1 0 6 9	ENCOFRADO DE LOSA PARA HORMIGÓN ARMADO	m2	31	6,83	211,73		31,00		
							211,73		
	<b>ESTRUCTURAS DE MADERA</b>				<b>5232,16</b>				
5 0 1 7 9 1	PIEZAS DE EUCALIPTO INMUNIZADO 16X16 CM L=2M	u	202	23,83	4813,66		101,00	101,00	
							2406,83	2406,83	
5 0 1 7 9 2	TRATAMIENTO PARA PROTECCIÓN DE LA MADERA	m2	150	2,79	418,5		75,00	75,00	
							209,25	209,25	
	<b>MAMPOSTERÍA</b>				<b>4760,1</b>				
5 0 1 2 3 3	MAMPOSTERÍA DE LADRILLO PANLÓN E= 15CM	m2	120	17,39	2086,8			120,00	
								2086,80	
5 0 1 7 9 3	MURO DE TAPIAL	m3	42	63,65	2673,3			42,00	
								2673,30	
	<b>CUBIERTA</b>				<b>17237,1</b>				
5 0 1 7 9 4	CUBIERTA DE MADERA (ESTRUCTURA)	m2	296	32,04	9483,84				296,00
									9483,84

5 0 1 0 8 3	CUMBRERO DE TEJA	m	25	7,5	187,5					25,00
										187,50
5 0 1 7 9 5	REVESTIMIENTO DE TEJA EN CUBIERTA (TAPA Y CANAL)	m2	296	25,56	7565,76					296,00
										7565,76
	<b>INSTALACIONES HIDRO SANITARIAS</b>				<b>1413,73</b>					
5 0 1 3 0 0	BAJANTE DE PVC-B D=110 MM DE PVC	m	45	13,74	618,3					45,00
										618,30
5 0 1 0 9 5	PROVISIÓN E INSTALACIÓN DE TUBERÍA SANITARIA DE 110 MM PVC	m	35	6,14	214,9	35,00				
						214,90				
5 0 1 0 9 4	PUNTO DE DESAGÜE PVC D= 110MM	u	5	41,47	207,35	5,00				
						207,35				
5 0 1 1 0 4	PUNTO DE SALIDA DE AGUA POTABLE	punto	6	24,22	145,32	6,00				
						145,32				
5 0 1 1 2 3	PUNTO DE DESAGÜE PVC D= 50 MM	u	6	18,07	108,42	6,00				
						108,42				
5 0 1 2 5 4	POZO DE REVISIÓN 60 X60 CM, INTERIOR ( INCLUYE EXCAVACIÓN)	u	2	59,72	119,44					2,00
										119,44
	<b>INSTALACIONES ELÉCTRICAS</b>				<b>315,98</b>					
5 0 1 3 0 2	TABLERO DE CONTROL 4 BREAKERS	u	1	126,18	126,18					1,00
										126,18
5 0 1 2 7 7	ACOMETIDA ELÉCTRICA, CABLE AWG # 10	m	20	3,67	73,4					20,00
										73,40
5 0 1 4 3 4	MANGUERA DE POLI TUBO, D=1"	m	60	1,94	116,4					60,00
										116,40
	<b>TOTAL</b>				<b>46427,54</b>					
<b>INVERSIÓN MENSUAL</b>						8109,49	12651,05	7376,18	1053,72	17237,10

<b>AVANCE PARCIAL EN %</b>	<b>17,47</b>	<b>27,25</b>	<b>15,89</b>	<b>2,27</b>	<b>37,13</b>
<b>INVERSIÓN ACUMULADA</b>	8109,49	20760,54	28136,72	29190,44	<b>46427,54</b>
<b>AVANCE ACUMULADO EN %</b>	17,47	44,72	60,60	62,87	<b>100,00</b>

**Fuente:** Archivo de la ejecución de la obra: “Construcción de la primera etapa del bar y biblioteca de la Casa de los Tratados del Cantón Girón , Provincia del Azuay.

**Elaboración:** Juan José Larriva.

### **1.5.- Formato del Libro de Obra.**

Aquel formato va a depender por lo general de la institución con la que se esté contratando, el mismo consta de cuatro secciones indispensables que son:

Encabezado: sección que contiene datos generales del proyecto, nombre, ubicación, institución que construye, nombre del contratista, nombre del fiscalizador del mismo.

Actividades y avance de obra: sección que contiene todas las actividades realizadas en el día, números de trabajadores, equipo y clima.

Recomendaciones de fiscalización: sección que contiene cualquier observación realizada por el fiscalizador asignado al proyecto.

Recomendaciones de contratista: sección que contiene observaciones, peticiones o solicitudes necesarias para el proyecto.

El libro de obra se completa en campo todos los días, el mismo necesariamente tiene que llevar la firma del contratista como del fiscalizador, ya que es el único texto que abaliza cualquier cambio o decisión tomada en el lugar de la obra por los interesados.

Cuenta con la hoja original y una copia, la misma que se debe adjuntar a la presentación de planillaje ya que es un requisito indispensable para el desembolso de los valores pendientes de pago.

### **1.6.- Formato del Historial Fotográfico.**

El historial fotográfico se lo desarrollo día a día en el proceso de la ejecución de la construcción, el objetivo del mismo es contar con un registro total de las diferentes etapas y del cumplimiento de los rubros estipulados en el proyecto.

Esta información de carácter gráfica y fotográfica es un documento de caracter indispensable , ya que permite tener un conocimiento de las diferentes etapas y del proceso desarrollado y es un elemento fundamental que debe ser adjuntado en la presentación de las planillas para la aprobación por parte de fiscalización y el posterior cobro de las planillas ejecutadas.

Para su presentación se realiza la descripción del rubro acompañado de la foto o fotos que abalicen su ejecución por etapas.

### **1.7.- Formato de Anexos gráficos.**

Son gráficos que justifican las cantidades reales ejecutadas en obra, los mismos deben ser lo más explicativos posibles. Debe presentarse completamente acotados para que por cualquier razón si existe alguna duda o inconformidad de cantidades, puedan valerse de dichos anexos para ser comprobadas inmediatamente.

Los anexos gráficos son indispensables en la presentación de las planillas.

### **1.8.- Requisitos del planillaje.**

**FACTURA:** Es aquel documento que el profesional contratista necesita presentar a la entidad contratante con el valor de la planilla para que esta sea cancelada.

**PLANILLA MENSUAL DE AVANCE DE OBRA O SABANA:** Es el detalle general de actividades y valores a cobrarse realizados en el mes. En dicho detalle encontramos:

- Valor a cobrar por cada rubro ejecutado.
- Porcentaje de avance de obra total y parcial por rubro.
- Valor total de la planilla mensual.
- Descuento del anticipo.
- Multas.
- Valor a cobrar.

Por lo general las entidades públicas descuentan el 50% del valor planillado mensual, hasta devengar el 100% del anticipo. Es decir hasta descontar la totalidad del anticipo se cobrara solo el 50% de la planilla para seguir avanzando con el objeto del contrato.

**Anexos gráficos:** Es el detalle de las cantidades ejecutadas por medio de gráficos, se realiza un detalle grafico por cada rubro el mismo que justifique la cantidad representada a cobrarse en la planilla.

**Historial fotográfico:** Es el detalle de las cantidades ejecutadas por medio de fotos, se realiza un detalle fotográfico por cada rubro ejecutado a cobrarse en la planilla.

**Libro de obra:** Es aquel documento que abaliza las actividades desarrolladas día a día en la obra, es indispensable que sea firmado por el fiscalizador del proyecto.

**Comprobante de pago al seguro social:** Es aquel documento emitido por el Instituto Ecuatoriano De Seguridad Social en el que certifica que el contratista no registra mora patronal con el I.E.S.S. se debe adjuntar el comprobante de pago de dicho documento.

### **1.9.- Pasos para presentar Planillas.**

Una vez cumplido con los requisitos para la presentación de una planilla se debe seguir los siguientes pasos:

- Se debe presentar la planilla máximo en los primeros 5 días laborables del mes.
- Se presenta la planilla completa para que sea revisada por fiscalización mediante oficio. Él fiscalizador tiene 3 días laborables para revisar y exigir cualquier cambio tanto de forma o cantidad.
- En caso de que existiera correcciones en la planilla el contratista tiene 3 días laborables para realizarlos y entregar nuevamente a fiscalización.
- Una vez realizadas las correcciones fiscalización revisa y solicita que se presente nuevamente con dos copias integrales.
- Se entrega a fiscalización para que se continúe con los trámites internos de la entidad contratante pertinentes para proceder con el pago de la planilla presentada.
- La planilla presentada debe ser cancelada por la entidad contratante máximo en los 15 días posteriores a su aprobación.

**Nota:** *Cualquier incumplimiento en plazos, tiempos o cumplimiento de cronograma por parte del contratista serán sujetos a multas, ya impuestas en el contrato.*

### **1.10.- Información sobre el seguimiento de obra.**

Dentro de la obra tomada como ejemplo para dicho trabajo, el seguimiento se lo ha realizado desde la salida del proyecto al portal de compras públicas, sin embargo, seguimiento se lo denomina al trabajo realizado día a día en la obra. Controlar personal, analizar rendimientos, llevar el libro de obra, obtener un historial fotográfico consistente, optimización de materiales, cumplimiento de cronograma de actividades.

### **1.11.- Metodología y disposición de mano de obra y maquinaria necesaria para la ejecución de cada uno de los rubros.**

Una vez notificada la transferencia del anticipo por parte de la entidad contratante, con todo el equipo y personal obrero listo, posterior a la coordinación de actividades con fiscalización se comenzó con la construcción de la obra.

**Arreglo y limpieza:** Se ejecutó con facilidad ya que se empleó la mini cargadora, la cual removió la capa vegetal y desalojó de inmediato dicho material, se completó el trabajo con

dos peones para la tala de árboles y limpieza en los lugares donde la mini cargadora no tenía acceso.

**Replanteo y nivelación:** Se ejecutó con el albañil, dos ayudantes de albañil y los cuatro peones, dispuestos de la siguiente manera, el maestro albañil identifica un punto de inicio o referencia de acuerdo a planos entregados, los ayudantes de albañil tiemplan la piola para que el albañil defina escuadras entre los ejes verticales y horizontales de la edificación, mientras que divididos de 2 en 2 los peones arman caballetes para fijar los puntos definitivos de ejes.

**Excavación de zanja, sin clasificar, profundidad 0-2m:** Se lo ejecutó con la retroexcavadora y un peón, el mismo que va verificando anchos y profundidades dispuestas en planos.

**Desalojo de material con volquete:** La retroexcavadora excava y carga en el volquete a la vez, ya que en espacios reducidos lo menos recomendable es amontonar materiales que son inutilizables, logrando así disponer del área total para la obra y obteniendo un rendimiento óptimo de la maquinaria.

**Relleno compactado con material de mejoramiento:** Del lugar de estoqueo del material de mejoramiento se trasladado a las zanjas con la mini cargadora, una vez descargado el material un peón se encarga de extender el material y dejar las capas los más parejas posibles, posteriormente dos peones con los vibro apisonadores comienzan la compactación, la misma que se la realiza en capas máximo de 30 centímetros. Es recomendable que el material de mejoramiento se encuentre con cierto grado de humedad para alcanzar la compactación requerida en un menor tiempo de trabajo.

**Mampostería de piedra con mortero 1:3 para cimentación:** Se ejecutó con toda la cuadrilla dispuesta de la siguiente manera, la mini cargadora traslada la piedra del lugar de estoqueo al borde de la zanja requerida por el albañil, un ayudante de albañil con dos peones comienzan con la preparación del mortero, dos peones más trasladan el mortero del lugar de preparación a la zanja donde un ayudante de albañilería extiende el mortero a que el albañil disponga las piedras de la mejor manera.

**Encofrado recto de madera:** Se ejecutó con toda la cuadrilla dispuesta de la siguiente manera, un ayudante de albañil con dos peones arman los tableros de encofrado, otros dos peones se encargan de la fabricación de estacas y trabillas para la fijación de dichos tableros, el albañil y otro ayudante de albañilería de encargar de ir ubicando, asegurando y dejando listo para la fundición el encofrado.

**Acero de refuerzo,  $F_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$ :** Se ejecutó con toda la cuadrilla dispuesta de la siguiente manera, un peón comienza con el corte del hierro en varilla, dos ayudantes de albañilería doblan el hierro cortado para estribos, dos peones adicionales amarran los estribos en las varillas formando las vigas y columnas necesarias en la obra, por último el albañil con un peón colocan las vigas y columnas ya fabricadas en el encofrado para posteriormente fundir.

**Replanto de piedra de 15 cm, emporado con grava:** Del lugar de estoqueo de la piedra se trasladado con la mini cargadora, una vez descargado el material en el borde del área a replantillarse, un peón pasa la piedra escogida por el maestro albañil, quien se encarga de colocar la piedra en el lugar necesario, chequear niveles y dejar lo más parejo posible el replantillo, en áreas extensas se realizó con dos peones, un ayudante de albañil y un maestro albañil dispuestos cada uno en bordes opuestos ejecutando una mayor área en tiempos menores. Posteriormente la mini cargadora traslado la grava para comenzar con el emporado donde un ayudante de albañil y un peón extienden dicho material pétreo cubriendo cualquier hueco dejado por la piedras, comprueban niveles dejando listo para la colocación de la malla electro soldada.

**Malla electro soldada tipo armex r 64:** Se ejecutó con dos ayudantes de albañil y dos peones, los ayudantes de albañil disponen la malla en las áreas necesarias dejando los traslapes recomendados y los peones amarran entre malla y malla con alambre de amarre.

**Hormigón simple  $f'c=210\text{kg/cm}$ :** Se ejecutó con toda la cuadrilla dispuesta de la siguiente manera, dos peones llenan las parihuelas con el material pétreo (arena, grava) y vierten en la olla de la concreteira, un ayudante de albañil vierte el cemento y el agua para terminar con la preparación del hormigón, es trasladado con la mini cargadora hasta el área de fundición donde se encuentran dos peones quienes extienden el hormigón para que el ayudante de albañil y el maestro albañil que codaleen, verifiquen los niveles y pendientes de la loza.

**Mampostería de ladrillo panelón  $e = 15\text{cm}$ :** Se ejecutó con toda la cuadrilla dispuesta de la siguiente manera, dos peones preparan el mortero, dos peones cortan los hierros para los dinteles y trasladan los ladrillos hasta las paredes dispuestas a cada ayudante de albañil y maestro albañil quienes son los encargados de levantar las paredes, verificar plomos, niveles, vanos o boquetes para ventanas y puertas.

**Muro de tapial:** Se ejecutó con toda la cuadrilla dispuesta de la siguiente manera, el encofrador con un peón se encargan de realizar los cofres, dos ayudantes de albañil ubican los cofres donde van a ser rellenos con tapial, dos peones se encargan de la preparación del tapial, un peón traslada el tapial del lugar de preparación al lugar de colocación, el maestro vierte el tapial en el encofrado y se encarga de la compactación del mismo en el cofre.

### **1.12.- Libro de Obra Diario.**

Abarca todas las actividades, estado de clima, cambios, incrementos, disposiciones de fiscalización, solicitudes de contratista

Es firmado por el residente de obra y por la fiscalización día a día, indispensable que se encuentre siempre en la oficina de campo o lugar de la obra.

### **1.13.- Historial Fotográfico de la Obra.**

Se adjunta el detalle del historial fotográfico de la obra realizada en la construcción de la primera etapa del bar y biblioteca de la “Casa de los Tratados del Cantón Girón”, ubicado en la provincia del Azuay.

La primera aproximación al terreno en donde se ejecutara se realiza entre el constructor con la presencia del Residente de obra, para iniciar con el proceso constructivo, esta primera inspección permite verificar el estado del terreno así como determinar de manera clara las herramientas y equipos necesarios para iniciar la obra, así como el constructor determina si en el inicio de la obra será necesario contar con toda la cuadrilla de trabajo o con una parte de la misma.

En la inspección realizada se pudo determinar que era imprescindible la movilización de las maquinarias para iniciar con el desbroce del terreno, a ser una construcción en un terreno en el cual esta emplazada una edificación patrimonial y la presencia de un cerramiento perimetral no era necesario la construcción de un cerramiento perimetral, así como este rubro no estaba considerado dentro del presupuesto del mismo, así como tampoco se considero la construcción de una oficina provisional ya que dentro de la edificación patrimonial se destino un espacio para la oficina de residencia y fiscalización.

**Foto N° 13:** Terreno estado natural previo al trazado y la ejecución de la obra.



**Fuente:** Archivo fotográfico de la ejecución de la obra: “Construcción de la primera etapa del bar y biblioteca de la Casa de los Tratados del Cantón Girón”, Provincia del Azuay.

**Elaboración:** Juan José Larriva.

En la segunda etapa se inicio con el desarrollo de la limpieza y desbroce del terreno con el retiro y la eliminacion de elementos extraños existentes dentro del terreno se adjunta la fotografía en donde se pude evidenciar que el área en donde se intervendria estaba llena de maleza y basura.

**Foto N° 14:** Limpieza y desbroce del terreno.



**Fuente:** Archivo fotográfico de la ejecución de la obra: “Construcción de la primera etapa del bar y biblioteca de la Casa de los Tratados del Cantón Girón , Provincia del Azuay.

