



**UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA**

**UNIDAD ACADÉMICA DE INGENIERÍA,  
INDUSTRIA Y CONSTRUCCIÓN**

**EVALUACIÓN Y COMPARACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICO –  
MECÁNICAS DE LOS MATERIALES UTILIZADOS EN EL SISTEMA  
PREFABRICADO DENOMINADO “CAJA ESTRUCTURAL” CON LOS  
MATERIALES TRADICIONALES.**

**CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

**Autor**

- Hugo Leonardo Ruiz Vélez

**Director**

- Ing. Freddy Jatson Correa Molina

**Cuenca, mayo del 2016**

## **DECLARACIÓN DE AUTORIA**

Yo, Hugo Leonardo Ruíz Vélez

### **DECLARO QUE:**

El presente trabajo de investigación denominado “**EVALUACIÓN Y COMPARACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICO – MECÁNICAS DE LOS MATERIALES UTILIZADOS EN EL SISTEMA PREFABRICADO DENOMINADO “CAJA ESTRUCTURAL” CON LOS MATERIALES TRADICIONALES**”, ha sido desarrollado con base a una investigación exhaustiva, respetando los derechos intelectuales de terceros, cuyas fuentes se incorporan en la bibliografía.

Por lo tanto los conceptos, cálculos, resultados, conclusiones y recomendaciones están bajo mi responsabilidad.

En virtud de esta declaración me responsabilizo por el contenido, veracidad y alcance científico del trabajo en mención.

Atentamente,

.....

Hugo Leonardo Ruíz Vélez

**ALUMNO**

Cuenca, Mayo del 2016

## **CERTIFICACION**

Ing. Freddy Jatson Correa Molina

### **CERTIFICO:**

Que el presente trabajo ha sido desarrollado bajo mi dirección, asesoría, supervisión y tutoría, y que luego de las observaciones y sugerencias necesarias, autorizo la presentación ante la Unidad Académica de Ingeniería, Industria y Construcción, por considerar que se trata de un tema de investigación que reúne los méritos suficientes para ello.

Atentamente,

.....

Ing. Freddy Jatson Correa Molina

**DIRECTOR DE TESIS**

## **DEDICATORIA**

Dedico el presente trabajo en primer lugar a nuestro Padre Dios, por iluminar mi camino y darme la fuerza necesaria para lograr la meta.

A mí querida familia, a mi Madre a mi Padre, a mi Esposa, a mis Hijos, y a mis hermanos pues han sido el pilar fundamental de mi vida, siempre apoyándome para alcanzar el objetivo propuesto, brindándome cariño sincero e incondicional, ustedes son la fuente de amor, fe y esperanza.

El Autor.

## **AGRADECIMIENTO:**

Agradezco primero a Dios, porque me ha guiado por el camino del bien y me ha permitido culminar una etapa más de la vida.

A mi familia que con su apoyo incondicional me han enseñado que nunca se debe dejar de luchar por lo que se desea alcanzar, gracias por su paciencia y por creer en mí.

Al Ing. Freddy Correa Molina, y al Ing. Luis Méndez Peralta, por su amistad, apoyo y conocimientos compartidos, lo cual permitió llevar a feliz término el presente trabajo.

A la Universidad Católica de Cuenca, a su personal docente y administrativo, porque me abrieron sus puertas para mi aprendizaje.

A los señores miembros del Tribunal de Tesis

El Autor

# 1 ÍNDICE GENERAL PRELIMINAR

---

## CAPITULO 1

1. INFORMACIÓN GENERAL.	1
1.1. Antecedentes	1
1.2. Necesidad del proyecto	3
1.3. Objetivo del estudio a realizarse	4
1.3.1. Generales	4
1.3.2. Específicos	4
1.4. Investigación de mercado.	4
1.4.1. Problema.	5
1.4.2. Objetivo General para el Estudio de Mercado.	6
1.4.3. Objetivos específicos para el Estudio de Mercado.	7
1.4.4. Fuentes primarias y secundarias de datos.	7
1.4.5. Necesidad de la investigación.	8
1.4.6. Hipótesis.	8
1.4.7. Producto.	8
1.4.8. La oferta.	9
1.4.9. La demanda.	10
1.4.10. Tamaño muestral.	10
1.4.11. Proyección de la demanda.	14
1.4.12. Análisis de Precios.	17
1.4.13. Precios a nivel nacional.	17
1.5. Formas de comercialización.	17

## CAPITULO 2

2. SISTEMA DE CONSTRUCCION DE VIVIENDAS PREFABRICADO DENOMINADO “CAJA ESTRUCTURAL”.	18
2.1. Diseño y características generales	18
2.1.1. Estructura de la vivienda	18
2.1.1.1. Diseño y cálculo de los módulos	19
2.1.1.2. Diseño y cálculo de los perfiles	22
2.1.1.3. Diseño y cálculo de Estructura de madera.	23
2.1.1.4. Diseño y cálculo del contrapiso.	67
2.1.2. Características de las Instalaciones	75
2.1.2.1. Eléctricas	75
2.1.2.2. Hidrosanitarias	75
2.1.3. Características de las Paredes	76
2.1.4. Características de las Uniones	77
2.1.5. Características de las Cielos Rasos	78
2.1.6. Características de las Pisos	78
2.1.7. Acabados	79
2.2. Sistemas de modulación	79
2.2.1. Modulación en planta	79
2.2.2. Modulación en alzado	82
2.2.3. Modulación en cubierta	84
2.2.4. Expresión gráfica	85
2.3. Descripción técnica del sistema prefabricado	86
2.3.1. Descripción del producto	86

2.3.2. Versatilidad	86
2.3.3. Antisismisidad	87
2.3.4. Fácil transporte	87
2.3.5. Cubierta	87
2.3.6. Revoque exterior	87
2.3.7. Puertas	88
2.3.8. Ventanas	89
2.4. Propiedades geométricas y mecánicas de los materiales	89
2.4.1. Introducción	89
2.4.2. Proceso Fabricación	90
2.4.3. Características geométricas de las placas	95
2.4.4. Características geométricas de la madera	96
2.4.5. Características geométricas de los perfiles de Galvalumen	100

### CAPITULO 3

3. ESTUDIO DE RESISTENCIA DE MATERIALES UTILIZADOS EN VIVIENDAS PREFABRICADAS.	104
3.1. Estudio de los paneles de Hormigón.	104
3.1.1. Ensayo de compresión simple en paneles de Ho.	104
3.1.2. Ensayo de flexión en paneles de Ho.	106
3.2. Estudio de la madera	108
3.2.1. Determinación de la resistencia a la compresión paralela a las fibras.	108
3.2.2. Determinación de la resistencia a la flexión.	111
3.2.3. Determinación del contenido de humedad.	114
3.3. Estudio del perfil de aluminio	117

3.3.1. Ensayo de compresión simple en perfiles de aluminio.	117
-------------------------------------------------------------	-----

## CAPITULO 4

4. ESTUDIO FINANCIERO	120
4.1. Generalidades	120
4.2. Inversiones	120
4.2.1. Activos fijos	120
4.2.2. Activos diferidos	124
4.2.3. Capital de trabajo	125
4.3. Financiamiento	127
4.4. Presupuestos de ingresos y costos	128
4.4.1. Presupuesto de ingresos	128
4.4.2. Presupuesto de costos	129
4.4.2.1. Costos de producción	129
4.4.3. Gastos de fabricación	129
4.4.4. Gastos administrativos	132
4.4.5. Gastos de venta	136
4.4.6. Gastos financieros	137
4.5. Estado de pérdidas y ganancias	137
4.5.1. Distribución de los costos	139
4.5.1.1. Costos fijos	139
4.5.1.2. Costos variables	139
4.6. Flujo de fondo	142
4.7. Evaluación Financiera	143
4.7.1. V.A.N.	143

4.7.2. Relación Beneficio / costo	144
4.8. T.I.R.	146

## CAPITULO 5

5. ANALISIS AMBIENTAL	148
5.1. Introducción	148
5.2. Metodología para la realización de un estudio de impacto ambiental.	149
5.2.1. Información preexistente	149
5.2.2. Metodología para la realización del EIA	149
5.3. Desarrollo del estudio de impacto ambiental.	151
5.3.1. Aspectos preliminares.	152
5.3.1.1. Área de estudio.	152
5.3.1.2. Caracterización del medio.	152
5.3.2. Evaluación de impacto ambiental.	154
5.3.2.1. Definición del ámbito y alcance de la alternativa a analizar.	154
5.3.2.2. Definición de los factores a recibir impactos.	154
5.3.2.3. Definición de las acciones y/o actividades que ocasionan Impactos	154
5.3.2.4. Identificación de impactos	154
5.4. Evaluación cualitativa y cuantitativa de los impactos ambientales.	156
5.4.1. Metodología.	156
5.4.2. Definición de la metodología.	157
5.5. Actividades del proyecto y su interpretación socio ambiental.	158
5.5.1. Actividades.	159
5.5.2. Factores ambientales (FA).	160
5.6. Valoración estimada de los impactos ambientales (V.I.A.).	161
5.6.1. Conclusiones Generales.	168
5.7. Plan de manejo.	169
5.7.1. Descripción de los sub - planes de manejo ambiental	170

5.8. Metodología para la identificación de las medidas preventivas, correctoras y compensatorias para el proyecto " Evaluación y Comparación de las Propiedades Físico – Mecánicas de los Materiales Utilizados en el Sistema Prefabricado Denominado “Caja Estructural” con los Materiales Tradicionales."	171
-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----

## CAPITULO 6

6. PROGRAMACIÓN DE LA OBRA	174
6.1. Introducción	174
6.2. Las Actividades de la construcción	174
6.3. Tipos de relaciones entre las actividades	177
6.3.1. Actividades concatenadas	177
6.3.2. Actividades paralelas.	178
6.3.3. Actividades desfasadas	179
6.4. La ruta crítica.	180
6.5. Representación gráfica de las actividades de la construcción	181
6.5.1. Diagrama de barras Gantt	182
6.5.2. Diagramas CPM y PERT.	182
6.6. Holguras.	186
6.7. Inicio y finalización de las actividades	187
6.8. Programación de obra de una vivienda convencional	187
6.9. Programación de obra de una vivienda Prefabricada	191

## CAPITULO 7

7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	194
7.1. Conclusiones	194

7.2. Recomendaciones.	197
• <u>ANEXOS</u>	
ANEXO 1	
Presupuesto de vivienda prefabricada	198
Presupuesto de vivienda convencional	199
Análisis de Precios	201
ANEXO 2	
Datos y resultados del programa AVWIN (Resultados para diseños de estructura de madera).	247
Secuencia fotográfica del proceso de fabricación de los componentes de una vivienda prefabricada.	268
Secuencia fotográfica del proceso de armado de una vivienda prefabricada.	272
Fotografías de viviendas de tipo prefabricado	277
ANEXO 3	
Datos para los ensayos de laboratorio	279
Resultados y gráficas de los ensayos de laboratorio	282
Anexo fotográfico	305
<u>BIBLIOGRAFÍA</u>	
Bibliografía	312
<u>PLANOS</u>	
<b>Casa prefabricada de 48 m2</b>	
Planta y cubiertas	1/10
Fachadas	2/10
Cortes	3/10

Instalaciones Eléctricas y sanitarias	4/10
<b>Casa convencional de 48 m2</b>	
Planta y cimentaciones	5/10
Fachadas y cubiertas	6/10
Cortes	7/10
Instalaciones Eléctricas	8/10
Instalaciones Sanitarias y Detalle de Cimentación	9/10
Detalle de Cubierta, Vigas, Columnas, Paneles y Perfiles	10/10



**UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA  
CENTRO DE IDIOMAS**

**RESUMEN**

En este estudio se identificara como principal objetivo el de evaluar y comparar las propiedades físico – mecánicas de los materiales utilizados en el sistema prefabricado denominado “Caja Estructural”, comparados con los materiales tradicionales. Además se abordará la necesidad de la dotación de vivienda en la Provincia de Loja teniendo como objetivo el abaratamiento de los costos a través de la innovación de sistemas constructivos alternativos como son los prefabricados. A través de la investigación bibliográfica, de campo, de laboratorio, etc. del análisis de su estructura (módulos, perfiles, vigas, columnas, etc.) de sus instalaciones, y de la discusión de resultados, determinar que éste sistema cumpla con las características técnicas, constructivas, y las propiedades físico – mecánicas necesarias en su construcción, que además permita optimizar los espacios en los diferentes ambientes de una vivienda, así como el costo de construcción por metro cuadrado, etc. que presente este sistema como alternativa para la construcción de una vivienda.

**PALABRAS CLAVES**

- 1- Características Técnicas.
- 2- Sistema prefabricado.
- 3- Innovación constructiva.
- 4- Propiedades físico – mecánicas.

**UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA  
CENTRO DE IDIOMAS**

**ABSTRACT**

This study identifies as a main objective to evaluate and compare physical - mechanical properties of materials used in a prefabricated system called "Structural Safety", compared with traditional materials. Besides the need for providing housing will be addressed in the Province of Loja aiming at lower costs through innovation such as alternative prefabricated building systems. Through bibliographical research, field, laboratory, etc. the analysis of its structure (modules, sections, beams, columns, etc.) of their facilities, and the discussion of results, determining that this system meets the technical, building, and physical - mechanical properties needed in its further construction optimizing spaces in different environments housing, as well as the construction cost per square meter, etc. presenting this system as an alternative for house building.

**KEYWORDS**

- 1- Technical Characteristics.
- 2- Prefabricated system.
- 3- Building innovation.
- 4- Physical - mechanical properties.

Cuenca, 31 de marzo de 2016.

**EL CENTRO DE IDIOMAS DE LA UCACUE, CERTIFICA QUE EL DOCUMENTO QUE ANTECEDE FUE  
TRADUCIDO POR PERSONAL DEL CENTRO PARA LO CUAL DOY FE Y**

**SUSCRIBO.**

**ING. EDGAR VINTIMILLA V.  
DIRECTOR**

## **CAPITULO I**

**Evaluación y Comparación de las Propiedades Físico – Mecánicas de los Materiales  
Utilizados en el Sistema Prefabricado Denominado “Caja Estructural” con los Materiales  
Tradicionales.**

**1. INFORMACION GENERAL.**

**1.1. Antecedentes.**

El déficit de vivienda es un problema que se está incrementando aceleradamente en el País, más ahora que se está inmerso en una profunda crisis económica, por lo que cada vez se hace más difícil acceder a la posibilidad de tener techo propio. La crisis actual ha afectado principalmente al sector económicamente medio / bajo acentuándose más en la provincia de Loja, siendo uno de los factores para ello el creciente número de personas que migran hacia el exterior; la consecuencia inmediata de este fenómeno demográfico ha sido el incremento excesivo en los precios de los productos de primera necesidad, así como en el sector de la construcción cuyos costos a partir de la dolarización se ha incrementado en un 35%. Esta situación con el transcurrir de los días va empeorando por lo que urge encontrar soluciones habitacionales de bajo costo.

De acuerdo a datos recopilados por el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos - INEC, y según el último censo practicado en el año 2010 ([www.ecuadorencifras.gob.ec/base-de-datos-censo-2010/](http://www.ecuadorencifras.gob.ec/base-de-datos-censo-2010/)) correspondiente a la provincia de Loja se tuvo acceso a los siguientes datos:

“Número total de viviendas en el área urbana:	116.892	(100.00%)
Número de viviendas propias y totalmente pagadas:	57.204	(48.90%)
Número de viviendas arrendadas:	24.973	(21.40%)
Número de viviendas prestada o cedida	15.259	(13.10%)
Número de viviendas propias regalada donada, etc.	10.764	(9.20%)
Número de viviendas propia y la está pagando	7.143	(6.10%)
Número de viviendas por servicios:	1.414	(1.20%)
Número de viviendas en anticresis:	135	(0.10%)”

Recuperado de <http://www.ecuadorencifras.gob.ec/base-de-datos-censo-2010/>

De lo que se puede concluir que menos del 50% de la población existente hasta el año de 2010 poseía vivienda propia, situación que a la fecha no ha variado pues cada vez se hace más difícil acceder a una vivienda debido al elevado costo de los materiales de construcción así como de la mano de obra. Se toma como referencia el último censo realizado en el País que fue en el año 2010.

Desde 2001, la provincia ha experimentado un crecimiento demográfico muy importante, pero si relacionamos estos datos con la tasa nacional de nacimientos, se ha verificado una disminución, debido al alto porcentaje de migración hacia otros países y provincias.

Los índices de pobreza rural se encuentran entre el 70 % y el 77 %, y en la zona urbana van desde el 17 % al 60%. De estos porcentajes se deduce que la población sufre de varias carencias, tanto en salud, vivienda, educación y empleo. Es decir, en lo que respecta a la falta de vivienda se mantiene con los mismos porcentajes.

## **1.2. Necesidad del proyecto.**

La Universidad como un estamento llamado a contribuir con soluciones prácticas y eficientes, a los problemas de nuestro medio; y, como matriz de formulación y evaluación de proyectos, me ha brindado el apoyo necesario, una vez que he egresado de la Carrera de Ingeniería Civil, para cumplir con mi responsabilidad y tomar el reto que presenta el área de la construcción civil, en lo que se refiere a la edificación de soluciones habitacionales de bajo costo a través de materiales prefabricados, que requieren de soluciones técnicas, siendo así el propósito de esta investigación, el de ofrecer alternativas que nos permitan elevar el nivel de vida de la ciudadanía de nuestra ciudad.