**Elaboración:** Juan José Larriva.

Se inicio con el retiro de los escombros y la capa vegetal en el area en donde se emplazaria la nueva construccion propuesta, mediante el uso de maquina menor como es el bobcat debido al emplazamiento de la construccion en la parte posterior de la casa patrimonial de la Casa de los tratados, con lo cual se preveia evitar mayores problemas e impactos con la construccion existente.

Es necesario dar a conocer que por las ubicación del terreno y las dimensiones de las vias aledañas al terreno se debio considerar el uso de volqueta de dimensiones apropiadas, lo que desemboco en el uso de volquetas entre 4m<sup>3</sup> y maximo 6 m<sup>3</sup> de capacidad para el desalojo de los materiales en especial de toda materia extraña como son arbustos, basura , hierba entre otros.

**Foto N° 15:** Desalojo de escombros y de capa vegetal para iniciar con la obra.



Se procedió con el replanteo de la obra y el trazado de los diferentes ejes que conforman la nueva construcción, lo cual nos permitió determinar de manera clara la distribución y zonas que conforman la nueva construcción, este trazado se sustentó en la utilización de los planos arquitectónicos del proyecto documento realizado por el Arq. Cesar Piedra Landivar, consultor encargado del diseño del proyecto.

A continuación se procedió a realizar la excavación de los cimientos de la construcción propuesta tomando en cuenta la misma se realizó a mano, debido a la cercanía con la construcción patrimonial existente, para evitar un posible deterioro de la misma, debido a la vibración que podría ocasionar el uso del Bob cat, este rubro estaba considerado dentro del presupuesto aprobado.

Ante lo cual era necesario considerar que la cuadrilla tipo era necesaria en la obra para un adecuado desenvolvimiento y mejorar el rendimiento en la ejecución de este rubro, se procedió con la ejecución tomando en cuenta que era necesario iniciar por las áreas cercanas a la construcción existente.

En este caso este rubro considera la toma de medidas tanto en ancho, largo y profundidad lo cual estaba a cargo del residente de obra, información importante para la ejecución y desarrollo de la planilla, con lo cual esta información se realiza con toma de medidas al finalizar el día, lo que primero permitía conocer el avance de la obra y el rendimiento de la cuadrilla de trabajo, el levantamiento de información se realizó entre el maestro principal de la obra y el residente de la misma.

**Foto N° 16:** Excavación de cimiento.



**Fuente:** Archivo fotográfico de la ejecución de la obra: “Construcción de la primera etapa del bar y biblioteca de la Casa de los Tratados del Cantón Girón , Provincia del Azuay.

**Elaboración:** Juan José Larriva.

Es importante dar a conocer que para la excavación de cimientos fue necesario la utilización de maquinaria pesada, primero debido a las consideraciones del proyecto, en relación a las dimensiones y profundidad de los cimientos requeridos de acuerdo a las características arquitectónicas del proyecto, así como para la generación de las obras adicionales como son las de infraestructura y saneamiento.

Este rubro estaba considerado dentro del presupuesto general de la obra, en donde el residente debe tener en cuenta dos consideraciones el volumen de material a ser removido así como por que en obra se debe verificar las condiciones mecánicas del suelo buscando que los lugares en donde se emplazara la cimentación de la nueva edificación tenga la dureza aceptable del terreno, además que el residente debe llevar el control adecuado en cuanto a volúmenes desalojados en las volquetas y cantidad de viajes, así como el tiempo de trabajo de las máquinas, que aunque en este caso las máquinas son del contratista es necesario determinar el rendimiento de la máquina y en especial de los operarios, ya toda consideración de tiempo en la ejecución debe ser de pleno conocimiento del constructor, ya sea el caso para determinar el avance apropiado o lento en la ejecución de la obra.

**Foto N° 17:** Excavación a maquina de cimentación de obra.



**Foto N° 18:** Excavación manual profunda para cimentación de obra.



**Fuente:** Archivo fotográfico de la ejecución de la obra: “Construcción de la primera etapa del bar y biblioteca de la Casa de los Tratados del Cantón Girón , Provincia del Azuay.

**Elaboración:** Juan José Larriva.

En el desarrollo del proyecto en lo referente a la instalación de las redes de infraestructura, se pudo determinar que el terreno presentaba problemas de humedad en las capas interiores del terreno, presentando problemas de agua subterránea con lo cual por decisión de fiscalización y en coordinación con el constructor se procedió a ejecutar la colocación de dren perimetral con la instalación de una cama inferior con grava que forma parte de un sub dren para mejorar la calidad del terreno, como residente de obra se pudo verificar que este rubro no esta considerado dentro del presupuesto con lo cual se procedió a medir y cuantificar el volumen de material a utilizar en este caso: la excavación del terreno en una profundidad de 1,00 metros la instalación y colocación de una cama grava con un espesor de 15 centímetros, y dejando una profundidad de 80 centímetros como mínimo en donde se implantaría y colocara un tubo de p.v.c. de 140 milímetros el cual estará perforado en toda su parte superior que permitirá recoger todo el agua existente y su posterior sellado con otra cama de ripio hasta que le tubo de pvc quede completamente cubierto por el material hasta una altura de 20 centímetros.

En esta etapa de la ejecución de la obra mis conocimientos fueron ampliados ya que pude conocer lo que era realizar un sub dren en un terreno entendiendo cual es su función: “el uso del drenaje y el sub drenaje es un método de remediación y prevención utilizado muy frecuente que permite la estabilización de un terreno, controlando el agua tanto superficial como subterránea”... (Suarez Jaime; Técnicas de Remediación; 1991; pp.47).

**Foto N° 19:** Colocación de cama inferior de sub dren con la colocación de grava en una altura de 15 cm.



**Fuente:** Archivo fotográfico de la ejecución de la obra: “Construcción de la primera etapa del bar y biblioteca de la Casa de los Tratados del Cantón Girón, Provincia del Azuay.”  
**Elaboración:** Juan José Larriva.

**Foto N° 20:** Instalación y tendido de la tubería perforada en la parte superior de 140 milímetros de pvc para subdrén.



**Fuente:** Archivo fotográfico de la ejecución de la obra: “Construcción de la primera etapa del bar y biblioteca de la Casa de los Tratados del Cantón Girón , Provincia del Azuay.

**Elaboración:** Juan José Larriva.

**Foto N° 21:** Colocación de la cama superior de grava en una altura de 20 centímetros en subdrén.



**Fuente:** Archivo fotográfico de la ejecución de la obra: “Construcción de la primera etapa del bar y biblioteca de la Casa de los Tratados del Cantón Girón , Provincia del Azuay.

**Elaboración:** Juan José Larriva.

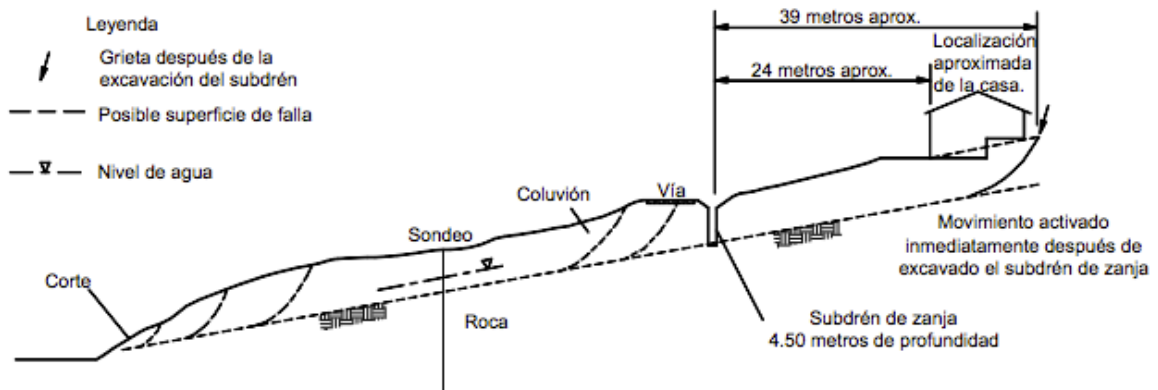
**Foto N° 22:** Sellado de subdrén con grava en una altura de 20 centímetros.



**Fuente:** Archivo fotográfico de la ejecución de la obra: “Construcción de la primera etapa del bar y biblioteca de la Casa de los Tratados del Cantón Girón , Provincia del Azuay.

**Elaboración:** Juan José Larriva.

**Imagen N° 45:** Esquema de un deslizamiento activado al realizar la excavación para un subdrén . (Conforth 2005).

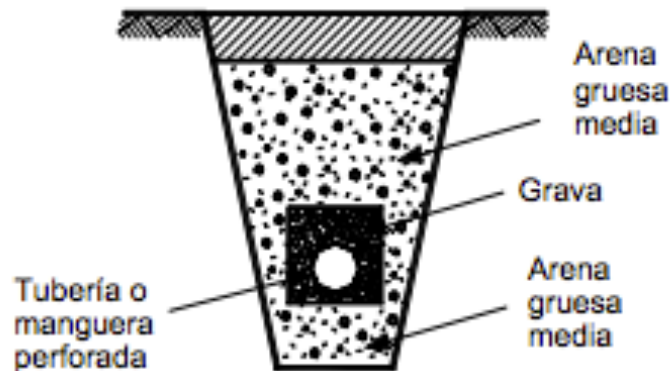


**Fuente:** Obras de drenaje y subdrenaje; Deslizamiento: Técnicas de Remediación, Suarez Jaime; www. Erosion.com.co.

**Elaboración:** Información recopilada por Juan José Larriva, autor del Trabajo de Investigación.

Es importante dar a conocer que mientras se desarrollaba la instalación de la tubería del subdrén la misma mostraba la eficacia de la instalación, ya que se comenzó a mostrar su funcionamiento, recolectando toda el agua subterránea.

Debido a la cantidad de agua recolectada mediante el subdren, la fiscalización en conjunto con el constructor determinaron cambiar la pendiente de la tubería instalada por el volumen de agua y para la construcción de los pozos de revisión y desarenadores en dos tramos, primero para manejar el flujo de agua recolectada y segundo para evitar que la tubería colapsara.



**Foto N° 23 y N° 24:** Presencia de aguas subterráneas que justifican la instalación de un subdren, evacuación de las aguas subterráneas con lo cual se da su justificación para su instalación.



**Fuente:** Archivo fotográfico de la ejecución de la obra: “Construcción de la primera etapa del bar y biblioteca de la Casa de los Tratados del Cantón Girón , Provincia del Azuay.

**Elaboración:** Juan José Larriva.

**Foto N° 25:** Cambio de pendiente o salto en el tendido de tubería para sub dren.



**Foto N° 26:** Excavación y desalojos adicionales para sub dren.



**Fuente:** Archivo fotográfico de la ejecución de la obra: “Construcción de la primera etapa del bar y biblioteca de la Casa de los Tratados del Cantón Girón , Provincia del Azuay.

**Elaboración:** Juan José Larriva.

**Foto N° 27:** Relleno con material de mejoramiento capa mínima de 50 centímetros compactada.



**Foto N° 28:** Compactado del material de mejoramiento hasta el nivel del terreno.



**Fuente:** Archivo fotográfico de la ejecución de la obra: “Construcción de la primera etapa del bar y biblioteca de la Casa de los Tratados del Cantón Girón , Provincia del Azuay.

**Elaboración:** Juan José Larriva.

**Foto N° 29:** Excavación de cimiento de 0,50 centímetros de ancho x 1,20 centímetros de profundidad.



**Foto N° 30:** Desalajo de material saturado por aguas subterráneas.



**Fuente:** Archivo fotográfico de la ejecución de la obra: “Construcción de la primera etapa del bar y biblioteca de la Casa de los Tratados del Cantón Girón , Provincia del Azuay.

**Elaboración:** Juan José Larriva.

Para continuar con la construcción del proyecto, luego de que se realizo las obras de mitigación del terreno para evacuar el exceso de humedad y saturación de agua subterránea, se procedió con la compactación del terreno con el uso de material de mejoramiento, con lo cual se obtuvo un terreno con la consistencia y fortaleza para el emplazamiento de la cimentación en piedra de canto rodado de 0,80 centímetros de ancho, 1,00 metro de profundidad.

En la ejecución de esta etapa se procedió a la utilización de cofres de madera armados en sitio que nos permitirán armar el sobre cimiento necesario por el tipo de construcción y los materiales con los cuales será realizado, ya que dentro del diseño y la programación arquitectónica la mayoría de paredes independientes a la estructura serán de tapial, motivo por el cual es necesario realizar el sobre cimiento para proteger al muro de la humedad por capilariedad.

**Foto N° 31:** Colocación de piedra de canto rodado para cimiento.



**Fuente:** Archivo fotográfico de la ejecución de la obra: “Construcción de la primera etapa del bar y biblioteca de la Casa de los Tratados del Cantón Girón, Provincia del Azuay.”  
**Elaboración:** Juan José Larriva

**Foto N° 32:** Encofrado recto de madera de 30 centímetros para el cimiento y sobre cimiento de la nueva edificación.



**Fuente:** Archivo fotográfico de la ejecución de la obra: “Construcción de la primera etapa del bar y biblioteca de la Casa de los Tratados del Cantón Girón , Provincia del Azuay.

**Elaboración:** Juan José Larriva.

Mientras se ejecutaba la construcción de los cimientos , se procedió con la excavación para las tuberías de la red de aguas lluvias, que de acuerdo al presupuesto existente, se determinaba de manera específica la instalación y tendido de tuberías con la colocación de tuberías de pvc de 110 milímetros, así como la construcción de los pozos de revisión del sistema de aguas lluvias.

Al revisar la documentación existente dentro del proyecto se encontraba determinado de manera clara las dimensiones de los pozos de revisión de 60 x 60 centímetros con una profundidad mínima de 0,60 centímetros este rubro determinaba las dimensiones apropiadas del pozo, así como los materiales con los cuales debía ser construidos, con lo cual el residente de obra debe conocer toda la documentación de un proyecto, primero para apoyar en la correcta ejecución del mismo, así como para poder tomar nota de las dimensiones, materiales, mano de obra y tiempo de ejecución en la realización de cada elementos y rubro.

**Foto N° 33:** Excavación para instalación de red de aguas lluvias.



**Foto N° 34:** Tendido de Tubería de pvc de 110 mm para desagüe de aguas lluvias.



**Fuente:** Archivo fotográfico de la ejecución de la obra: “Construcción de la primera etapa del bar y biblioteca de la Casa de los Tratados del Cantón Girón , Provincia del Azuay.

**Elaboración:** Juan José Larriva.

**Foto N° 35:** Instalación y relleno con mampostería de piedra para sobre cimient.



**Foto N° 36:** Relleno con mampostería de piedra sobre cimient , fundición de sobre cimient.



**Fuente:** Archivo fotográfico de la ejecución de la obra: “Construcción de la primera etapa del bar y biblioteca de la Casa de los Tratados del Cantón Girón , Provincia del Azuay.

**Elaboración:** Juan José Larriva.

**Foto N° 37:** Excavación de cimiento de 40 centímetros de ancho por 90 centímetros de profundidad



**Foto N° 38:** Desalajo con bobcat de material producto de la excavación de cimientos.



**Fuente:** Archivo fotográfico de la ejecución de la obra: “Construcción de la primera etapa del bar y biblioteca de la Casa de los Tratados del Cantón Girón , Provincia del Azuay.

**Elaboración:** Juan José Larriva.

**Foto N° 39:** Relleno con mampostería de piedra de canto rodado para cimiento.



**Foto N° 40:** Encofrado recto de 30 centímetros de cimiento y 30 centímetros de sobre cimiento.



**Fuente:** Archivo fotográfico de la ejecución de la obra: “Construcción de la primera etapa del bar y biblioteca de la Casa de los Tratados del Cantón Girón , Provincia del Azuay.

**Elaboración:** Juan José Larriva.

**Foto N° 41:** Relleno con mampostería de piedra sobre cemento.



**Foto N° 42:** Excavación para red de aguas servidas.



**Fuente:** Archivo fotográfico de la ejecución de la obra: “Construcción de la primera etapa del bar y biblioteca de la Casa de los Tratados del Cantón Girón , Provincia del Azuay.

**Elaboración:** Juan José Larriva.

**Foto N° 43:** Tendido de tubería de pvc de 110 milímetros para desagüe.



**Foto N° 44:** Relleno compactado con material de mejoramiento en capa de 30 centímetros.



**Fuente:** Archivo fotográfico de la ejecución de la obra: “Construcción de la primera etapa del bar y biblioteca de la Casa de los Tratados del Cantón Girón , Provincia del Azuay.

**Elaboración:** Juan José Larriva.

**Foto N° 45:** Replanto de piedra de río para la construcción de los pozos de revisión.



**Foto N° 46:** Armado de pozos de revisión, dimensiones 0,60 x 0,60 x 0,60 centímetros.



**Fuente:** Archivo fotográfico de la ejecución de la obra: “Construcción de la primera etapa del bar y biblioteca de la Casa de los Tratados del Cantón Girón , Provincia del Azuay.

**Elaboración:** Juan José Larriva.

Luego de la ejecución y construcción de las cadenas perimetrales en este caso realizadas en piedra a manera de sobrecimiento, es necesario mejorar la calidad de tierra interior a las cadenas y sobrecimiento, con lo cual se procedió a la colocación de material de mejoramiento que de acuerdo al diseño arquitectónico y lo que dispuso fiscalización se procedió a compactar hasta llegar a nivel el terreno con las cadenas perimetrales.

Este material de mejoramiento fue instalado por capas, y compactado por etapas para llegar a mejorar la capacidad de soporte del suelo, para evitar y reducir problemas de asentamientos del terreno y reducir la permeabilidad del suelo, evitando el escurrimiento y la penetración del agua.

**Foto N° 47:** Colocación de material de mejoramiento entre cadenas en planta baja.



**Fuente:** Archivo fotográfico de la ejecución de la obra: “Construcción de la primera etapa del bar y biblioteca de la Casa de los Tratados del Cantón Girón , Provincia del Azuay.

**Elaboración:** Juan José Larriva.

Debido a que por mi condición de residente de obra y al estar en la misma pregunte por las ventajas de la compactación en la construcción de la nueva edificación a lo cual la respuesta tanto de fiscalización como por el contratista fue que el tipo de compactación es por vibración controlada al usar una plancha en este caso.

**Foto N° 48:** Compactación de material de mejoramiento a nivel = +/- 000



**Fuente:** Archivo fotográfico de la ejecución de la obra: “Construcción de la primera etapa del bar y biblioteca de la Casa de los Tratados del Cantón Girón , Provincia del Azuay.

**Elaboración:** Juan José Larriva.

Luego de la compactación del área de construcción se procedió con la instalación y armado de las cadenas de hierro respetando el diseño estructural existente, las cuales serán asentadas sobre el sobrecimiento, respetando el cálculo estructural y el diseño arquitectónico, tomando en cuenta que la “cadena tiene una función estructural, la cual es traspasar los esfuerzos de vigas, muros y sobre todo la misión es aportar con la estabilidad del conjunto”; es importante realizar una observación que se pudo verificar en obra es que la instalación de los estribos que deben respetar las distancias entre los mismos y que al acercarse a los cambios de dirección es decir esquinas o uniones con otro elemento constructivos los estribos debían estar armados de tal manera que las “orejas” sean instaladas hacia la parte superior de la misma, debido a una consideración de fiscalización en donde los momentos de flexión son mayores en los extremos tanto de una cada como de una viga.

**Foto N° 49:** Armado y colocación de cadenas de amarra de hierro de acuerdo al cálculo estructural del proyecto instalada sobre cimiento a nivel = +/- 000.



**Foto N° 50:** Armado y colocación de cadenas de hierro.



**Fuente:** Archivo fotográfico de la ejecución de la obra: “Construcción de la primera etapa del bar y biblioteca de la Casa de los Tratados del Cantón Girón , Provincia del Azuay.

**Elaboración:** Juan José Larriva.

**Foto N° 51:** Encofrado recto para fundición de cadenas de hierro a nivel = +/- 0,00



**Foto N° 52:** Encofrado recto para cadenas de hierro a nivel = +/- 0,00.



**Fuente:** Archivo fotográfico de la ejecución de la obra: “Construcción de la primera etapa del bar y biblioteca de la Casa de los Tratados del Cantón Girón , Provincia del Azuay.

**Elaboración:** Juan José Larriva.

**Foto N° 53:** Fundición de cadenas con hormigón de 210 kg/cm<sup>2</sup>.



**Foto N° 54:** Instalación y Replanto de piedra de río de 15 centímetros entre cadenas de nivel = +/- 0,00.



**Fuente:** Archivo fotográfico de la ejecución de la obra: “Construcción de la primera etapa del bar y biblioteca de la Casa de los Tratados del Cantón Girón , Provincia del Azuay.

**Elaboración:** Juan José Larriva.

**Foto N° 55:** Replanto de piedra de río espesor 15 centímetros emporado con grava.



**Foto N° 56 – Foto N° 57:** Colocación de malla electrosoldada tipo Armex R-64, sobre replantillo emporado.



**Fuente:** Archivo fotográfico de la ejecución de la obra: “Construcción de la primera etapa del bar y biblioteca de la Casa de los Tratados del Cantón Girón , Provincia del Azuay.

**Elaboración:** Juan José Larriva.

**Foto N° 58:** Fundición de chapa de compresión de 5 centímetros de espesor, piso a nivel = +/- 0,00



**Foto N° 59:** Chapa de compresión fundida por paños, con hormigón de 210 kg/cm<sup>2</sup>.



**Fuente:** Archivo fotográfico de la ejecución de la obra: “Construcción de la primera etapa del bar y biblioteca de la Casa de los Tratados del Cantón Girón , Provincia del Azuay.

**Elaboración:** Juan José Larriva.

**Foto N° 60 – Foto N° 61:** Armado de columnas de madera de 16 x 16 centímetros, vista general de columnas.



**Foto N° 62:** Encofrado de madera para mampostería de tapial.



**Fuente:** Archivo fotográfico de la ejecución de la obra: “Construcción de la primera etapa del bar y biblioteca de la Casa de los Tratados del Cantón Girón , Provincia del Azuay.

**Elaboración:** Juan José Larriva.

**Foto N° 63:** Preparación de materiales para paredes de tapial.



**Foto N° 64:** Mampostería de tapial que cubren las columnas de madera. 16 x 16 centímetros.



**Fuente:** Archivo fotográfico de la ejecución de la obra: “Construcción de la primera etapa del bar y biblioteca de la Casa de los Tratados del Cantón Girón , Provincia del Azuay.

**Elaboración:** Juan José Larriva.

**Foto N° 65:** Detalle constructivo de columna, recubrimiento de pared de tapial y mampostería de bloque de pómez 10 x 20 x 40 centímetros.



**Foto N° 66:** Chicotes de hierro para mampostería de ladrillo.



**Fuente:** Archivo fotográfico de la ejecución de la obra: “Construcción de la primera etapa del bar y biblioteca de la Casa de los Tratados del Cantón Girón , Provincia del Azuay.

**Elaboración:** Juan José Larriva.

**Foto N° 67 – Foto N° 68:** Mampostería de ladrillo y armado de antepechos y dinteles.



**Foto N° 69:** Armado de dinteles de puertas en mampostería de ladrillo.



**Fuente:** Archivo fotográfico de la ejecución de la obra: “Construcción de la primera etapa del bar y biblioteca de la Casa de los Tratados del Cantón Girón , Provincia del Azuay.

**Elaboración:** Juan José Larriva.

**Foto N° 70:** Detalle de envigado de madera de 16 x 16 centímetros para entrepiso de planta alta.



**Foto N° 71:** Colocación de columnas de 16 x 16 centímetros, primera planta alta, armado y colocación de columnas.



**Fuente:** Archivo fotográfico de la ejecución de la obra: “Construcción de la primera etapa del bar y biblioteca de la Casa de los Tratados del Cantón Girón , Provincia del Azuay.

**Elaboración:** Juan José Larriva.

**Foto N° 72:** Detalle constructivo de unión a caja y espiga encuentro entre viga y columna de madera.



**Foto N° 73:** Encofrado de madera para mampostería de tapial en primera planta alta.



**Fuente:** Archivo fotográfico de la ejecución de la obra: “Construcción de la primera etapa del bar y biblioteca de la Casa de los Tratados del Cantón Girón , Provincia del Azuay.

**Elaboración:** Juan José Larriva.

**Foto N° 74:** Mampostería de Tapial en planta alta.



**Foto N° 75:** Mampostería de tapial vista de planta baja y planta alta.



**Fuente:** Archivo fotográfico de la ejecución de la obra: “Construcción de la primera etapa del bar y biblioteca de la Casa de los Tratados del Cantón Girón , Provincia del Azuay.

**Elaboración:** Juan José Larriva.

**Foto N° 76 – Foto N° 77:** Mampostería de ladrillo en planta alta y planta baja.



**Foto N° 78:** mampostería de ladrillo artesanal en planta baja y planta alta.



**Fuente:** Archivo fotográfico de la ejecución de la obra: “Construcción de la primera etapa del bar y biblioteca de la Casa de los Tratados del Cantón Girón , Provincia del Azuay.

**Elaboración:** Juan José Larriva.

**Foto N° 79 - Foto N° 80:** Mampostería de Tapial y vigas de madera.



**Foto N° 81:** Armado de estructura de cubierta, vigas perimetrales de 16 x 16 cm.



**Fuente:** Archivo fotográfico de la ejecución de la obra: “Construcción de la primera etapa del bar y biblioteca de la Casa de los Tratados del Cantón Girón , Provincia del Azuay.

**Elaboración:** Juan José Larriva.

**Foto N° 82:** Estructura de madera de cubierta, detalle vigas maestras y tochos.



**Foto N° 83:** Estructura de cubierta y cubierta en teja artesanal.



**Fuente:** Archivo fotográfico de la ejecución de la obra: “Construcción de la primera etapa del bar y biblioteca de la Casa de los Tratados del Cantón Girón , Provincia del Azuay.

**Elaboración:** Juan José Larriva.

**Foto N° 84 – Foto N° 85:** Estructura de madera para cubierta.



**Foto N° 86:** Detalle de impermeabilización de cubierta mediante uso de zinc armado sobre tirillas.



**Fuente:** Archivo fotográfico de la ejecución de la obra: “Construcción de la primera etapa del bar y biblioteca de la Casa de los Tratados del Cantón Girón , Provincia del Azuay.

**Elaboración:** Juan José Larriva.

**Foto N° 87:** Detalle de colocación de teja tapa y canal en cubierta.



**Foto N° 88:** Detalle de revestimiento de cubierta en teja (tapa y canal).



**Fuente:** Archivo fotográfico de la ejecución de la obra: “Construcción de la primera etapa del bar y biblioteca de la Casa de los Tratados del Cantón Girón , Provincia del Azuay.

**Elaboración:** Juan José Larriva.

**Foto N° 89 – Foto N° 90:** encofrado recto en planta alta para antepecho de tapial, vista superior e inferior.



**Foto N° 91:** Antepecho de tapial en planta alta.



**Fuente:** Archivo fotográfico de la ejecución de la obra: “Construcción de la primera etapa del bar y biblioteca de la Casa de los Tratados del Cantón Girón , Provincia del Azuay.

**Elaboración:** Juan José Larriva.

**Foto N° 92:** Detalle de antepecho de tapial en planta alta vista desde planta baja.



**Foto N° 93:** Encofrado recto de madera para antepecho de tapial en planta baja.



**Fuente:** Archivo fotográfico de la ejecución de la obra: “Construcción de la primera etapa del bar y biblioteca de la Casa de los Tratados del Cantón Girón , Provincia del Azuay.

**Elaboración:** Juan José Larriva.

**Foto N° 94:** Antepecho de tapial en planta baja.



**Foto N° 95:** Detalle de antepecho en planta baja.



**Fuente:** Archivo fotográfico de la ejecución de la obra: “Construcción de la primera etapa del bar y biblioteca de la Casa de los Tratados del Cantón Girón , Provincia del Azuay.

**Elaboración:** Juan José Larriva.

#### **1.14.- Información sobre el control de una obra.**

Dentro del control de la obra es de vital importancia cumplir con las especificaciones técnicas impuestas por la entidad contratante con las cuales vamos a justificar la calidad de la construcción de la obra.

Aquellos justificativos están enfocados a los materiales a utilizarse en todos los procesos constructivos a emplearse para el proyecto.

Dentro de la obra tomada como ejemplo se solicitó varios certificados y ensayos entre los que tenemos:

- **Certificados de calidad de materiales:** son aquellos documentos que entregan las empresas fabricantes o distribuidoras de materiales o elementos, los mismos que contienen las especificaciones técnicas y el cumplimiento de las normas impuestas por el país. Garantizando así el uso del material en cuestión.
- **Análisis granulométrico de agregados para hormigón hidráulico:** se realiza en los materiales pétreos con los cuales se va a trabajar en el proyecto, en los que se analiza la granulometría, densidad, peso, humedad, etc. Con este análisis se determina si los áridos ensayados son materiales aptos para la preparación de hormigones.
- **Diseño de hormigones:** posterior al análisis granulométrico de agregados, y en base a las características de cada uno de los áridos se define la dosificación a utilizarse para la preparación del hormigón. Esta dosificación va a estar definida por la resistencia del hormigón a necesitar en los diferentes elementos del proyecto.
- **Ensayo de compresión de cilindros de hormigón:** una vez definida la dosificación para la preparación del hormigón según la resistencia a necesitar, se realiza un ensayo que compruebe que el hormigón empleado en cada uno de los elementos estructurales de la obra cumpla con la resistencia para la cual fue diseñado.

Los ensayos anteriormente expuestos se los realizan en laboratorios públicos o privados aprobados por la fiscalización de la entidad contratante.

Los ensayos son indispensables de ejecutarlos ya que forman parte de los requisitos para el pago de las planillas.

#### **1.15.- Análisis Granulométrico de agregados para hormigón hidráulico.**

Se adjunta la información correspondiente a los análisis granulométricos de los agregados utilizados en el hormigón hidráulico, estos estudios se desarrollaron en el Laboratorio de Suelos y Pavimentos del Ing. Franklin Ordoñez de la empresa Suelo Tec.

**Tabla N° 9:** Análisis de granulométrico de agregados para hormigón hidráulico.

**LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS**

ANALISIS GRANULOMETRICO AGREGADOS PARA HORMIGON HIDRAULICO

PROYECTO BIBLIOTECA Y BAR CASA DE LOS TRATADOS

CONTRATISTA ING. JUAN LARRIVA C.  
FISCALIZADOR ING. FRANCISCO RAMIREZ

TAMIZ	P. RETENIDO ACUMULADO	% RETENIDO	% QUE PASA	% QUE PASA ESPECIFICADO
2"	0	0,00%	100,00%	
1 1/2"	1.987	18,78%	81,22%	
1"	4.020	38,00%	62,00%	
3/4"	5.987	56,59%	43,41%	
1/2"	7.001	66,18%	33,82%	
3/8"	8.942	84,53%	15,47%	
No.4	10.504	99,29%	0,71%	
PASA No.4	75	0,71%		
TOTAL	10.579,00			



ING. FRANKLIN ORDOÑEZ M.  
GERENTE



**Fuente:** Archivo fotográfico de la ejecución de la obra: “Construcción de la primera etapa del bar y biblioteca de la Casa de los Tratados del Cantón Girón , Provincia del Azuay.

**Elaboración:** Ing. Franklin Ordonez Suelo Tec.

## 1.16.- Diseño de la mezcla para la realización del hormigón hidráulico.

**Tabla N° 10:** Diseño y Dosificación propuesta para la realización de la mezcla de hormigón hidráulico.

### LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS SUELOTEC

#### DISEÑO DE LA MEZCLA DE HORMIGON HIDRAULICO

El presente diseño fue elaborado para la confección de hormigón de  $f'c$ , 180 y 210 kg/cm<sup>2</sup>, el mismo que ha sido solicitado por el Ing. Juan Larriva. Los agregados han sido proporcionados por el interesado siendo los mismos de origen aluvial.

Los análisis granulométricos del material se anexan al presente diseño. Se considera un coeficiente de variación de 15% con respecto al valor  $f'c$  de diseño además se establece que no más del 10% de los resultados de los cilindros de prueba den valores menores a los especificado. Se ha considerado un asentamiento de  $7 \pm 2$  cm.

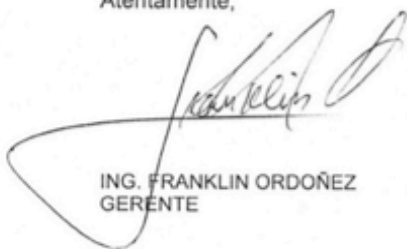
#### DOSIFICACION PROPUESTA:

La granulometría de los agregados es uno de los factores que afecta a la trabajabilidad y esta a su vez repercute en la relación agua/cemento, controla la segregación y tiene influencia en el sangrado, se propone la dosificación que se adjunta y que tendrá que ser ajustada de acuerdo a los cambios granulométricos.

#### RECOMENDACIONES:

- Los agregados serán limpios y libre de materia orgánica, además que deberán ser de la misma procedencia con los que fue realizado el diseño.
- Al producirse cambios granulométricos, la dosificación se deberá ajustar en obra.
- El agua a utilizar deberá ser libre de materia orgánica se preferirá agua potable.
- Se deberá realizar un control permanente del asentamiento.
- Se han realizado confeccionado cilindros de comprobación, cuyos resultados se adjuntarán cuando se realice el ensayo de compresión simple.

Atentamente,



ING. FRANKLIN ORDOÑEZ  
GERENTE

**SUELOTEC**  
ASESORIA EN INGENIERIA CIVIL  
Dirección: Cacique Chamba 1-71 y Juan de Velasco  
Teléfono: 3966333

**Fuente:** Archivo fotográfico de la ejecución de la obra: “Construcción de la primera etapa del bar y biblioteca de la Casa de los Tratados del Cantón Girón , Provincia del Azuay.