La actual crisis económica que atravesamos, y la falta de conocimiento sobre sistemas alternativos de construcción de viviendas como lo es el de prefabricación, ha ocasionado en la población de medianos y bajos recursos que poseen vivienda; no puedan mejorar sus condiciones de habitabilidad y, por otro lado, aquellos que no la poseen ni siquiera puedan acceder a tener un techo propio para subsistir.

Por lo antes expuesto se ha planteado a la Universidad Católica de Cuenca, que bajo Convenio de Pasantía - Interinstitucional con la Mutualista Pichincha brinden el apoyo necesario para la realización de la presente investigación, permitiendo como Egresado de la Carrera de Ingeniería Civil, desarrolle el presente tema de investigación y sea aprobado como Tesis Previa a la Obtención del Título de Ingeniero Civil.

### **1.3. Objetivo del estudio a realizarse.**

#### **1.3.1. Generales.**

- a) Evaluar y Comparar las Propiedades Físico – Mecánicas De Los Materiales Utilizados en El Proyecto de Vivienda “Casa Lista” De Mutualista Pichincha, Comparados Con Los Materiales Tradicionales.

#### **1.3.2. Específicos.**

- a) Plantear alternativas de construcción de viviendas de bajo costo
- b) Demostrar mediante ensayos de laboratorio que los materiales utilizados (placas de hormigón, perfiles metálicos y de madera) funcionan física y mecánicamente para la construcción de una vivienda de tipo prefabricado.
- c) Establecer costos comparativos entre las viviendas de tipo convencional y las viviendas de tipo prefabricado.

### **1.4. Investigación de Mercado.**

El estudio de mercado se basa en la identificación de un área geográfica y/o grupo de personas o compradores reales o potenciales dónde se dé la existencia de una necesidad insatisfecha, sea por la posibilidad de mejorar un servicio que se está ofreciendo actualmente, o por la carencia de un producto o servicio específico.

Molina C. A. (1994) nos dice que: “Una de las ventajas de realizar un estudio de mercado es brindar información confiable al inversionista para determinar el riesgo de colocar el producto o servicio en un mercado establecido, teniendo una base de posible aceptación y comercialización del mismo. Un estudio de mercado, debe ser orientado bajo cuatro aspectos importantes: oferta, demanda, precios y comercialización del producto o servicio.” (p. 23)

#### **1.4.1. Problema.**

Dentro del convivir humano diario, el problema de la deficiencia de vivienda, es de enorme importancia de manera específica en nuestra ciudad, debido al elevado índice de crecimiento poblacional.

La actividad de la construcción es notoriamente menor al crecimiento poblacional y a la necesidad de vivienda, lo que ha generado un desfase entre la demanda y la oferta en cuestión habitacional, este exceso en la demanda genera incrementos de precios, y en determinado momento es causa de especulación.

Por otra parte la crisis económica que atraviesa en estos momentos el país ha afectado de manera especial al sector de la construcción, haciendo que cada vez sea más difícil la adquisición de una vivienda con las condiciones mínimas de habitabilidad; de manera paralela a la crisis y a causa de la misma, se ha producido una migración masiva hacia el exterior especialmente del sector económicamente bajo, siendo una de las principales causas de éste éxodo el tratar de adquirir los medios

suficientes para poder costearse la construcción de una vivienda, más allá de que este hecho constituya una solución al problema habitacional a su vez se convierte en un nuevo foco generador de problemas siendo dentro del campo financiero el principal el encarecimiento de los productos y por consiguiente de los materiales de la construcción y de la mano de obra situación que ya viene a afectar al sector medio bajo.

Es urgente la búsqueda de soluciones habitacionales de bajo presupuesto que más allá de buscar un lucro personal constituyan verdaderas respuestas a la crisis por lo menos habitacional, una de ellas sería el trabajar con materiales alternativos, como son el adobe, el bareque, el tapial en donde los mismos beneficiarios de la vivienda sean quienes aporten con su elaboración, o también se puede recurrir a sistemas de construcción también alternativos como es el caso de la viviendas prefabricadas denominadas “Casa Lista”, que por su corto tiempo de edificación, constituyen un ahorro significativo en lo que se refiere a los costos de mano de obra que es uno de los rubros más fuertes en cuanto a construcción de viviendas y de obras civiles en general.

#### **1.4.2. Objetivo general para el Estudio de Mercado.**

Determinar la prospección de la comunidad de la ciudad de Loja que no posee vivienda propia hacia la adquisición de viviendas prefabricadas con las condiciones mínimas de habitabilidad.

### **1.4.3. Objetivos específicos para el Estudio de Mercado.**

- Estudiar la predisposición a invertir.
- Estudiar los niveles socioeconómicos de los sectores medio/bajo de la población de la ciudad de Loja que no posee vivienda propia.
- Conocer su nivel de vida actual.
- Estudiar los niveles socioeconómicos de los sectores medio/bajo de la población de la ciudad de Loja que no posee vivienda propia.
- Conocer su nivel de vida actual.

### **1.4.4. Fuentes primarias y secundarias de datos.**

#### **1.4.4.1. Fuentes primarias.**

- Encuestas a las personas de los sectores medio/bajo y alto de la ciudad de Loja que no posee vivienda propia.
- Reunión con las personas interesadas en adquirir una vivienda de tipo prefabricado para analizar los beneficios que trae la adquisición de la misma.

#### **1.4.4.2. Fuentes secundarias.**

- Roles de pago o certificados de ingresos debidamente legalizados de las personas que estarían dispuestas a adquirir una vivienda prefabricada.

#### **1.4.5. Necesidad de la investigación.**

Se vuelve necesaria esta investigación, por una parte para conocer la aceptación que pueden tener las viviendas de tipo prefabricado como sistema de construcción alternativo y por otra parte que las instituciones involucradas en la ejecución de este proyecto puedan tener a la mano todos los parámetros necesarios que permitan evaluar la factibilidad del mismo.

#### **1.4.6. Hipótesis.**

Las viviendas de tipo prefabricado tienen la aceptación del sector medio/bajo de la ciudad de Loja y acuden a créditos otorgados por organismos multilaterales para la adquisición de las mismas por considerarlas una alternativa de buena calidad y de bajo costo.

#### **1.4.7. El producto**

En el presente trabajo, sobre viviendas prefabricadas se constituye en el único producto en estudio. Actualmente, se ha generado un gran interés por la búsqueda de soluciones habitacionales, las prefabricadas y las de construcción tradicional son la alternativa para la solución a este problema con perspectivas económicas y de buena rentabilidad.

Este tipo de vivienda a nivel internacional, tienen una demanda comercial muy aceptable, debido a que sus precios son muy halagadores en el mercado, y a la vez son muy cotizados por la rapidez y seguridad que estos brindan.

En el Ecuador, la demanda de este producto es limitada, por el momento pues son pocos los casos que ofrecen, particularmente en las ciudades de Quito y Guayaquil. Así mismo, a nivel de producción son pocas las personas que están en este negocio; sin embargo, la construcción de este tipo de vivienda es una actividad que está tomando fuerza en el Ecuador.

#### **1.4.8. La oferta**

##### **1.4.8.1. Principales Proveedores.**

El principal proveedor de este tipo de estructuras que permiten la construcción rápida y eficiente de un sistema habitacional prefabricado es la Mutualista Pichincha a través de su programa denominado “Casa Lista” y HORMI - 2, de igual manera ofrece prefabricados DISENSA. Para el presente nos referiremos a “Casa Lista” que está basado principalmente en tecnología Colombiana.

##### **1.4.8.2. Las viviendas prefabricadas en el Ecuador.**

Las viviendas prefabricadas en todo el país se han construido es así que en las ciudades de Quito, Guayaquil, Ambato, Riobamba, Cuenca y Loja,

existen un alto índice de las mismas. Particularmente la ciudad de Loja se ha construido en los barrios de Consacola, Miraflores Alto, La Banda, Carigán entre otras.

#### **1.4.9. La demanda.**

##### **1.4.9.1 Principales consumidores**

Los mayores consumidores de este producto se encuentran en las urbanizaciones, en estas se construyen sus viviendas en varios estilos, y son las que por su importancia y por la premura del tiempo y la necesidad de una vivienda digna con los mayor favorecidos con este tipo de construcciones que en su mayoría son prefabricadas, por su valor y por su garantía.

#### **1.4.10. Tamaño muestral.**

En virtud de que la población en estudio es de 1000 habitantes (dueños de lotes en las diferentes urbanizaciones locales) y con el objeto de aplicación de las encuestas a los demandantes fue necesario analizar a quienes pedir la información por lo tanto se determinó que como la vivienda es prioritaria y que éstas se construyen en diferentes lugares especialmente en las urbanizaciones locales, entonces se debe realizarlo a los diferentes dueños de los lotes pertenecientes a éstas, se procede a determinar una muestra significativa de la población a través de la siguiente fórmula, que acepta un margen de error del 5%. En su estudio, Molina C. A. (1994), emplea la siguiente fórmula:

$$m = \frac{Z^2 \sigma^2 N}{Ne^2 + Z^2 \sigma^2} \quad (\text{p. 34})$$

Donde:

m= Muestra

z= Nivel de confianza (1.96)

$\sigma$ = Desviación estándar (0.50)

N= Población en estudio.

e= Error muestral (0.05)

$$m = \frac{(1.96)^2 (0.5)^2 (1.000)}{(1.000) (0.05)^2 + (1.96)^2 (0.5)^2}$$

$$m = \frac{(3.8416)(0.0025)(1000)}{(1000) (0.0025) + (3.8416)(0.0025)} = 384 \text{ encuestas}$$

Las 384 encuestas se distribuyen para toda la población de estudio, de acuerdo a lo que se establece en la tabla 1.1:

<b>TABLA 1.1. DISTRIBUCION MUESTRAL</b>			
<b>URBANIZACION</b>	<b>SOCIOS</b>	<b>PARTICIPANTE</b>	<b>MUESTRA</b>
UNE I ETAPA	358	37.25	143
COLINAS NORTE	106	11.03	42
JUAN JOSE CASTILLO	271	28.20	108
ROSALES	226	23.52	91
<b>T O T A L</b>	<b>961</b>	<b>100</b>	<b>384</b>

FUENTE: Investigación directa

ELABORACIÓN: El autor

En la Tabla 1.1. se puede observar que las 384 muestras han sido distribuidas 143 para las urbanizaciones de la UNE I ETAPA, 42 COLINAS LOJANAS, 108 JUAN JOSE CASTILLO y 91 a los ROSALES, todas perteneciente a la ciudad de Loja. La encuesta estuvo dirigida a los dueños de los lotes y pertenecientes a las respectivas urbanizaciones de las cuales se pudo determinar lo siguiente:

<b>TABLA 1.2. PREFERENCIAS POR LA CONSTRUCCIÓN DE LAS CASAS</b>		
<b>TIPO DE CONSTRUCCIÓN</b>	<b>f</b>	<b>%</b>
TRADICIONAL	120	31.25
PREFABRICADA	264	68.75
<b>TOTAL</b>	<b>384</b>	<b>100.00</b>

FUENTE: Aplicación de encuestas directas

ELABORACION: El autor

Para construir sus viviendas, los encuestados de las diferentes urbanizaciones tienen sus preferencias, esto es que el 68.75% prefieren una casa prefabricada por varias razones tales como: económicas, seguras, garantizadas y de rápida construcción. Mientras que el 31.25% desea que su vivienda sea de tipo tradicional.

Se desprende entonces que de las encuestas realizadas se pudo determinar que la demanda actual de este tipo de vivienda prefabricada es alta (68.75%) y tiene mayor preferencia.

<b>TABLA 1.3 DEMANDA ACTUAL</b>					
<b>TIPO VIVIENDA</b>	<b>UNE I ETAPA</b>	<b>Colinas Norte</b>	<b>Juan José Castillo</b>	<b>Rosales</b>	<b>Total</b>
TRADICIONAL	45	10	40	25	120
PREFABRICADA	98	32	65	69	264
<b>TOTAL</b>	<b>143</b>	<b>42</b>	<b>105</b>	<b>94</b>	<b>384</b>

FUENTE: Investigación directa

ELABORACIÓN: El autor

Se confirma una vez más que el mayor porcentaje de los encuestados de la muestra tomada, tiene opción para construir su vivienda tipo prefabricada.

<b>TABLA 1.4 PROYECCION DE LA DEMANDA BASE</b>					
<b>TIPO VIVIENDA</b>	<b>UNE I ETAPA</b>	<b>Colinas Norte</b>	<b>Juan José Castillo</b>	<b>Rosales</b>	<b>Total</b>
TRADICIONAL	60.47	13.44	53.75	33.60	161.26
PREFABRICADA	131.69	43.00	87.35	92.72	354.76
<b>TOTAL</b>	<b>192.16</b>	<b>56.44</b>	<b>141.10</b>	<b>126.32</b>	<b>531.46</b>

FUENTE: Investigación directa

ELABORACIÓN: El autor

De acuerdo a lo analizado, se puede señalar que la casa prefabricada tiene mayor preferencia, por lo que es importante resaltar la importancia que hay que darle a este tipo de construcción.

<b>TABLA 1.5. DEMANDA DE CONSTRUCCIONES PARA VIVIENDA</b>					
<b>AÑO</b>	<b>X</b>	<b>Y</b>	<b>XY</b>	<b>X<sup>2</sup></b>	<b>Y<sup>2</sup></b>
2016	1	516.02	516.02	1	266.275.81
2017	2	619.22	1.238.45	4	383.437.17
2018	3	743.03	2.229.20	9	552.149.53
2019	4	891.68	3.566.72	16	795.095.32
2020	5	1.070.02	5350.09	25	1.144.937.26
<b>Total</b>	<b>15</b>	<b>3.840.01</b>	<b>12.900.48</b>	<b>55.00.</b>	<b>3.141.895.10</b>

FUENTE: Investigación Directa

ELABORACIÓN: El autor

#### **1.4.11. Proyección de la demanda.**

Para realizar la proyección de la demanda, se utilizó el método de regresión lineal, cuya ecuación es:  $y = a + bx$

**y** = variable dependiente

**x** = variable independiente

**a** = punto de intersección de la línea de regresión

**b** = pendiente de la línea de regresión

Pero para aplicar esta ecuación, primero se obtuvo los valores de **a** y **b**, a través del criterio de los mínimos cuadrados.

$$b = \frac{\sum xy - (\sum x)(\sum y) / n}{\sum x^2 - (\sum x)^2 / n} = \frac{1}{n} (\sum y - b \sum x)$$

Para realizar las proyecciones de las casas prefabricadas y tradicionales, se tomó como referencia los últimos de los datos de la Tabla 1.5.

$$b = \frac{\sum xy - (\sum x)(\sum y)/n}{\sum x^2 - (\sum x)^2/n}$$

$$b = \frac{12900.48 - (15)(3840.01)/5}{55 - (15)^2/5}$$

$$b = 138.05$$

$$a = \frac{1}{n} (\sum y - b \sum x)$$

$$a = \frac{1}{5} (3840.01 - 138.05 \times 15)$$

$$a = 353.85$$

$$y = a + bx = 353.85 + 138.05(6) = 1.182.15$$

Por lo tanto, el número de viviendas estimadas para el año 2016, es de 1.182.14 de la misma manera se reemplaza (x), en la ecuación lineal y se obtiene la proyección para los demás años de vida útil del proyecto.

<b>TABLA 1.6 PROYECCION DE LA DEMANDA</b>	
<b>AÑO</b>	<b>PROYECCION</b>
2016	1.182.14
2017	1.320.18
2018	1.458.23
2019	1.596.27
2020	1.734.32

**FUENTE:** Tabla 1.5

**ELABORACIÓN:** El autor

Si bien es cierto se ha proyectado la demanda de este tipo de construcción (vivienda prefabricadas) la misma que asciende a 1.182.14 viviendas para el año 2016.

Se establece que se dará inicio de acuerdo a lo establecido en el cuadro anterior o sea que para el primer año se estima construir solamente el 60% de las casas prefabricadas y así hasta el 2020 donde se alcanzará el 100% de su capacidad.

<b>TABLA 1.7 CAPACIDAD DE PRODUCCION</b>		
<b>AÑO</b>	<b>%</b>	<b>PROYECCION</b>
2016	60.00	934.80
2017	70.00	1.090.60
2018	80.00	1.246.40
2019	90.00	1.402.20
2020	100.00	1.558.00

**FUENTE:** Investigación Directa

**ELABORACIÓN:** El autor

#### **1.4.12. Análisis de Precios.**

Se entiende como precio a la suma de dinero a pagar al vendedor a cambio de recibir unos determinados bienes o servicios. Aquí la suma no es la que pide el vendedor, sino la suma realmente pagada en la transacción.