**Elaboración:** Ing. Franklin Ordoñez Suelo Tec.

**1.17.- Diseño de hormigón hidráulico de 180 kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días.**

**Tabla N° 11:** Diseño de hormigón hidráulico de 180 kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días.

LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

DISEÑO DE HORMIGON HIDRAULICO

PROYECTO BIBLIOTECA Y BAR CASA DE LOS TRATADOS

CONTRATISTA ING. JUAN LARRIVA C.  
FISCALIZADOR ING. FRANCISCO RAMIREZ

RESISTENCIA SOLICITADA: 180 kg/cm<sup>2</sup> 28 DÍAS

AGREGADO	P.sss.	P.VAR.	P.suelt	Absorción	D. Máx.	M. Finura
Grava	2,534	1672	1585	1,15%	1	
Arena	2,522	1648	1560	2,05%		4,09
Aditivo		1200				

RESISTENCIA ESPECIFICADA	206	Kg/cm <sup>2</sup>
Relación agua/cemento	0,60	
Cantidad de agua lts/m <sup>3</sup> sin reducir	180,00	lts.
Cemento/m <sup>3</sup> GUAPAN	300,00	kg
Aditivo (Pozzolith 258N)	0,00	Kg
Grava	1036,64	kg
Arena	792,24	kg

DOSIFICACION EN PESO POR SACO DE CEMENTO:		
Agua reducida	30,00	lts
Cemento	1	saco
Aditivo (Pozzolith 258N)	0,00	kg
Grava	172,77	kg
Arena	132,04	kg

DOSIFICACION EN VOLUMEN POR SACO DE CEMENTO:		
Agua	30,00	lts
Cemento	1	saco
Aditivo (Pozzolith 258N)	0,00	lts
Grava	114	lts
Arena (considerando + 10% de volumen por abultamiento)	85	lts

Grava 4 parihuelas de 28.8 lts	0,31x0,31x0,30m
Arena 3 parihuelas de 28.8 lts	0,31x0,31x0,30m

OBSERVACION:

ING. FRANKLIN ORDOÑEZ M  
GERENTE

**Fuente:** Archivo fotográfico de la ejecución de la obra: "Construcción de la primera etapa del bar y biblioteca de la Casa de los Tratados del Cantón Girón, Provincia del Azuay.

**Elaboración:** Ing. Franklin Ordonez Suelo Tec.

**1.18.- Diseño de hormigón hidráulico de 210 kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días.**

**Tabla N° 12:** Diseño de hormigón hidráulico de 210 kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días.

LABORATORIO DE SUELOS Y PAVIMENTOS

DISEÑO DE HORMIGON HIDRAULICO

PROYECTO: BIBLIOTECA Y BAR CASA DE LOS TRATADOS

CONTRATISTA: ING. JUAN LARRIVA C.  
FISCALIZADOR: ING. FRANCISCO RAMIREZ

RESISTENCIA SOLICITADA: 210 kg/cm<sup>2</sup> 28 DÍAS

AGREGADO	Psss.	P.VAR.	P.suelt	Absorción	D. Máx.	M. Finura
Grava	2,532	1678	1588	1,05%	1	
Arena	2,525	1652	1577	2,00%		4,01
Aditivo		1200				

RESISTENCIA ESPECIFICADA		241	Kg/cm <sup>2</sup>
Relación agua/cemento		0,58	
Cantidad de agua lts/m <sup>3</sup> sin reducir		180,00	lts.
Cemento/m <sup>3</sup> GUAPAN		310,34	kg
Aditivo (Pozzolith 258N)		1,86	Kg
Grava		1078,95	kg
Arena		737,83	kg

DOSIFICACION EN PESO POR SACO DE CEMENTO:			
Agua reducida		29,00	lts
Cemento		1	saco
Aditivo (Pozzolith 258N)		0,30	kg
Grava		173,83	kg
Arena		118,87	kg

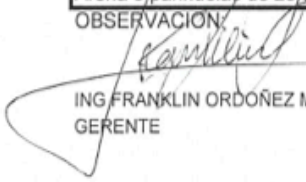
  

DOSIFICACION EN VOLUMEN POR SACO DE CEMENTO:			
Agua		29,00	lts
Cemento		1	saco
Aditivo (Pozzolith 258N)		0,25	lts
Grava		116	lts
Arena (considerando + 10% de volumen por abultamiento)		83	lts

Grava 4 parihuelas de 28.8 lts	0,31x0,31x0,31m
Arena 3 parihuelas de 28.8 lts	0,31x0,31x0,31m

OBSERVACION:

  
ING. FRANKLIN ORDOÑEZ M.  
GERENTE

**SUELO TEC**  
ASESORIA EN INGENIERIA CIVIL  
Dirección: Cacique Chamba 1-71 y Juan de Velasco  
Oficina: 2866181

**Fuente:** Archivo fotográfico de la ejecución de la obra: "Construcción de la primera etapa del bar y biblioteca de la Casa de los Tratados del Cantón Girón, Provincia del Azuay.

**Elaboración:** Ing. Franklin Ordoñez Suelo Tec.





## **1.21.- Conclusiones y Recomendaciones**

Luego de realizar y se parte del equipo que ejecuto la construcción de proyecto de la primera etapa del Bar y Biblioteca de la Casa de los Tratados del cantón Girón, se ha podido entender que la actividad de la residencia de una obra es una actividad profesional de carácter especializado, y que como egresado de la facultad de arquitectura nos ha preparado con los conocimientos teórico – práctico para desarrollar con responsabilidad la ejecución de cualquier obra arquitectónica.

Al ser parte integral de un equipo de ejecución de una obra arquitectónica en este caso como residente de obra, se entendió de manera clara y directa cuales son las actividades y funciones que se debe desarrollar y son: entendimiento apropiado de los planos arquitectónicos, detalles constructivos, medición, verificación y de todos los materiales e insumos que forman una obra, ya que de mi intervención y recolección de información el día a día en una obra, el contratista puede conocer a detalle la cantidad de insumos, materiales y personal que ha intervenido en cada uno de los rubros que conforman un proyecto a desarrollar.

El seguimiento y control de obra realizado por el Residente es de suma importancia para determinar en que etapa de la obra existe retrasos y procesos que solo se pueden conocer el momento mismo de la ejecución de la obra, una adecuada coordinación entre la fiscalización y el constructor permite que la obra pueda llegar a feliz terminó, y el enlace entre los dos profesionales depende de la capacidad y calidad del residente de obra y su conocimiento de la misma.

La programación y el control de obra, son indispensables para la buena ejecución de la misma, ya que si se descuida no se tiene claro el objetivo, materiales, procesos constructivos a aplicar en el desarrollo de un proyecto, el porcentaje de desviación aumenta rápidamente; lo cual desembocara en un atraso o una mala calidad del proyecto, por lo cual se debe tener toda la documentación y anexos técnicos de proyecto; lo cual puede dar como resultado la afectación de la utilidad del contratista o empresa contratada, tomando en cuenta que en este caso la obra extra es perjudicial por el hecho en que no se tiene el anticipo asignado lo cual afecta directamente en el financiamiento de la misma.

En cualquier obra, se deben respetar las especificaciones de los planos constructivos, en este caso en específico se debió realizar cambios en obra para mejorar la calidad de la misma, pero estas determinaciones fueron realizadas bajo la aprobación y supervisión de la fiscalización, toda estas determinaciones deben ser asentadas en la bitácora y seguimiento de obra que es el documento primordial que permite sustentar la decisiones del día a día de una obra lo cual en el momento de la restructuración de los plazos y costos de la misma permite evitar los inconvenientes en los pagos y retraso de los mismos.

Al revisar el presupuesto de la obra así como la programación y cronograma de ejecución en el mismo, se ha podido determinar que existió dos momentos críticos en el desarrollo de la obra, en el inicio de la misma por la no programación del rubro en lo referente a los problemas de humedad por la calidad del terreno en donde se emplazaría la nueva

edificación debido a una falta de un estudio pormenorizado del suelo; colocación de tuberías de dren y subdrén; así como en la construcción de los muros y columnas en tapial, por el tiempo de su construcción, la mano de obra calificada que se necesita para la ejecución de la misma y la falta de previsión en el temporal y clima del sector en donde esta emplazada la edificación, tiempos y rubros calculados de manera muy simple.

### **1.22.- Recomendaciones.**

Luego de la realización de este trabajo una de las recomendaciones muy importantes es que antes de realizar una obra, se debe realizar un buen estudio técnico de mecánica de suelos y bien detallados, el cual aportara de manera directa en el calculo y diseño estructural ya que nos aportara con el conocimiento real de los factores naturales existentes en un sector sobre el cual se emplazara una nueva edificación, lo cual también aportara de manera directa el programa de trabajo y por ende en el presupuesto general de la obra con lo cual así evitaremos tener rubros imprevistos que en el caso de contratos con empresas publicas pueden acarear en ampliaciones de plazo y costos mayores a los programados

Con lo cual para realizar cualquier tipo de obra se debe contar con una estricta programación y análisis de la ruta critica para evitar retrasos en la ejecución, para así poder ejecutar la obra considerando las actividades críticas del proyecto en este caso se desarrollaron varias actividades no programadas

Como parte de un equipo de construcción en este caso en la residencia de obra se debe acotar que se requiere tomar otras decisiones, según el avance de la obra y las que se detallan a continuación:

- Durante el inicio del proceso de contratación, en este momento el contratista siempre debe revisar y verificar el proyecto a detalle, el cual va ejecutar para conocer y tener definido de la mejor forma posible el alcance del mismo, tomando en cuenta la la información contrastable tanto en lo referente a los planos arquitectónicos, planos estructurales, estimaciones del tiempo y costos para definir las personas que conformaran el equipo de ejecución y sus responsabilidades dentro del proyecto.
- Esta revisión inicial permitiran al contratista preveer con anticipación la ejecución apropiada del proyecto, y por ende la entrega de la misma dentro de los tiempos y plazos fijados, para evitar problemas durante el desarrollo de la misma ya sea por información y documentación que no se sustente en la realidad del lugar en donde se prevee construir la obra, lo cual dara como resultado variaciones significativas en la concreción y por lo tanto un mayor costo de la misma.
- 

Como recomendaciones se debería considera en realizar este tipo de proyectos en una sola etapa, o sea se realice un solo proceso con el presupuesto total, ya que son de total

envergadura para el barrio, parroquia, o cantón en el que se realice, ya que la obra en la cual fue parte solo se realizó una etapa de la misma, pero el proyecto está culminado en todos sus elementos formales y sus aspectos expresivos están pendientes de culminación.

Ante lo cual esta construcción por etapas influye directamente en el desarrollo tanto cultural como económico de los mismos, generando una mayor afluencia de turistas, lo que provoca mejores y más fuentes de trabajo.

Con lo cual considero que al tener el proyecto y constituirlo en varias etapas constructivas y de culminación, el tiempo de realización es mayor y en algunos casos queda inconcluso el mismo, lo cual ocasiona que los elementos sufran deterioros por la falta de culminación y recubrimiento de los mismos. Ya que siempre entre etapa y etapa existen lapsos de tiempo importantes, debido a que las instituciones públicas muchas de las veces financiadoras de los proyectos están en constantes cambios administrativos y sumergidas en una burocracia deprimente, exigiendo realizar nuevos presupuestos, poniendo trabas y fijando primacías a otros proyectos, complicando la salida de una nueva partida para la realización de una siguiente etapa o la culminación del proyecto en cuestión. Lo que provoca un deterioro en los materiales de construcción empleados en la etapa anterior y de la construcción en sí. Sin llegar al objetivo del mismo, imposibilitando dar a la obra el uso para la que fue proyectada, dejándola inservible y generando un ambiente de vejez o abandono para el lugar donde fue emplazada.

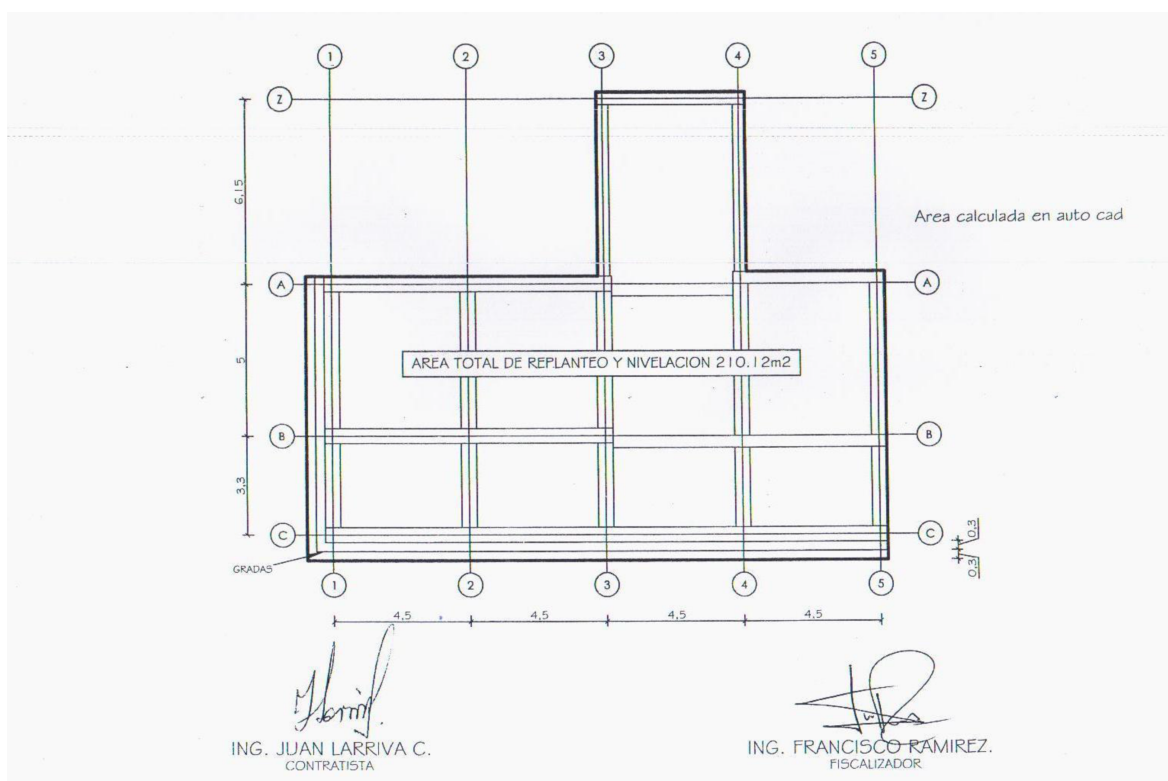
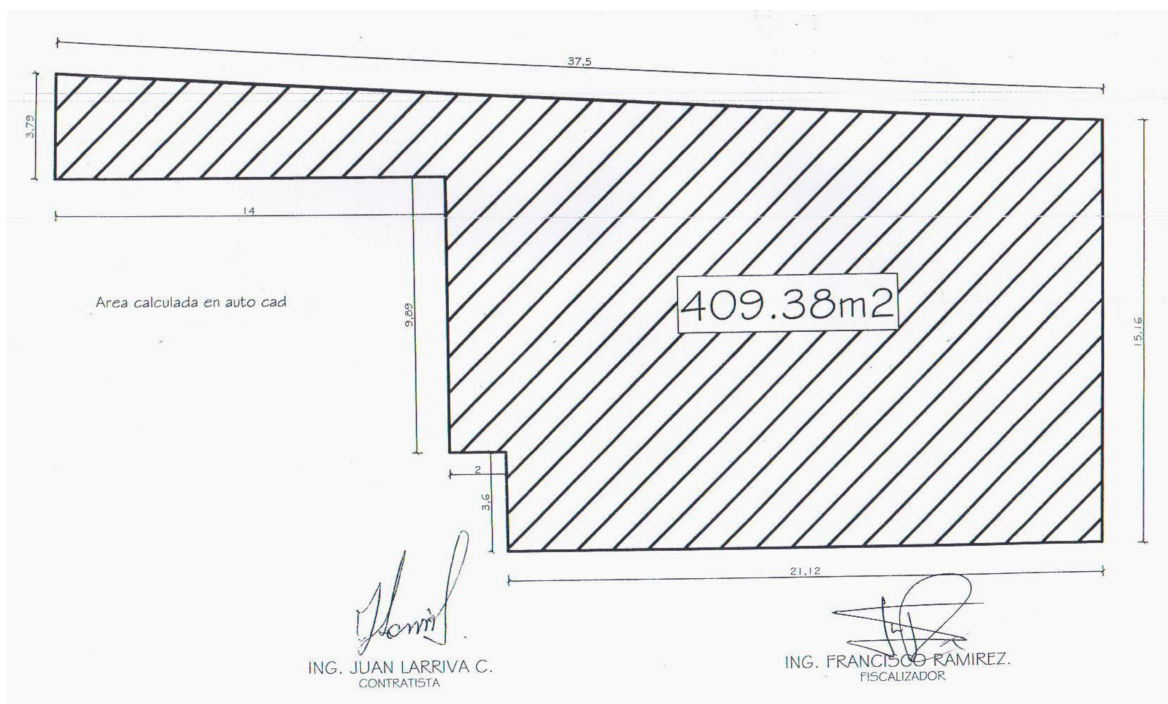
El hecho de haberme desempeñado como residente de obra de esta magnitud, de mucho detalle, la utilización de sistemas y materiales constructivos tradicionales, me ha permitido obtener un mayor conocimiento y experiencia para poder seguir ejecutando obras de mayor tamaño y lograr un mayor control en la calidad de las mismas.

#### **Anexos.**

- Formato del Libro de Obra.
- Formato de anexo gráfico para planillas
- Monto referencial de la obra
- Planos arquitectónicos del proyecto ejecutado.



**Anexo 2:** Gráfico de área Total intervenida y replanteo y nivelación.



**Fuente:** Archivo de la ejecución de la obra: “Construcción de la primera etapa del bar y biblioteca de la Casa de los Tratados del Cantón Girón , Provincia del Azuay.

**Elaboración:** Escaneo de documento Juan Jose Larriva

*Anexo 3:* Monto referencial de la obra

<b>GOBIERNO PROVINCIAL DEL AZUAY</b>					
OBRA A EJECUTAR: <b>CONSTRUCCION DEL BAR Y BIBLIOTECA EN LA CASA DE LOS TRATADOS</b>				UBICACIÓN:	GIRON AZUAY
<b>PRESUPUESTO REFERENCIAL DE OBRA</b>					
Ítem	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Precio Total
<b>1</b>	<b>OBRAS PRELIMINARES</b>				<b>533.61</b>
1.001	Arreglo y limpieza	m2	220.00	1.06	233.20
1.002	Replanteo y nivelación	m2	202.00	0.83	167.66
1.003	Rótulo metálico reforzado	global	1.00	132.75	132.75
<b>2</b>	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>				<b>3,481.89</b>
2.001	Excavación a mano en zanja, sin clasificar, profundidad 0 – 2 metros	m3	94.38	12.87	1,214.67
2.002	Relleno compactado a máquina con material de mejoramiento	m3	58.20	21.15	1,230.93
2.003	Desalojo de material con volquete (incluye cargado)	m3	94.38	10.98	1,036.29
<b>3</b>	<b>CIMENTACION</b>				<b>6,835.99</b>
3.001	Mampostería de piedra con mortero 1:3 (para cimentación)	m3	95.00	69.93	6,643.35
3.002	Encofrado recto de madera	m2	28.00	6.88	192.64
<b>4</b>	<b>ESTRUCTURA DE HORMIGÓN</b>				<b>6,616.97</b>
4.001	Replanteo de piedra de 15 centímetros , emporado con grava	m2	194.00	6.09	1,181.46
4.002	Acero de refuerzo, fy = 4200 kg/cm2	kg	1,004.00	1.77	1,777.08

4.003	Encofrado recto de madera	m2	35.00	6.88	240.80
4.004	Hormigón simple $f'c= 180$ kg/cm2	m3	21.80	98.19	2,140.54
4.005	Malla electrosoldada tipo Armex R 64	m2	202.00	1.95	393.90
4.006	Hormigón simple $f'c= 210$ kg/cm2	m3	6.20	108.30	671.46
4.007	Encofrado de losa para hormigón armado	m2	31.00	6.83	211.73
<b>5</b>	<b>ESTRUCTURAS DE MADERA</b>				<b>5,232.16</b>
5.001	Piezas de eucalipto inmunizado 16 x 16 centímetros , longitud 2 metros	u	202.00	23.83	4,813.66
5.002	Tratamiento para protección de la madera	m2	150.00	2.79	418.50
<b>6</b>	<b>MANPOSTERIA</b>				<b>4,760.10</b>
6.001	Mampostería de ladrillo panelón espesor = 15 centímetros.	m2	120.00	17.39	2,086.80
6.002	Muro de tapial	m3	42.00	63.65	2,673.30
<b>7</b>	<b>CUBIERTA</b>				<b>17,237.10</b>
7.001	Cubierta de madera (estructura)	m2	296.00	32.04	9,483.84
7.002	Cumbrero de Teja	m	25.00	7.50	187.50
7.003	Revestimiento de teja en cubierta (tapa y canal).	m2	296.00	25.56	7,565.76
<b>8</b>	<b>INSTALACIONES HIDROSANITARIAS</b>				<b>1,413.73</b>
8.001	Bajante de PVC diámetro = 110 milímetros	m	45.00	13.74	618.30
8.002	Provisión e instalación de tubería sanitaria de 110	m	35.00	6.14	214.90

	milímetros en PVC				
8.003	Punto de desagüe PVC diámetro = 110 milímetros	u	5.00	41.47	207.35
8.004	Punto de salida de agua potable	punto	6.00	24.22	145.32
8.005	Punto de desagüe PVC diámetro = 50 milímetros	u	6.00	18.07	108.42
8.006	Pozo de revisión 60 x 60 centímetros interior (incluye excavación)	u	2.00	59.72	119.44
<b>9</b>	<b>INSTALACIONES ELECTRICAS</b>				<b>315.98</b>
9.001	Tablero de control de 4 breakers	u	1.00	126.18	126.18
9.002	Acometida eléctrica, cable AWG # 10	m	20.00	3.67	73.40
9.003	Manguera de politubo de diámetro de 1”	m	60.00	1.94	116.40
<b>SUBTOTAL</b>					<b>46,427.53</b>
IVA 12 %					5,571.30
<b>TOTAL</b>					<b>51,998.83</b>

**Fuente:** Archivo de la ejecución de la obra: “Construcción de la primera etapa del bar y biblioteca de la Casa de los Tratados del Cantón Girón , Provincia del Azuay.

**Elaboración:** digitación de documento Juan Jose Larriva

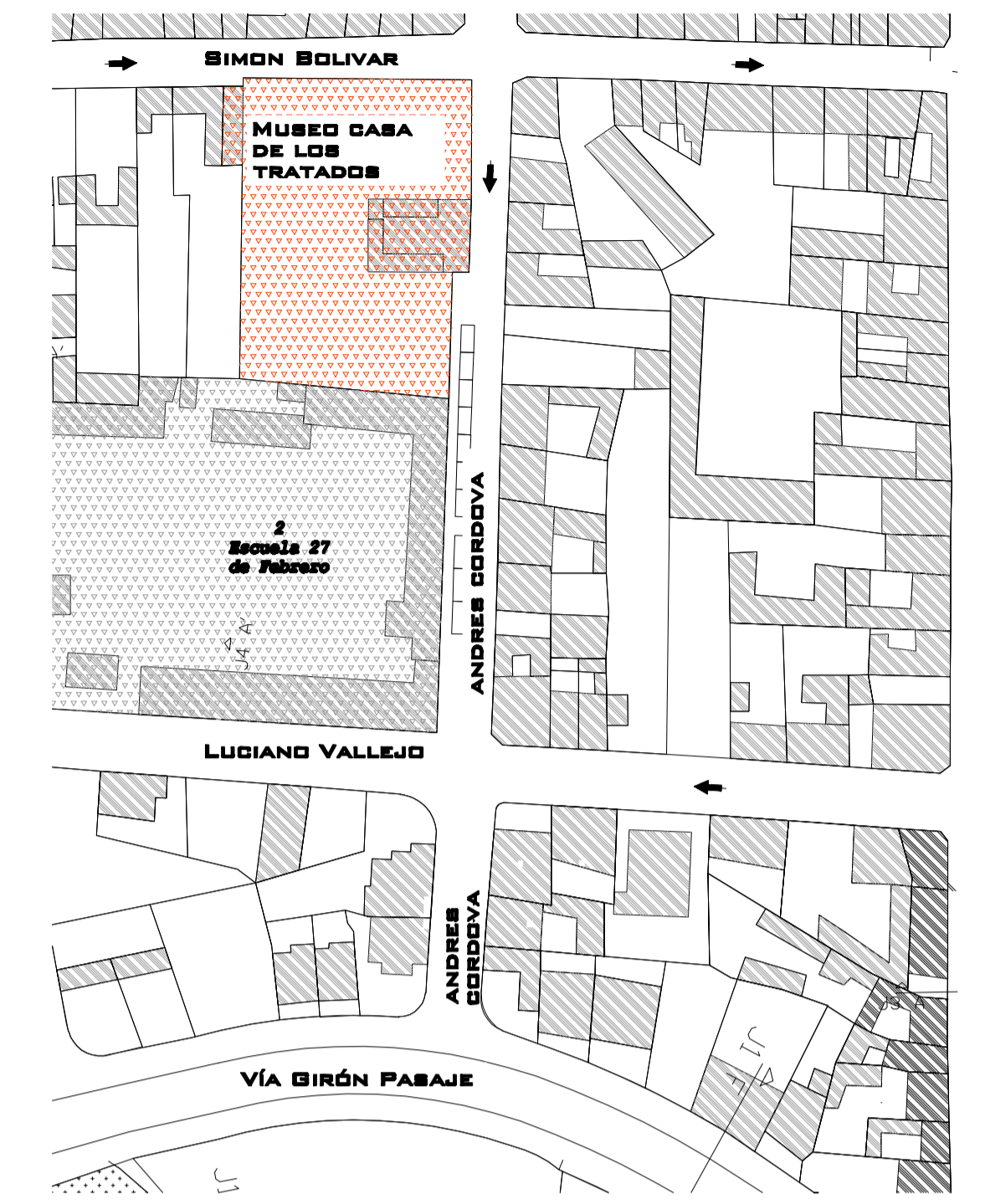
***Anexo 4:*** Planos Arquitectónicos del Proyecto realizado.

**Para una mejor comprensión y lectura del proyecto se adjunta los planos en láminas en formato A1.**

**EMPLAZAMIENTO**  
ESCLA 1:100



**UBICACION**



	M. PIEDRA	M. PISO	M. PARED	M. TUBERIA	M. ALUMINIO	M. VITRIL	M. HIERRO	M. MADERA	M. ALUMINIO	M. VITRIL	M. HIERRO	M. MADERA	M. ALUMINIO	M. VITRIL	M. HIERRO	M. MADERA
DIMIENTOS	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
BOILERAS	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
COLUNNAS	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
PISOS	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
PAREDES	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
PUERTAS	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
VENTANAS	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
CIELO RASO	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
CUBIERTA	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
ESTRU. CUBIERTA	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
REVESTIMIENTOS	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
SANITARIOS	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
MUEBLES	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
PINTURA	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
CULATAB	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

CUADRO DE AREAS	
ZONIFICACION	A / TERRENO
DOB PE:	DOB DP: DUE:
CLAVE CATASTRAL	
AREA DE AMPLIACION	AREA DIRG. DUCTOS OTROS COB: CUB:
P. B. BAR	113.84M <sup>2</sup> 7.08M <sup>2</sup> 1.08M <sup>2</sup> PORTAL 72.84M <sup>2</sup> —
P. A. BIBLIOTECA	89.08M <sup>2</sup> 7.84M <sup>2</sup> — PORTAL 49.88M <sup>2</sup> —
BALON DE MUSEO	801.3M <sup>2</sup> — — — —
<b>TOTALES:</b>	<b>403.88M<sup>2</sup> 14.88M<sup>2</sup> 1.08M<sup>2</sup> 121.88M<sup>2</sup> —</b>
	841M <sup>2</sup> AREA NO COMPUTABLE CUB: —

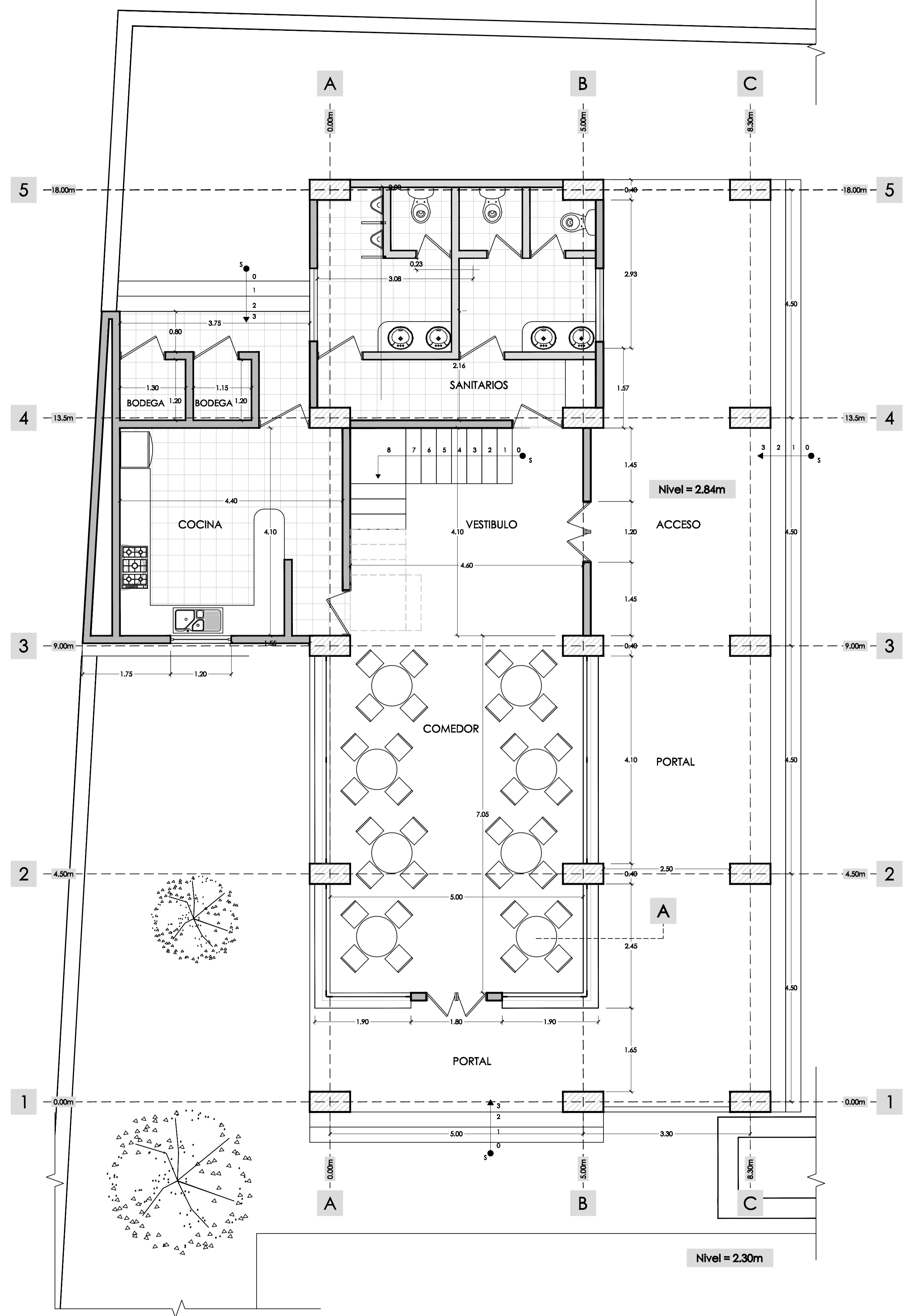
- LISTADO DE LAMINAS**
- A 4 LAMINAS PLANTAS ARQUITECTONICAS SECCIONES IMAGENES
  - I 3 LAMINAS INSTALACIONES ELECTRICAS SANITARIAS
  - D 1 DETALLES DETALLES CONSTRUCTIVOS