#### **1.4.13. Precios a Nivel Nacional**

Según información obtenida en la presenta investigación las casas de construcción prefabricadas habitables, se han establecido en los siguientes precios:

- Vivienda de 48 m<sup>2</sup> tiene un costo de 12.000 a 17.000 dólares
- Vivienda de 70 m<sup>2</sup> tiene un costo de 17.500 a 24.000 dólares
- Vivienda de 100 m<sup>2</sup> tiene un costo de 22.500 a 31.000 dólares

Recuperado de <https://www.mutualistapichincha.com/web/guest/casalista>.

#### **1.5. Formas de comercialización.**

La comercialización es una actividad que acelera el movimiento del producto, desde el productor hasta el consumidor, para lo cual es vital escoger el canal de comercialización más idóneo de acuerdo al producto en oferta.

A nivel local y nacional, la venta de este tipo de casas se la realiza directamente en las urbanizaciones y muy pocas en calidad de particular debido a que, las urbanizaciones tienen mayor opción a construir una casa prefabricada con las garantías que ésta ofrece.

## **CAPITULO II**

## **2. SISTEMA DE CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDAS PREFABRICADO DENOMINADO “CAJA ESTRUCTURAL”.**

### **2.1. Diseño y características generales.**

Este sistema constructivo para viviendas prefabricadas está basado en un sistema de construcción modular y funciona como una “Caja Estructural”, en donde todos los elementos de la casa colaboran entre sí para mantener la estructura. Mutualista Pichincha transfirió esta tecnología desde Colombia y lo aplica en su fábrica ubicada en la calle 29 de mayo, ciudad Mitad del Mundo, vía a Calacalí, en la provincia de Pichincha, produciendo viviendas que van desde los 36 m<sup>2</sup> hasta los 170 m<sup>2</sup>.

Su estructura está dada por paredes que absorben y resisten las cargas y sobrecargas verticales (como granizo o ceniza), transmitiendo estas cargas desde la cubierta a las vigas y por éstas a los paneles de hormigón que conforman las paredes.

#### **2.1.1. Estructura de la vivienda.**

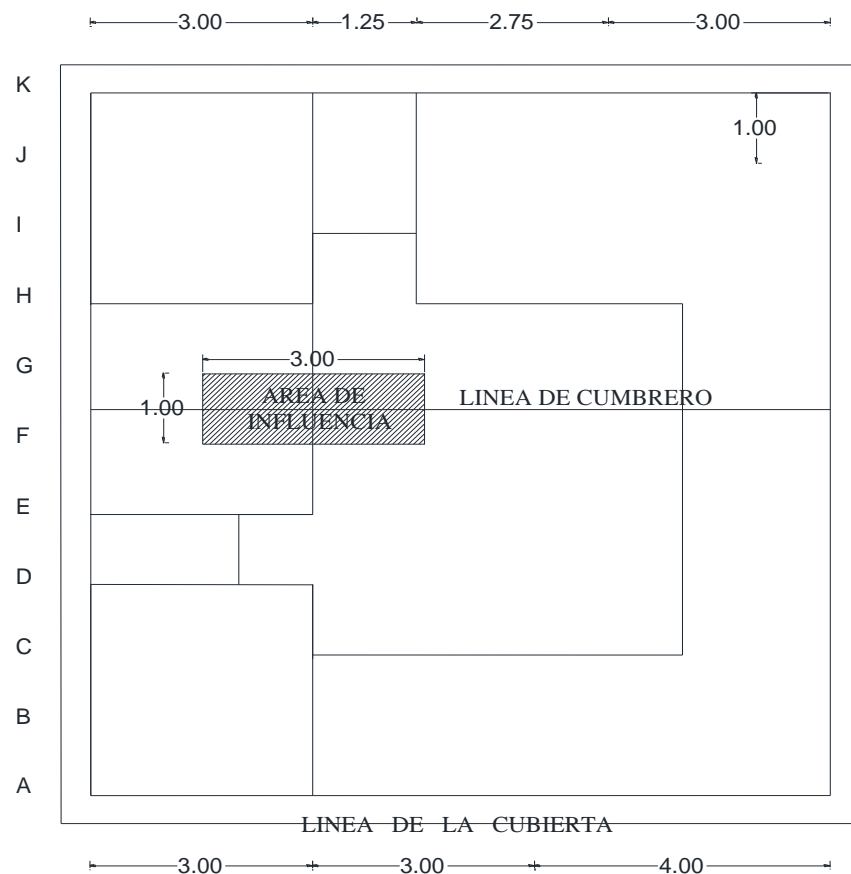
La estructura de la casa se soporta en las paredes que son placas de hormigón fundidas en moldes, y que tienen un espesor de 3.50cm, miden 97.00 cm x 97.00 cm las mismas que son autoportantes. Las paredes se unen entre sí por perfiles metálicos. El hecho de que las uniones son flexibles y la forma cuadrada o rectangular de la vivienda aseguran un muy buen comportamiento antisísmico.

La estructura de madera que se coloca es de Yumbingue y sirven para apoyar la cubierta en los sitios donde no existen paredes, porque toda la cubierta se apoya en las

paredes que suben con la misma pendiente que la cubierta, por este motivo no existen espacios huecos entre las paredes y la cubierta.

### 2.1.1.1 Diseño y cálculo de los módulos.

Para el cálculo y diseño de los módulos, será necesario determinar el módulo que se encuentra sometido a mayor esfuerzo; en este caso es el que se encuentra soportando la mayor cantidad de módulos sobre él, lo que sucede en la línea del cumbrero; por otra parte hay que determinar el mayor esfuerzo generado por la carga proveniente de la cubierta y la sobrecarga de servicio, será necesario entonces conocer la mayor área de influencia que se pueda presentar, para ello nos apoyaremos en el siguiente gráfico:



**Fig. 2.1. Determinación del área de influencia para cálculo de paneles**

#### 2.1.1.1.1. Método de diseño.

Los módulos por ser elementos de Hormigón simple serán diseñados por el método de esfuerzos admisibles, apoyándonos en los resultados obtenidos de los ensayos de laboratorio que se practicaron en placas a escala, ensayos que se realizaron en un laboratorio particular llamado GEOCONS ubicado en la ciudad de Loja.

#### 2.1.1.1.2. Cargas.

Las estructuras deberán diseñarse para soportar todas las cargas provenientes de:

1. Peso Propio y otras cargas permanentes o cargas muertas, e incluyendo las cargas provenientes del peso de otros componentes de la edificación sean estos estructurales o no.
2. Sobrecargas de servicio o cargas vivas, es decir todas aquellas cargas que no formen parte del peso propio de la edificación.
3. Sobrecargas de sismos, viento, nieve y temperatura. Estas deben considerarse de acuerdo a los reglamentos y códigos vigentes en la zona de ubicación de la construcción.

#### 2.1.1.1.3. Diseño a compresión.

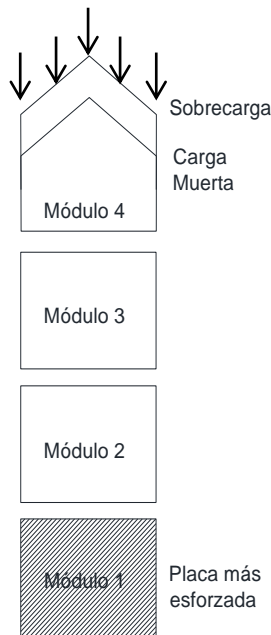
Con los ensayos a compresión realizados (Ver anexo 3- Ensayo de Laboratorio a la Resistencia a la compresión) determinamos el esfuerzo promedio que soporta la placa de hormigón, al cual llamaremos  $\sigma$  admisible para su comparación (Fig. 1 anexo 3). En su estudio Winter George y Nilson Arthur (1997), emplean la siguiente fórmula:

$$\sigma_{ADMISIBLE} = \frac{f'c_2 + f'c_3}{n} \quad (\text{p. 241})$$

$$\sigma_{ADMISIBLE} = \frac{(84.29 + 79.30 + 80.68) \text{kg} / \text{cm}^2}{3}$$

$$\sigma_{ADMISIBLE} = 81.42 \text{kg} / \text{cm}^2$$

Determinamos  $\sigma$  aplicado en función de las cargas aplicadas, así:



$$\text{Peso módulos de H}^\circ = \text{Módulo 2} + \text{Módulo 3} + \text{Módulo 4}$$

$$\text{Carga Muerta actuante} = 73.16\text{kg} \times 2 + 41.15\text{kg} = 187.50\text{kg}$$

$$\text{Área de influencia} = 1.00\text{m} \times 3.00\text{m} = 3.00\text{m}^2 \text{ (Ver Fig. 4(a))}$$

$$\text{Carga Muerta actuante} = \text{Área de influencia} \times \text{peso de la cubierta}$$

$$\text{Carga Muerta actuante} = 3.00\text{m}^2 \times 15\text{kg} / \text{m}^2 = 45\text{kg}$$