**CASA DE LOS TRATADOS**

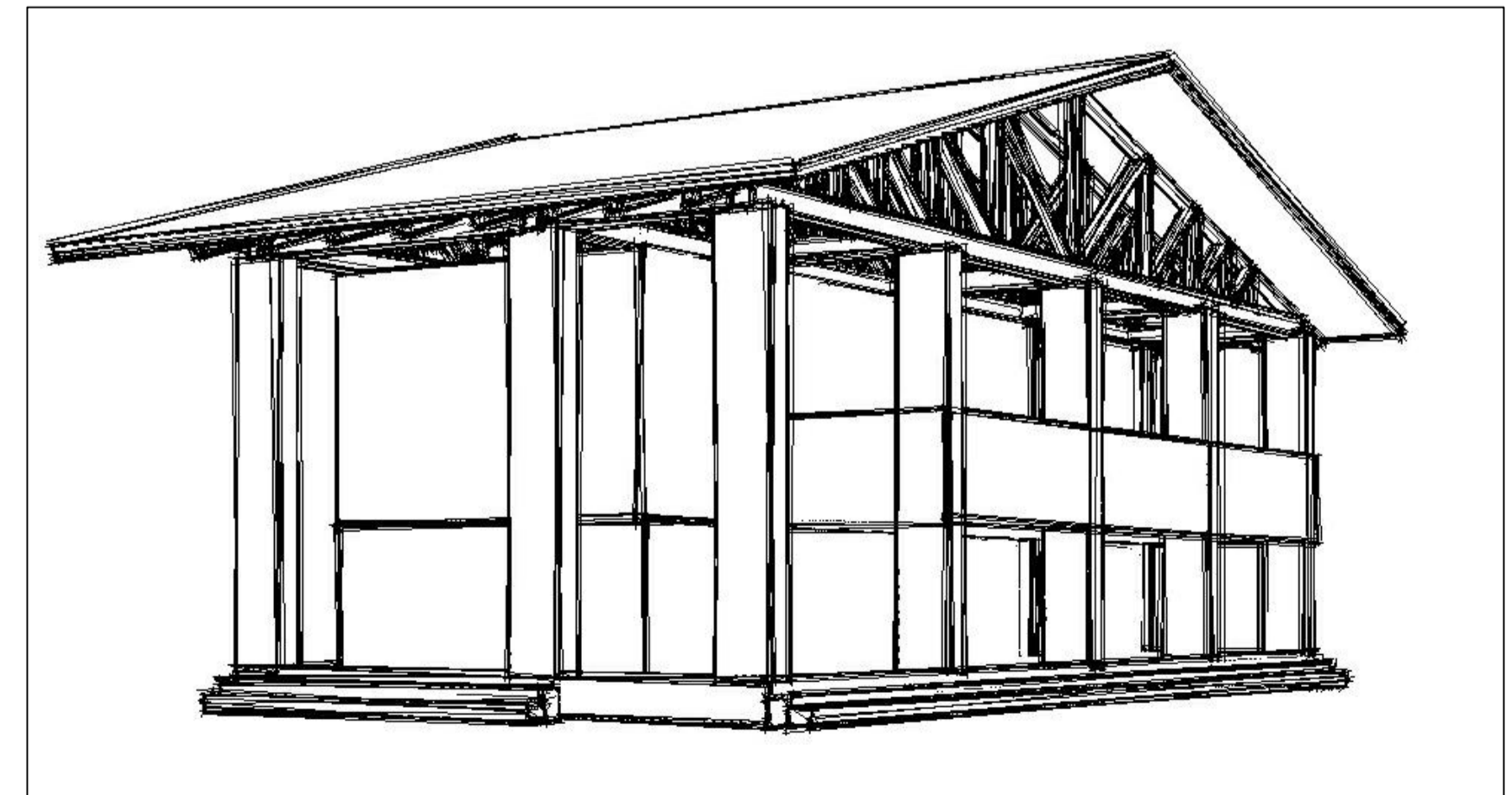
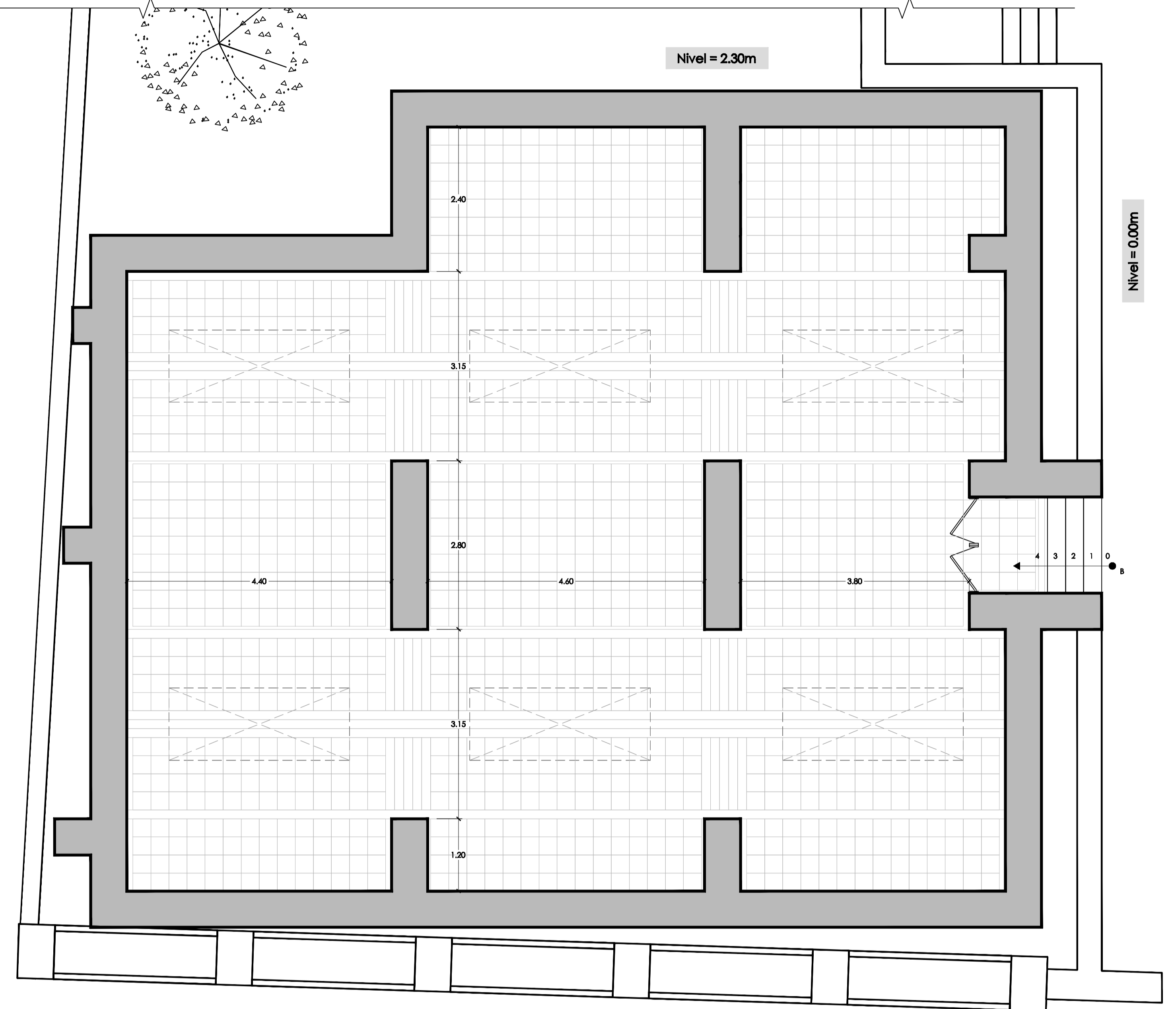
<p><b>REVISIONES:</b></p> <p><b>CONTENIDO:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>EMPLAZAMIENTO Y PLANTA DE CUBIERTAS</li> <li>CUADRO DE ESPECIFICACIONES</li> <li>CUADRO DE AREA</li> </ul>	<p><b>DISEÑO ARQUITECTONICO:</b> ARQ. CESAR PIEDRA L.</p> <p><b>REVISION:</b> ARQ. CESAR PIEDRA L.</p> <p><b>REVISION:</b> ARQ. ANA MARIA MALO C.</p> <p><b>DIBUJO:</b> ARQ. ALEX SERRANO T.</p> <p><b>RESPONSABILIDAD:</b> Arq. Cesar Piedra L. CAE-AD4</p> <p><b>ESCALA:</b> LAS INDICADAS</p> <p style="text-align: right;">MARZO 2009</p>
--	---

**1/4**

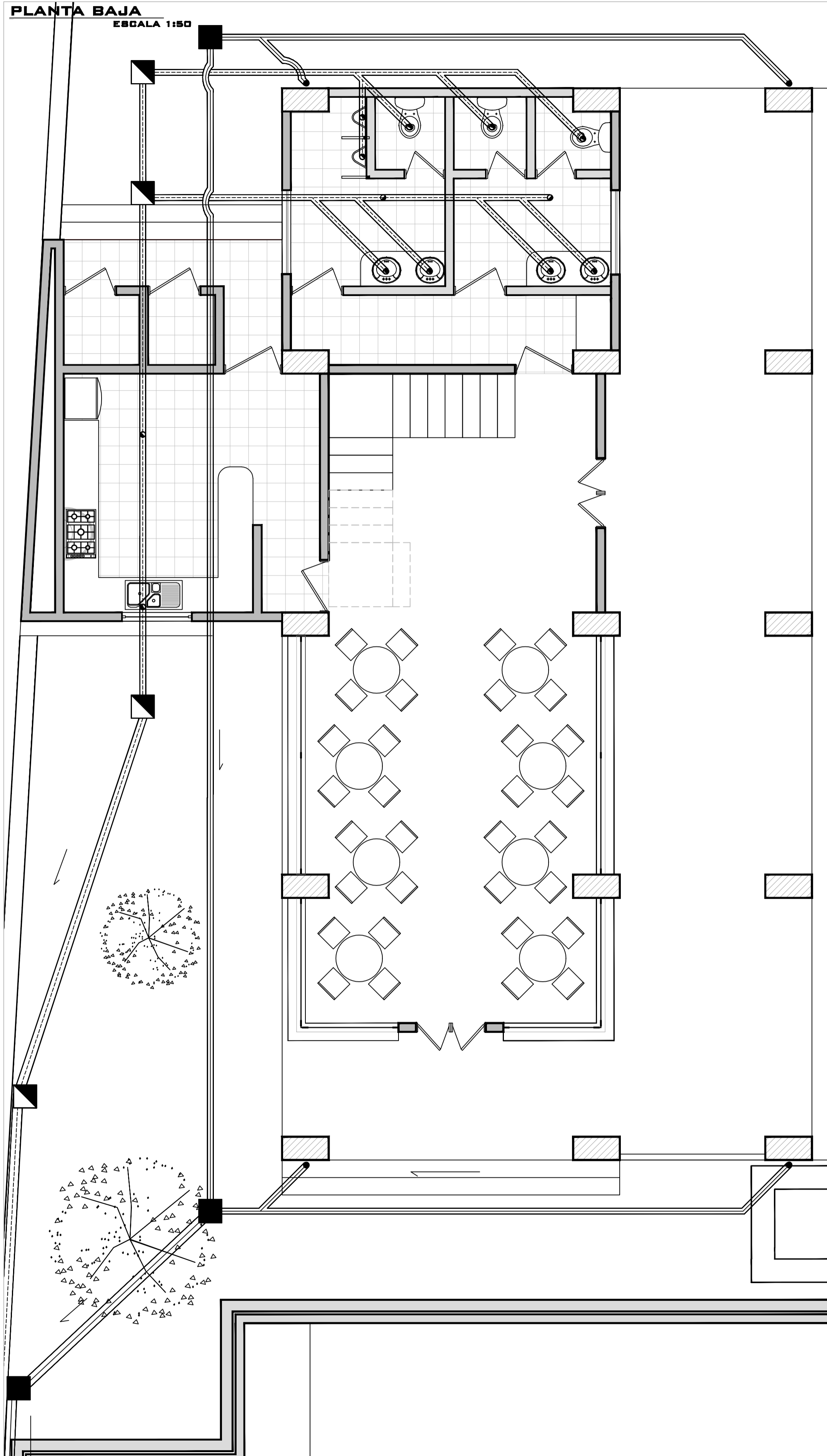
**PLANTA BAJA BAR**  
ESCLA 1:50



**PLANTA AMPLIACION DE MUSEO**  
ESCLA 1:50



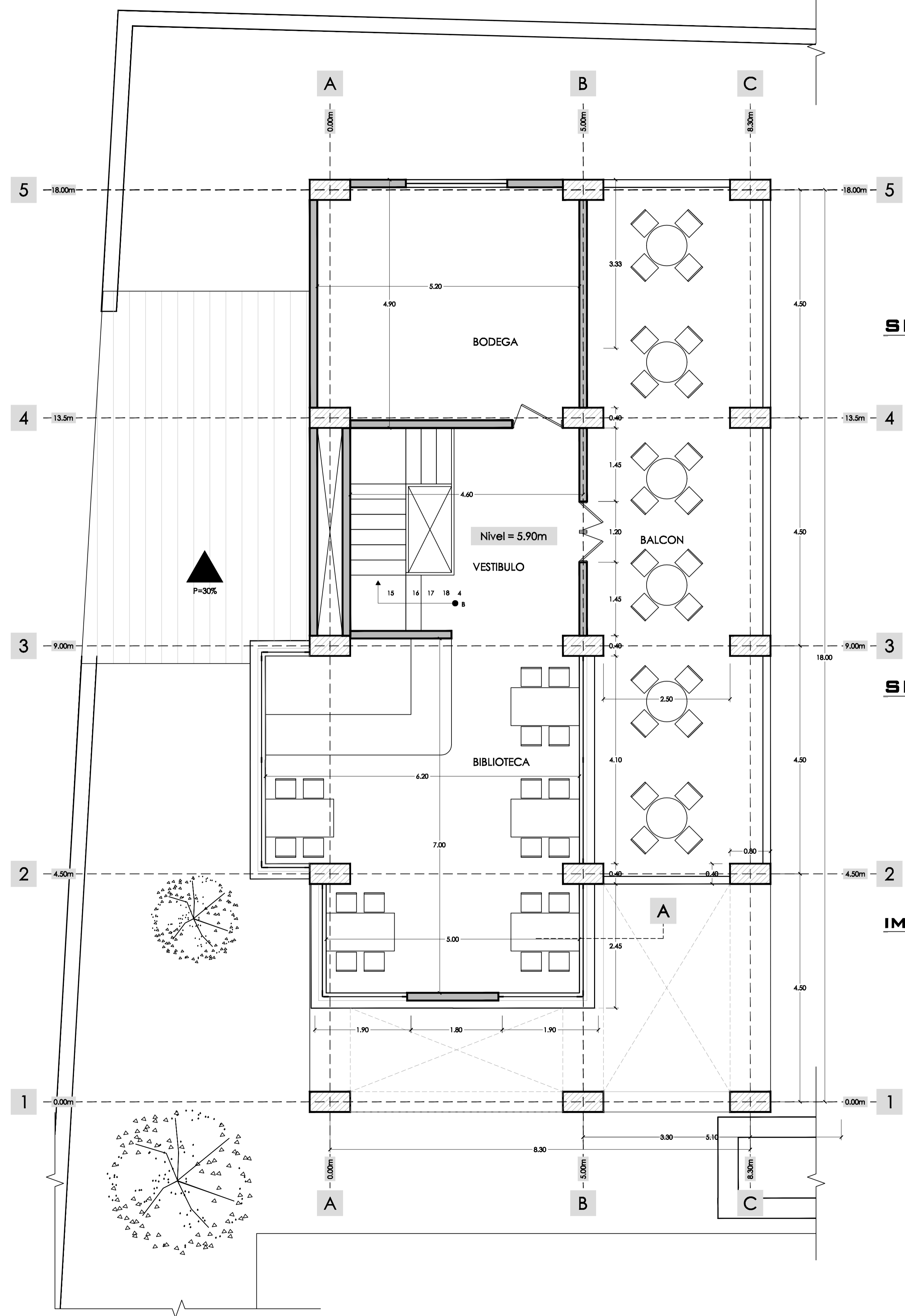
<b>CASA DE LOS TRATADOS</b>	
REVISIONES:	DISEÑO ARQUITECTONICO: ARQ. CESAR PIEDRA L.
	REVISION: ARQ. CESAR PIEDRA L.
	REVISION: ARQ. ANA MARIA MALO C.
	DIBUJO: ARQ. ALEX SERRANO T.
CONTENIDO:	RESPONSABILIDAD: Arq. Cesar Piedra L. CAE-A041
<ul style="list-style-type: none"> <li>• PLANTA BAJA BAR.</li> <li>• PLANTA DE AMPLIACION DE MUSEO.</li> <li>• PLANTA DE UBICACION GENERAL.</li> </ul>	ESCALA: LAS INDICADAS
	SEPTIEMBRE 2007



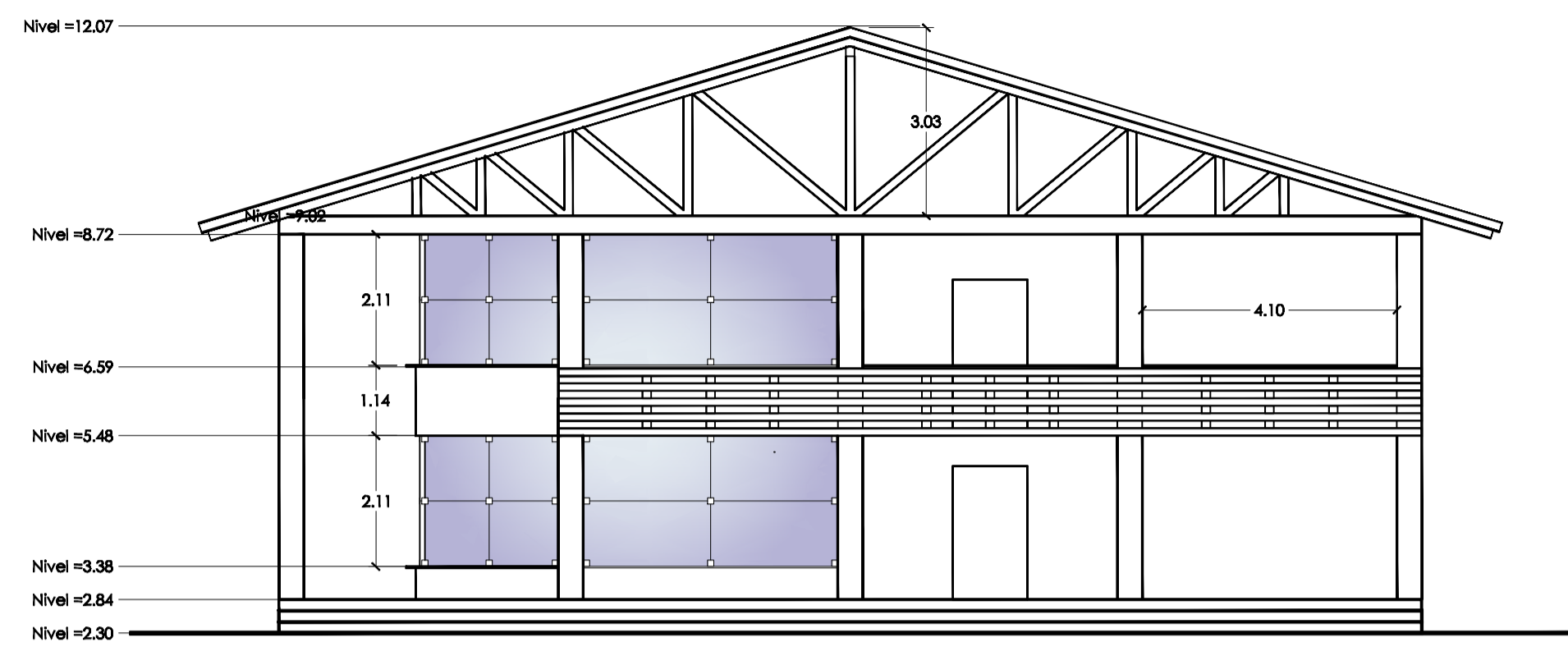
SIMBOLOGIA	
	POZO DE REVISION AGUA LLUVIA
	POZO DE REVISION AGUA SERVIDA
	BAJANTE DE AGUA LLUVIA
	BAJANTE DE AGUA SERVIDA
	RED DE AGUA SERVIDA
	RED DE AGUA LLUVIA