$$\text{Carga Viva actuante} = \text{Área de influencia} \times \text{Sobrecarga de servicio}$$

$$\text{Carga Viva actuante} = 3.00\text{m}^2 \times 100\text{kg} / \text{m}^2 = 300\text{kg}$$

$$\text{Carga Total actuante} = \text{Peso módulos} + \text{C. Muerta} + \text{C. viva}$$

$$\text{Carga Total actuante} = 187.50 + 45 + 300 = 532.47\text{kg}$$

Área de placa sometida a esfuerzo = ancho de placa x espesor de placa

$$\text{Área de placa sometida a esfuerzo} = 97\text{cm} \times 3.4\text{cm} = 329.80\text{cm}^2$$

$$\sigma_{\text{ APLICADO}} = \text{Carga total actuante} / \text{área de placa}$$

$$\sigma_{\text{ APLICADO}} = 532.45\text{kg} / 80\text{ cm}^2 = 1.61\text{kg} / \text{cm}^2$$

$$\sigma_{\text{ APLICADO}} = 1.61\text{kg} / \text{cm}^2$$

$$\sigma_{\text{ ADMISIBLE}} = 81.42\text{kg} / \text{cm}^2$$

$$\sigma_{\text{ APLICADO}} < \sigma_{\text{ ADMISIBLE}} \therefore \text{OK}$$

#### 2.1.1.1.4. Cálculo sísmico estático de fuerzas.

Determinamos el cortante Basal. En su estudio Winter George y Nilson Arthur (1997), emplean la siguiente fórmula:

$$V = \frac{Z/C}{R\phi_p\phi_e} W \quad (\text{p. 653})$$

Donde:

$V =$  Cortante Basal.

$Z =$  Factor zona sísmica (Loja zona sísmica 2  $Z=0.25$ )

$I =$  Factor importancia de estructura (Otras estructuras  $I=1$ )

$C =$  Coeficiente del suelo ( $C=2.8$ )

$R =$  Factor de reducción por ductilidad (Otras estructuras  $R=3$ )

$\Phi_p =$  Coeficiente de configuración estructural en planta ( $\Phi_p=1$ )

$\Phi_e =$  Coeficiente de estructura en elevación ( $\Phi_e=1$ )

$W =$  Carga sísmica reactiva de la estructura (peso total de la vivienda  $W=14380\text{Kg}$ )

$V = 3307 \text{ Kg.}$

Luego calculamos el esfuerzo cortante promedio que se produce en la vivienda, entonces se hará un análisis muy sencillo en función del área sometida a dicho esfuerzo, para ello determinamos la longitud desarrollada de las paredes de la vivienda y la multiplicamos por el espesor.

*Longitud total de las paredes* = 5888.75 cm

*Espesor de los módulos* = 3.4 cm

*Área sometida a cortante* = 20021.75 cm<sup>2</sup>

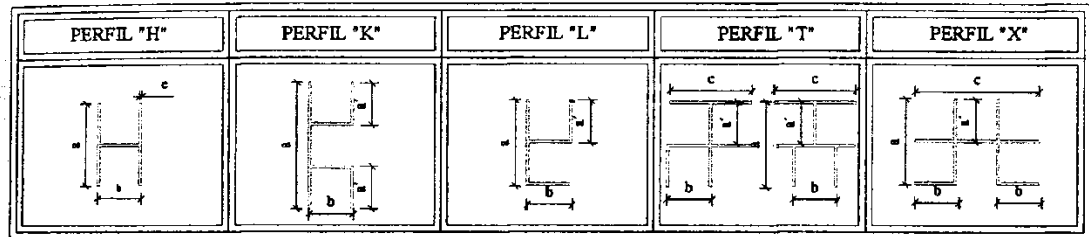
*Esfuerzo promedio cortante* =  $V/A = 0.17 \text{ kg/cm}^2$

Como se observa el esfuerzo cortante que se genera es muy insignificante, por lo tanto no se requiere de un análisis sísmico más detallado.

### **2.1.1.2. Cálculo y diseño de los perfiles.**

Debido a que los paneles de Hormigón y la estructura de madera soportan los efectos de las cargas aplicadas, los perfiles no soportarán ninguno de los efectos mencionados anteriormente, por lo tanto los mismos serán diseñados únicamente

como material para realizar los acoples, tanto entre paneles como entre paneles y maderas. Sin embargo hay que recalcar que los mismos son capaces de resistir esfuerzos en caso de así solicitarlo, como lo demuestran las pruebas de laboratorio realizadas y que constan en el anexo 4. A continuación se grafican los tipos de paneles utilizados:



**Fig. 2.2 Perfiles metálicos tipo utilizados.**

### 2.1.1.3. Cálculo y diseño de la estructura de madera.

#### 2.1.1.3.1. Cálculo de la estructura de madera.

El análisis para el cálculo de la estructura de madera se lo realizó utilizando el programa AWIN, cuyos resultados se encuentran en el anexo 2.

Los parámetros utilizados para el diseño de la madera son los siguientes:

- Módulo de elasticidad:  $100.000\text{kg/cm}^2$ .
- Peso específico (Yumbingue):  $0.00061\text{kg/cm}^3$
- Coeficiente de dilatación térmica:  $0.000015^\circ\text{C}^1$
- Coeficiente de Poisson: 0.40

Las secciones que se utilizaron para realizar el cálculo con el programa AWIN para la estructura de madera se resumen en la siguiente tabla:

TABLA 2.1 SECCIONES A UTILIZARSE EN EL DISEÑO		
Descripción	Ubicación	Sección (cm.)
Viga	Cubierta	6.5 x 14
		4 x 14
		8 x 14
Armadura	Cubierta y porche	8 x 14
		4 x 9
		4x6.5
Columna	Interior de la casa	4 x 14
	Porche de la entrada	8 x 14

FUENTE: Resumen de resultados AVWIN

ELABORACIÓN: El Autor

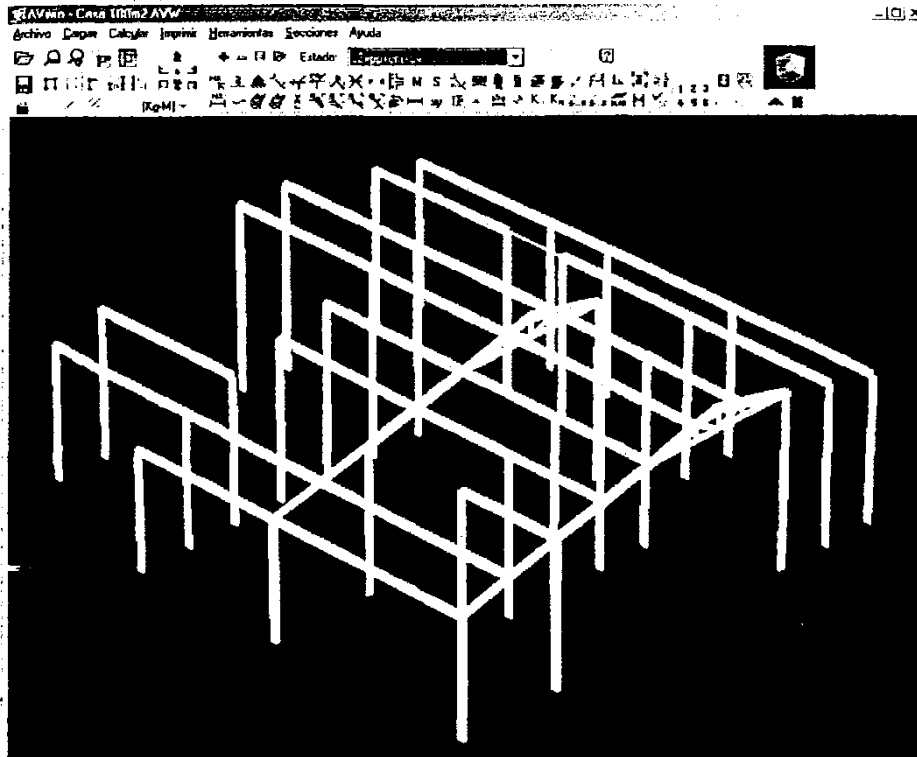


Fig. 2.3 Modelo 3D de estructura de madera en programa AVWIN

### 2.1.1.3.2. Método de diseño.

En el PADT-REFORT, Manual de Diseño para maderas del grupo andino. (1984) se indica que: "El diseño de los elementos de madera debe hacerse para cargas de servicio o Método de esfuerzos admisibles.