CASA DE LOS TRATADOS PLANOS DE INSTALACIONES	
REVISIONES:	DISEÑO ARQUITECTONICO: ARG. CESAR PIEDRA L.
	REVISION: ARG. CESAR PIEDRA L.
	REVISION: ARG. ANA MARIA MALO C.
	DIBUJO: ARG. ALEX SERRANO T.
CONTENIDO:	RESPONSABILIDAD: Arq. Cesar Piedra L. CAE-ADJ
<ul style="list-style-type: none"> <li>• PLANTA BAJA</li> <li>• PLANTA DE CUBIERTAS</li> <li>• INSTALACIONES SANITARIAS</li> </ul>	ESCALA: LAS INDICADAS
	SEPTIEMBRE 2007

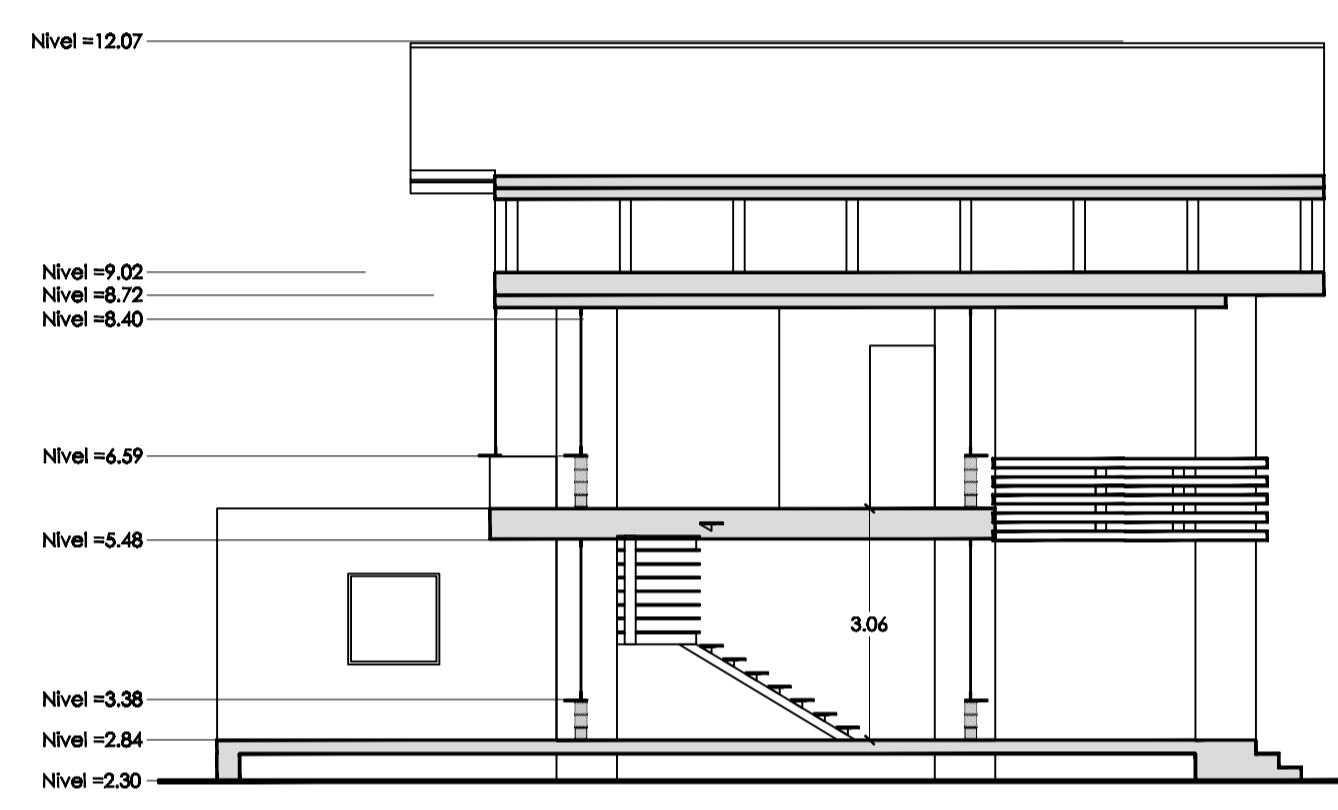
**PLANTA ALTA BIBLIOTECA**  
ESCLA 1:50



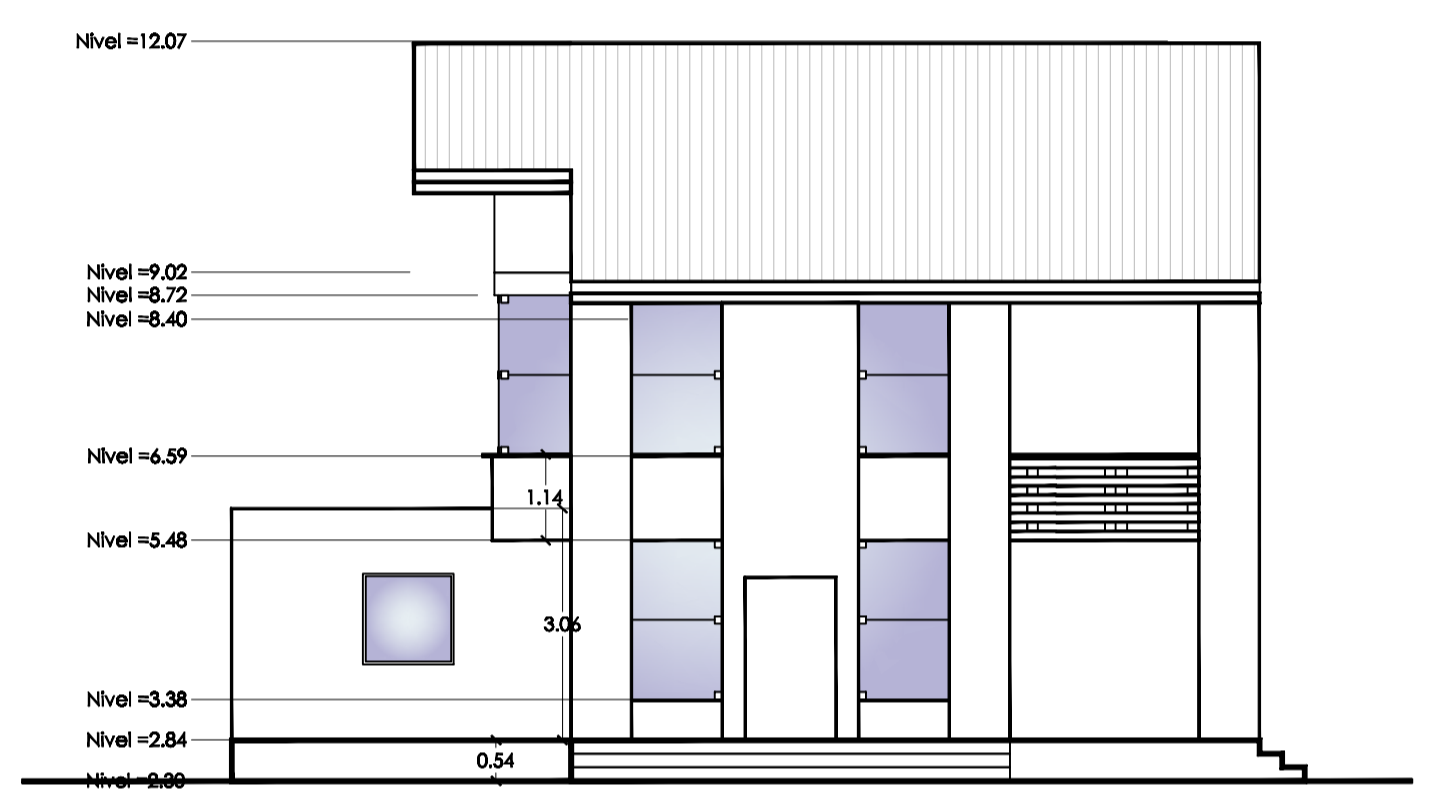
**ELEVACION FRONTAL**  
ESCLA 1:100



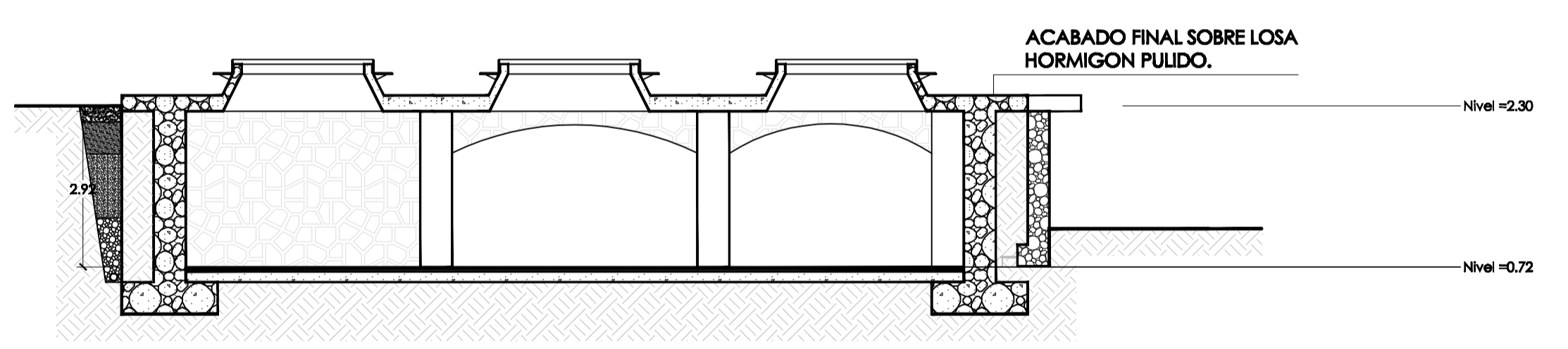
**SECCION A**  
ESCLA 1:100



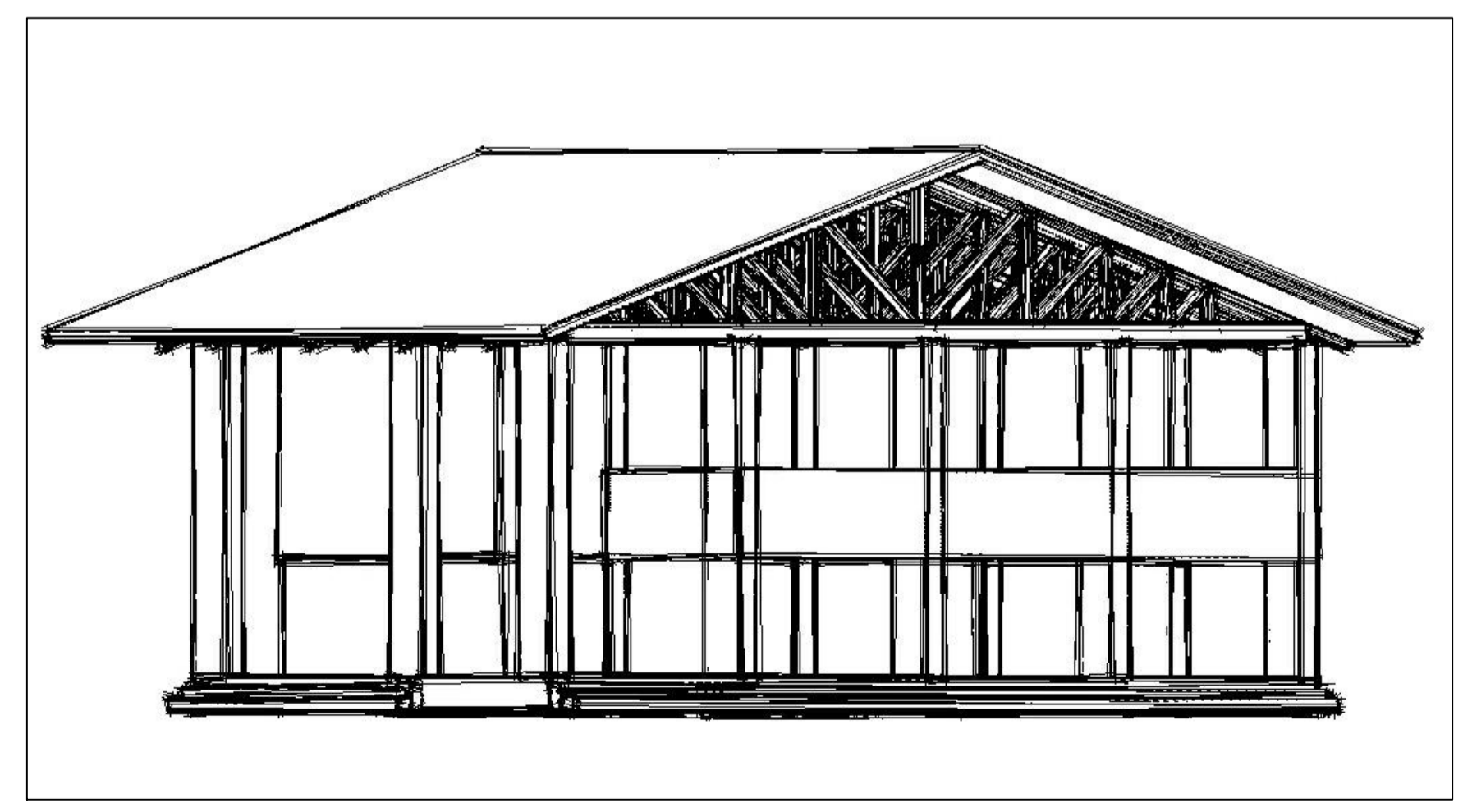
**ELEVACION LATERAL**  
ESCLA 1:100



**SECCION B**  
ESCLA 1:100

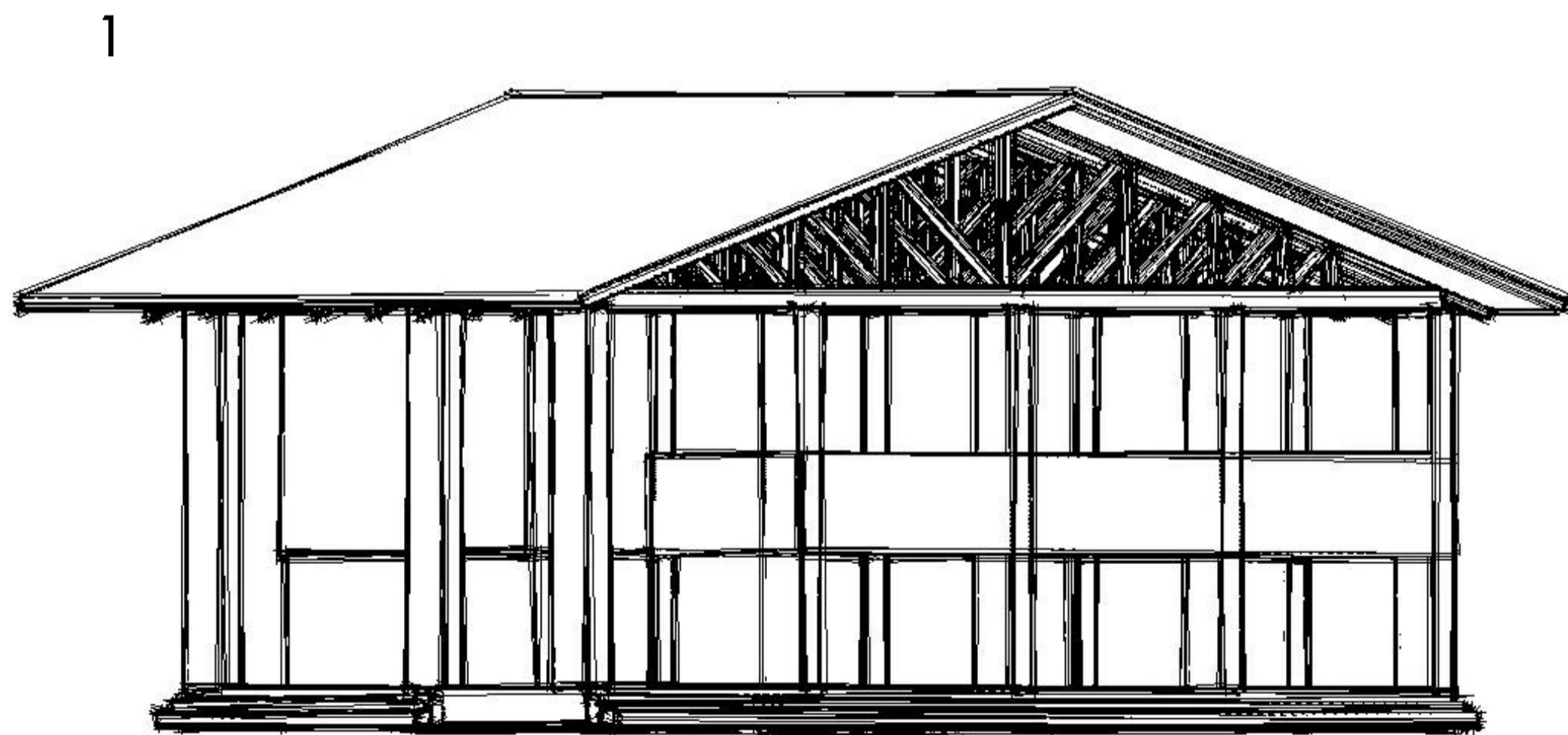
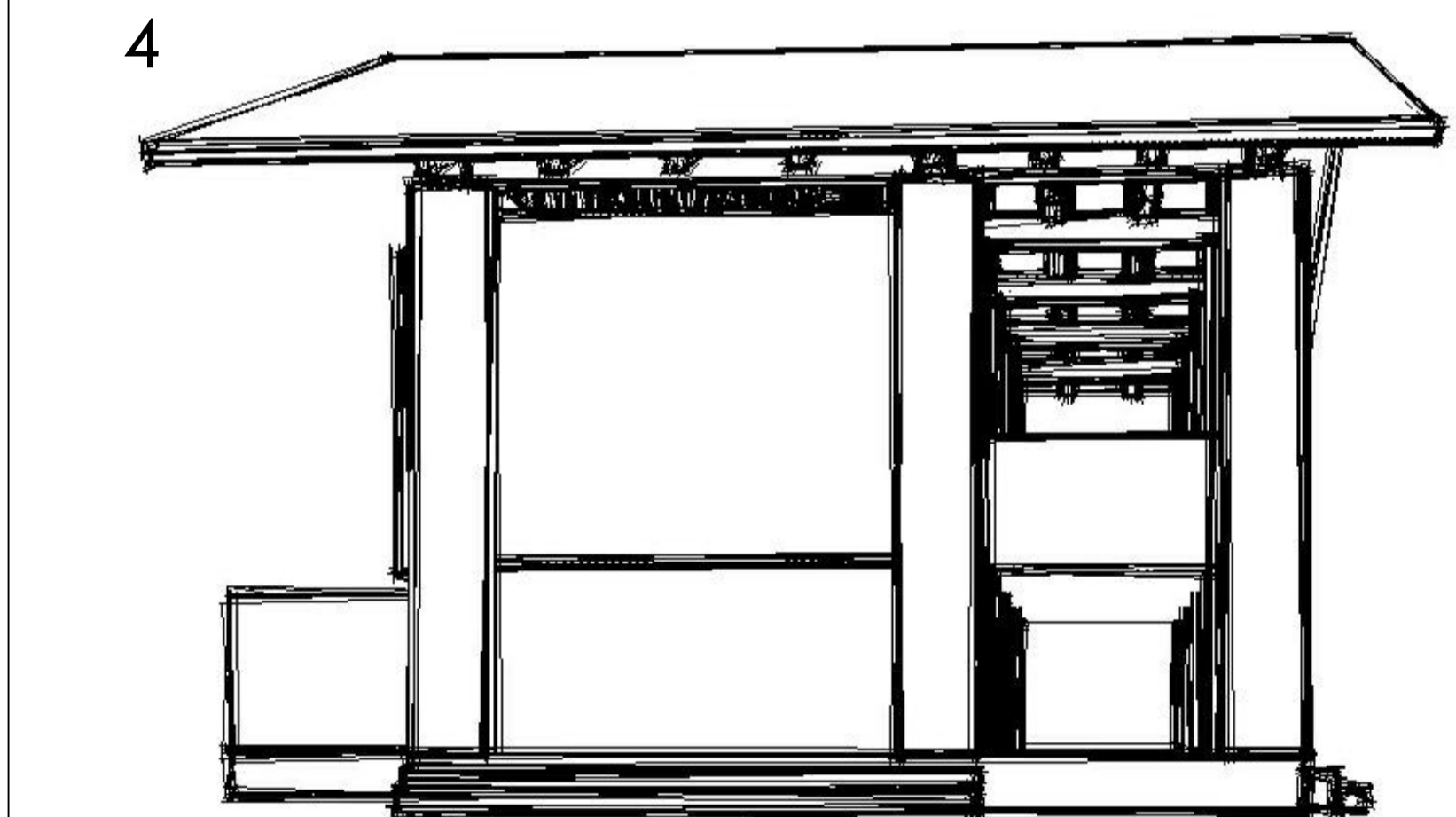
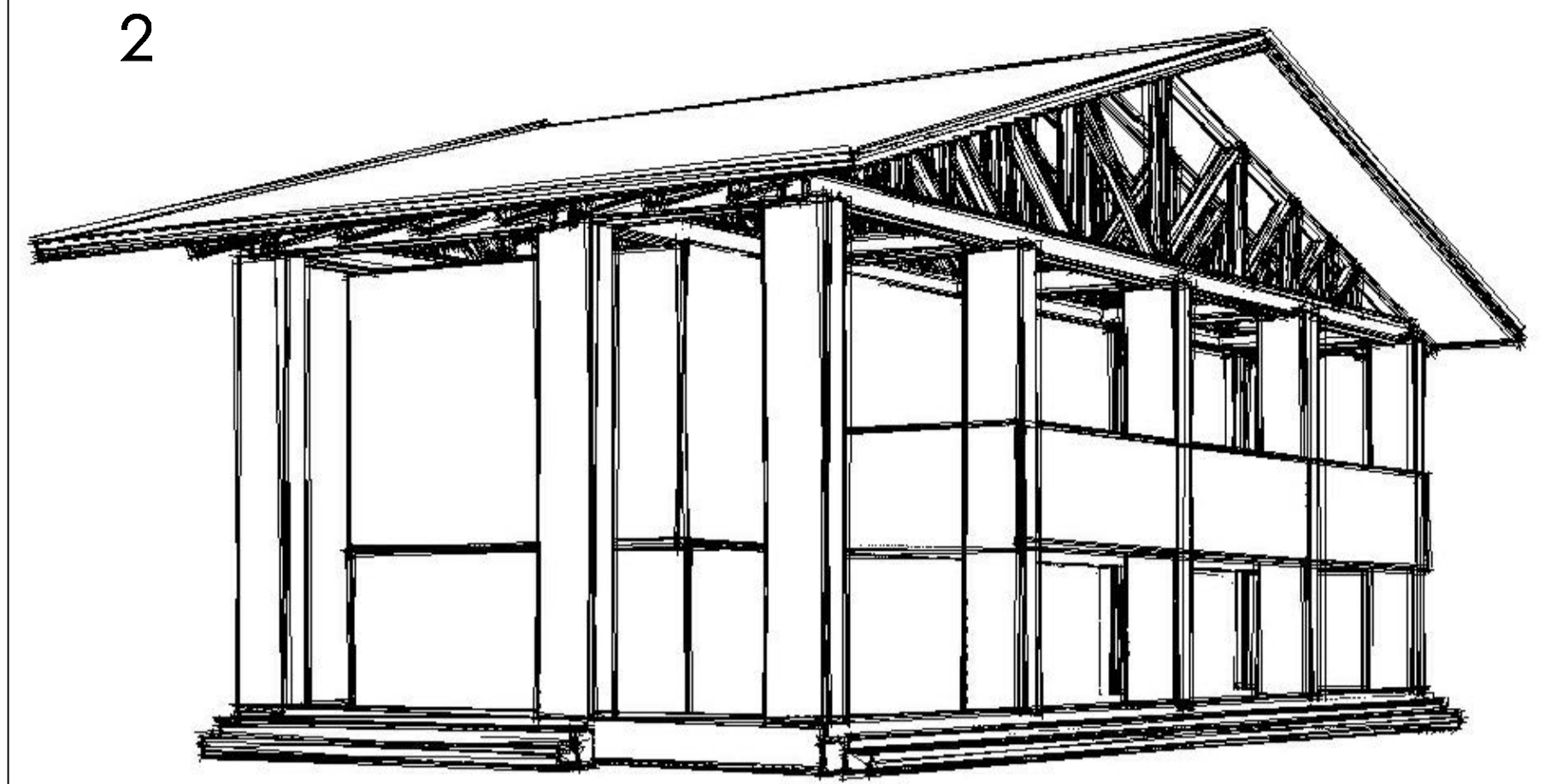
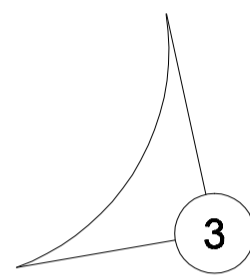
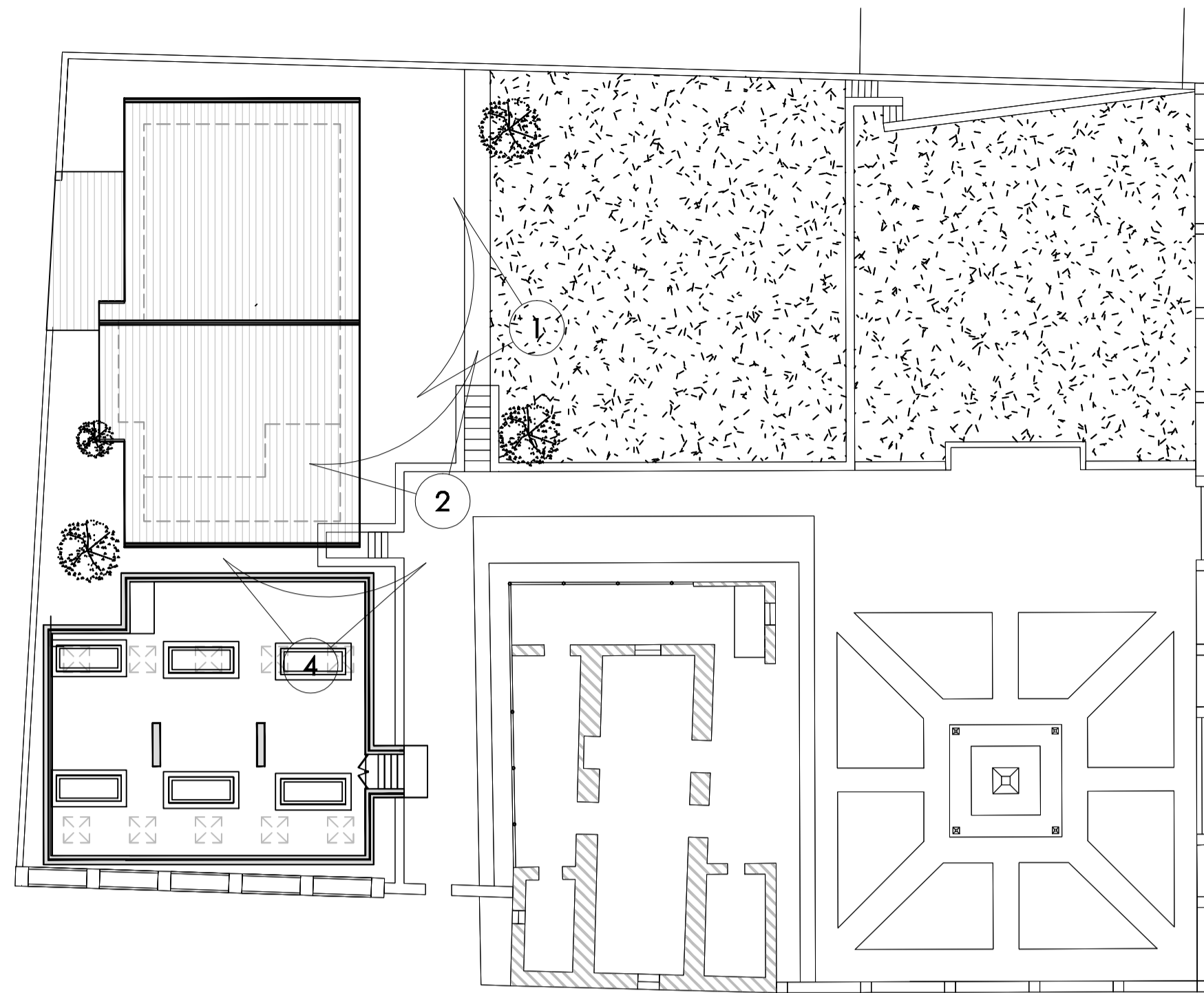


**IMAGENES GENERALES**



<b>CASA DE LOS TRATADOS</b>	
REVISIONES:	DISEÑO ARQUITECTONICO: ARG. CESAR PIEDRA L.
	REVISION: ARG. CESAR PIEDRA L.
	REVISION: ARG. ANA MARIA MALO C.
	DIBUJO: ARG. ALEX SERRANO T.
CONTENIDO:	RESPONSABILIDAD: Arq. Cesar Piedra L. CAE-A041
<ul style="list-style-type: none"> <li>PLANTA ALTA DE BIBLIOTECA.</li> <li>ELEVACIONES.</li> <li>SECCION A.</li> </ul>	ESCALA: LAS INDICADAS
	SEPTIEMBRE 2007





TRAMO CON FRENTE A LA CALLE ANDRÉS CÓRDOVA

CASA DE LOS TRATADOS	
REVISIONES:	DISEÑO ARQUITECTONICO: ARQ. CESAR PIEDRA L.
	REVISION: ARQ. CESAR PIEDRA L.
	REVISION: ARQ. ANA MARIA MALO C.
	DIBUJO: ARQ. ALEX SERRANO T.
CONTENIDO:	RESPONSABILIDAD: Arq. Cesar Piedra L. CAE-A041
<ul style="list-style-type: none"> <li>• IMAGENES</li> <li>• TRAMO CON FRENTE A LA CALLE ANDRÉS CÓRDOVA.</li> </ul>	ESCALA: LAS INDICADAS
	SEPTIEMBRE 2007

## **Bibliografía.**

AENOR (1998). Recopilación de normas UNE. Tomo 9, “Madera para construcción”.

ÁLVAREZ, H. y FERNANDEZ – GLFIN , J.J. (1991): Fundamentos teóricos del secado de la madera. Ed: INIA, Madrid, pp. 29-74.

ARRIAGA MARTITEGUI et al. (1994): Guía de la madera para la construcción, el diseño y la decoración. Editado AITIM, pp 36 – 47.

CLIFF, Tandy. Manual de Paisaje Urbano, Madrid, Editorial Blume ediciones, 1976.

DURIEUX, Phillippe. Enciclopedia de la Construcción, Barcelona – España, Editorial Técnicos Asociados, 1978

GOBIERNO PROVINCIAL DEL AZUAY.

GUINDEO, A. Y PERAZA, C. (1976): la madera como materia prima. Ed. AITIM, 196 págs.

JÜRGEN Mattheiss. (1980). Hormigón armado, hormigón armado aligerado, hormigón pretensado. Ed. Reverté S.A.

Junta del Acuerdo de Cartagena, Manual de Diseño para maderas del Grupo Andino, 1984.

MUNICIPALIDAD DE GIRÓN.

PIEDRA, Cesar. Arquitecto diseñador del proyecto: Bar y Biblioteca de la “Casa de los Tratados”, Cantón Girón

ROSELL, JAUME; CÁRCAMO, Joaquín (1995). Los orígenes del hormigón armado y su introducción en Bizkaia. La fábrica Ceres de Bilbao. Colegio Oficial de Aparejadores y Arquitectos Técnicos de Bizkaia

VACA DE FUENTES, Rosa Beatriz, (1998): Documento Técnico 65/1998: Técnicas para la preservación de las maderas, Universidad Autónoma Juan Misael Saracho.

VIGNOTE P. Santiago y MARTINEZ Rojas, (2005), Tecnología de la madera , Ediciones Mundi – Prensa, pp. 125.

## **Linkografía:**

[https://www.google.com.ec/search?q=TAPIAL&espv=2&biw=1362&bih=706&tbm=isch&tbo=u&source=univ&sa=X&ei=dSCbVcLFC4b\\_ggStmLygCA&ved=0CCAQsAQ&dpr=2#tbn=isch&q=tapial+sistema+constructivo&imgcr=JHcn4oQXJRGjkM%3A](https://www.google.com.ec/search?q=TAPIAL&espv=2&biw=1362&bih=706&tbm=isch&tbo=u&source=univ&sa=X&ei=dSCbVcLFC4b_ggStmLygCA&ved=0CCAQsAQ&dpr=2#tbn=isch&q=tapial+sistema+constructivo&imgcr=JHcn4oQXJRGjkM%3A).

[https://es.wikipedia.org/wiki/Hormig%C3%B3n\\_armado](https://es.wikipedia.org/wiki/Hormig%C3%B3n_armado)

<http://www.aspdin.net/joseph/patent.pdf>

<http://techormigon.blogspot.com/2014/09/historia-del-hormigon-armado.html>

<http://www.ing.unlp.edu.ar/construcciones/hormigon/ejercicios/Sem-ha-1.pdf>

[https://www.google.com.ec/search?q=TAPIAL&espv=2&biw=1362&bih=706&tbm=isch&tbo=u&source=univ&sa=X&ei=dSCbVcLFC4b\\_ggStmLygCA&ved=0CCAQsAQ&dpr=2#tbn=isch&q=tapial+sistema+constructivo&imgcr=bjLmUf\\_EAxzUM%3A](https://www.google.com.ec/search?q=TAPIAL&espv=2&biw=1362&bih=706&tbm=isch&tbo=u&source=univ&sa=X&ei=dSCbVcLFC4b_ggStmLygCA&ved=0CCAQsAQ&dpr=2#tbn=isch&q=tapial+sistema+constructivo&imgcr=bjLmUf_EAxzUM%3A)

[http://www.construtierra.org/construtierra\\_construir\\_con\\_tierra.html](http://www.construtierra.org/construtierra_construir_con_tierra.html)

<http://www.sitiosolar.com/la-construccion-con-tierra-cruda-el-adobe-y-la-tapia/>

[https://es.wikipedia.org/wiki/Centro\\_hist%C3%B3rico\\_de\\_Ouro\\_Preto](https://es.wikipedia.org/wiki/Centro_hist%C3%B3rico_de_Ouro_Preto)

<http://www.esacademic.com/dic.nsf/eswiki/935656>