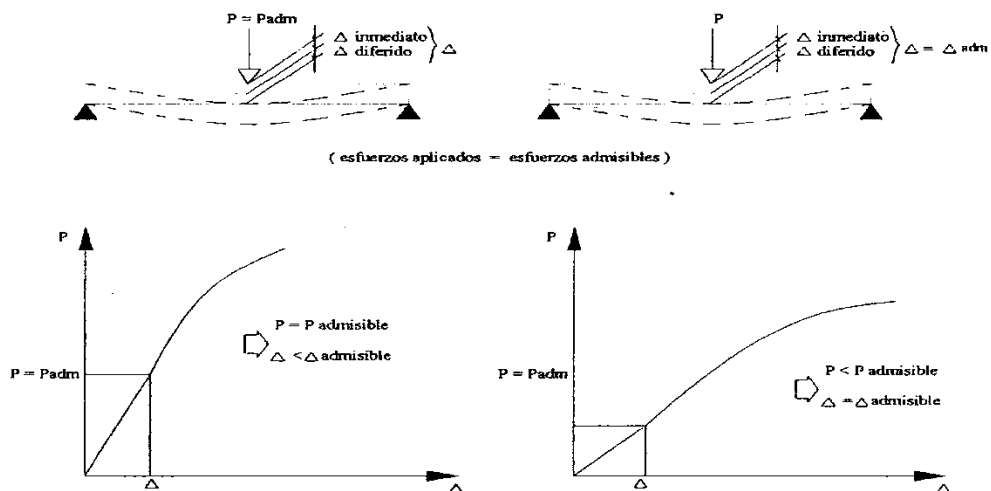
**Requisitos de resistencia.-** Los elementos estructurales deben diseñarse para que los esfuerzos aplicados, producidos por las cargas de servicio, sean iguales o menores que los esfuerzos admisibles del material (Fig. 2.4).

### ESFUERZOS APLICADOS < ESFUERZOS ADMISIBLES

**Requisitos de rigidez.-** Las deformaciones deben evaluarse para las cargas de servicio. Es necesario considerar los incrementos de deformación con el tiempo (deformaciones diferidas) por acción de cargas aplicadas en forma continua. (Fig. 2.4).

Las deformaciones de los elementos y sistemas estructurales deben ser menores o iguales que las admisibles." (p.7-2)

### DEFORMACIONES < DEFORMACIONES ADMISIBLES



**Fig. 2.4** Diseño elástico, (a) controlado por resistencia (limitación de esfuerzos), (b) controlado por rigidez (limitación de deformaciones).

Para los diseños se utilizará como momentos flexionantes los  $M_{33}$  resultantes del AVWIN y para los esfuerzos cortantes los  $V_2$ .

### 2.1.1.3.3. Cargas.

Las estructuras deberán diseñarse para soportar todas las cargas enunciadas en la sección 2.1.1.1.2

### 2.1.1.3.4. Esfuerzos admisibles

Los esfuerzos de diseño que se presentan a continuación son exclusivamente aplicables a madera estructural que cumple en su totalidad con la norma de clasificación visual. Las especies de madera adecuadas para el diseño usando este manual han sido agrupadas en tres grupos estructurales. Esta clasificación así como la relación de las mismas aparece en la sección 2.4.4.1 de éste capítulo. Los esfuerzos admisibles así como el módulo de elasticidad de cada grupo se presentan en la siguiente tabla:

<b>TABLA 2.2 ESFUERZO ADMISIBLES Y MÓDULO DE ELASTICIDAD PARA MADERAS DEL GRUPO ANDINO</b>			
<b>PROPIEDADES</b>	<b>GRUPO</b>		
<b>kg/cm<sup>2</sup></b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>
<b><math>E_{0,05}</math> O <math>E_{min}</math></b>	<b>95.000</b>	<b>75.000</b>	<b>55.000</b>
<b><math>E_{PROM}</math></b>	<b>130.000</b>	<b>100.000</b>	<b>90.000</b>
<b><math>f_m</math></b>	<b>210</b>	<b>150</b>	<b>100</b>
<b><math>f_c</math></b>	<b>145</b>	<b>110</b>	<b>80</b>
<b><math>f_{cl}</math></b>	<b>40</b>	<b>28</b>	<b>15</b>
<b><math>f_v</math></b>	<b>15</b>	<b>12</b>	<b>8</b>
<b><math>f_t</math></b>	<b>145</b>	<b>105</b>	<b>75</b>

**FUENTE:** Manual de diseño para maderas del Grupo Andino

**ELABORACIÓN:** PADT-REFORT

Según los ensayos de laboratorio realizados (Ver anexo 3), el esfuerzo a la compresión arroja un valor bastante elevado (Valor promedio de  $485.73\text{kg/cm}^2$ ), de igual manera el esfuerzo a la flexión arroja un valor también elevado (Valor promedio  $998.30\text{kg/cm}^2$ ); para efectos del presente diseño utilizaremos los valores considerados en la tabla 2.2 para maderas del grupo andino. El grupo al que pertenece la madera que se ha ensayado (Yumbingue) es el grupo B, como se verá más adelante en el capítulo de propiedades mecánicas de los materiales, por lo tanto adoptaremos los valores de los esfuerzos admisibles para dicho grupo estructural.

### 2.1.1.3.5. Diseño de vigas y armadura que soportan la cubierta y el tumbado.

Considérese las vigas que sostienen cubierta de Eternit y tumbado de estuco como se muestra en la figura siguiente:

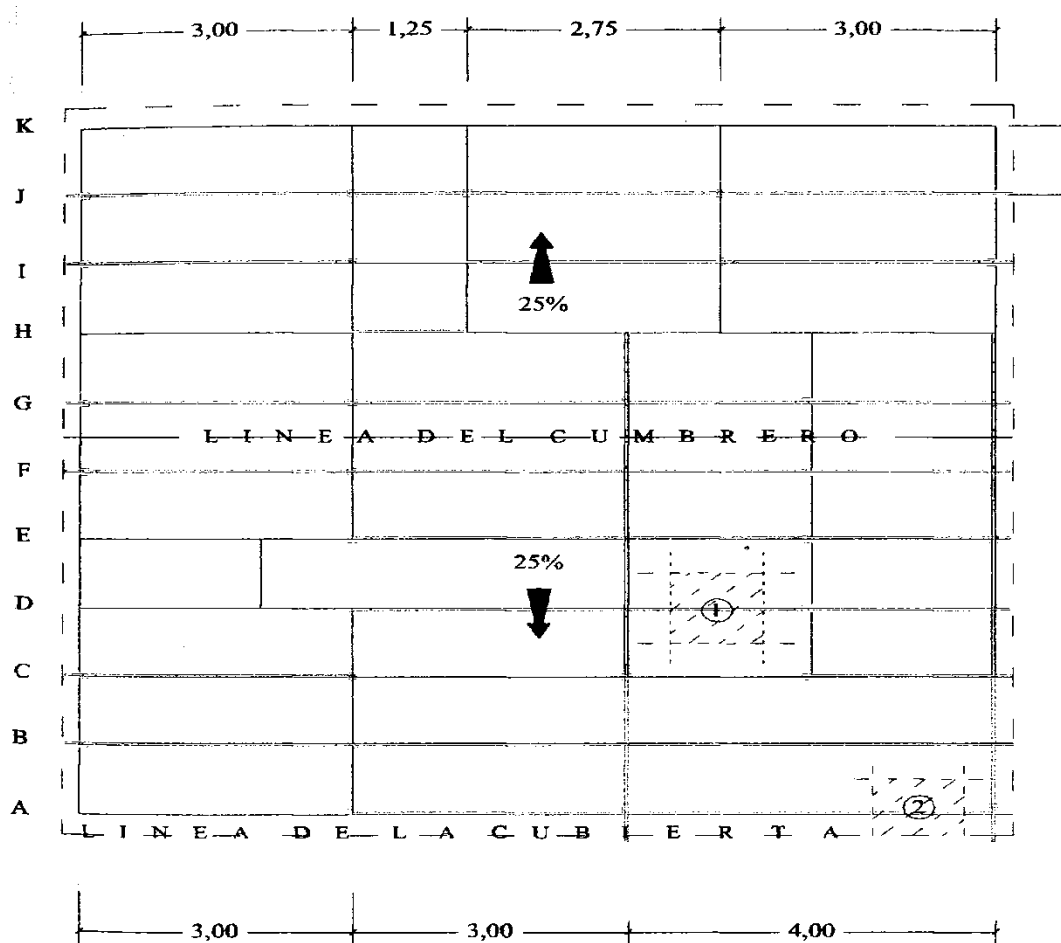
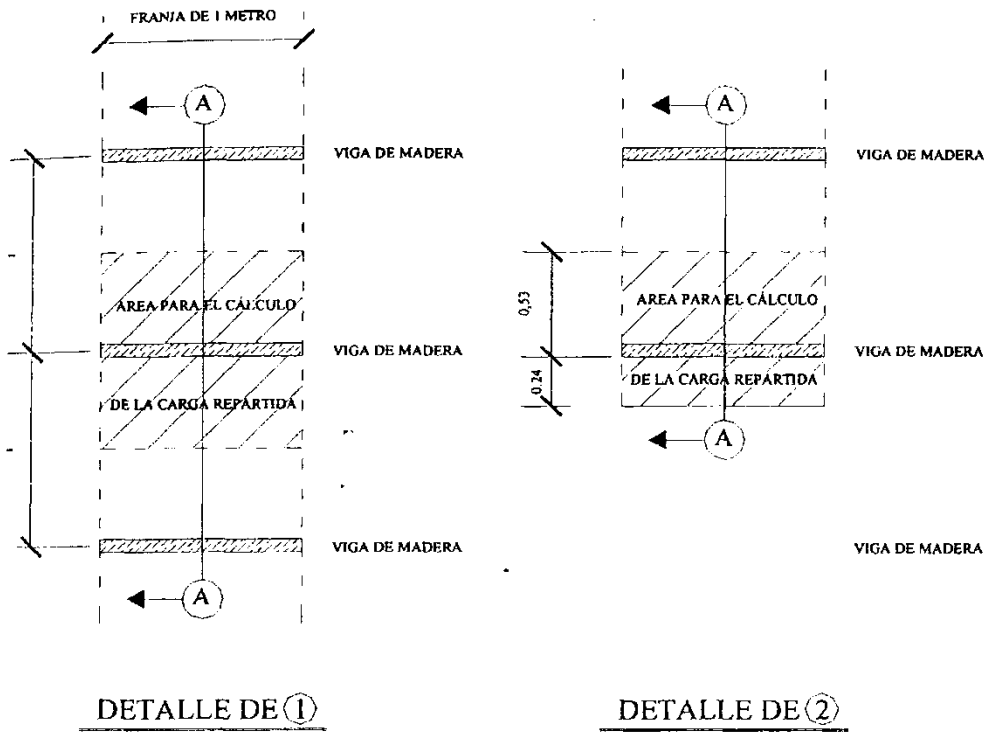
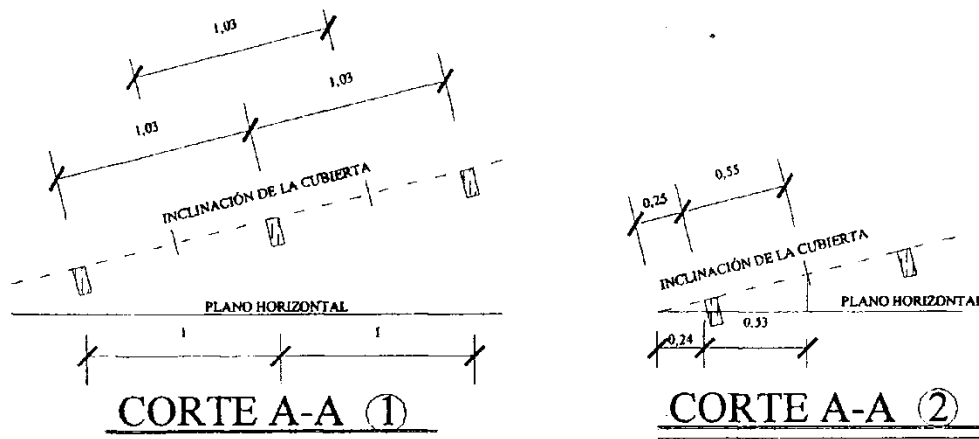


Fig. 2.5 Planta de distribución de vigas en cubierta.

Para el cálculo de la carga repartida, tanto viva /como muerta tomamos una franja de un metro de ancho de la siguiente forma (Ver 1 y 2 en Fig. 2.6):



**Fig. 2.6** Detalle de las áreas para el cálculo de la carga repartida en la cubierta.



**Fig. 2.7** Cortes de la Fig. 2.6.

Las cargas a considerarse en el diseño son las siguientes:

Peso Propio:

- a. Para el cálculo de las vigas de madera se empleó madera clasificada según el tipo **B**. El peso dependerá de la sección a usarse.

Carga Muerta:

- a. Cubierta de asbesto cemento  
(folleto de fábrica de Eternit) 15.00kg/m<sup>2</sup>
- b. Cielo raso de Estuco 5.00kg/m<sup>2</sup>

Carga viva:

- a. Sobrecarga de servicio (cubiertas inclinadas) 50.00kg/m<sup>2</sup>.

**2.1.1.3.5.1. Diseño de vigas de 6.5x14cm.**

El procedimiento de diseño a seguir es el que se presenta a continuación:

1. Bases de cálculo:

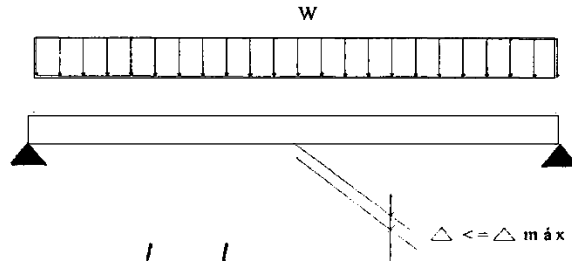
- a) Grupo de la madera a utilizarse: Madera del grupo B. (Yumbingue)
- b) Cargas a considerarse en el diseño: Consideraremos una sección de 6.5 x 14 cm.
  - Peso Propio: (ver tabla 2.4) 9.10kg/m<sup>2</sup>.
  - Peso Muerto:
    - Cubierta de asbesto cemento 15.00kg/m<sup>2</sup>.
    - Cielo raso de Estuco 5.00kg/m<sup>2</sup>.
  - Sobrecarga de servicio 50.00kg/m<sup>2</sup>
- c) Deflexiones admisibles: De la tabla 2.3 caso **b**.

<b>TABLA 2.3 DEFLEXIONES MÁXIMAS ADMISIBLES</b>		
<b>Carga Actuante</b>	<b>(a) Sin cielo raso de yeso</b>	<b>(b) con cielo raso de yeso</b>
Carga permanente + sobrecarga	L/300	L/250
Sobrecarga	L/350	L/350

**FUENTE:** Manual de diseño para maderas del Grupo Andino

**ELABORACIÓN:** PADT-REFORT

$$\Delta_{MAX} = \frac{L}{K}$$



- Carga total  $\Delta_{MAX} < \frac{L}{k} = \frac{L}{250}$
- Sobrecarga  $\Delta_{MAX} < \frac{L}{k} = \frac{L}{350}$

Las deflexiones máximas para los estados de carga mencionados fueron calculadas con el programa AWIN, mismas que se encuentra en el nudo **352** entre las vigas 189 y 190, así:

- Carga total  $\Delta_{MAX \text{ CALCULADA}} = -1.05cm$
- Sobrecarga  $\Delta_{MAX \text{ CALCULADA}} = -0.70cm$
- Carga total  $-1.05cm < \frac{L}{k} = \frac{400}{250}$   
 $-1.05cm < 1.6cm \therefore O.K.$
- Sobrecarga  $-0.70cm < \frac{L}{k} = \frac{400}{350}$   
 $-0.70cm < 1.14cm O.K.$

d) Condiciones de apoyo:

- Viga empotrada en un extremo y simplemente apoyada en el otro.
- Luz: 3.00 para el área 1 y 4.00m para el área 2.
- Luz de cálculo: 2.80m y 3.80m (menos 10 cm. de apoyo a cada lado).

## 2. Efectos máximos:

### a) Cargas de Servicio y Combinaciones:

$$\text{Carga Muerta (C}_M\text{)} = 15.00 + 5.00 = 20.00\text{kg/m}^2.$$

$$\text{Peso Propio (P}_p\text{)} = 9.10\text{kg/m}^2.$$

$$\text{Carga Viva (C}_v\text{)} = 50.00\text{kg/m}^2.$$

$$\text{Área de carga } \mathbf{1} = 1.00 \times 1.03 \text{ (Ver Fig. 2.6)} = 1.03 \text{ m}^2.$$

$$\text{Área de carga } \mathbf{2} = 1.00 \times 0.765 \text{ (Ver Fig. 2.6)} = 0.765\text{m}^2$$

$$\text{C}_M \text{ repartida por vigueta para área } \mathbf{1} = 20.00 \times 1.03 = 20.60\text{kg/m}.$$

$$\text{C}_M \text{ repartida por vigueta para área } \mathbf{2} = 20.00 \times 0.765 = 15.30\text{kg/m}.$$

$$\text{C}_v \text{ repartida por vigueta para área } \mathbf{1} = 50.00 \times 1.03 = 51.50\text{kg/m}.$$

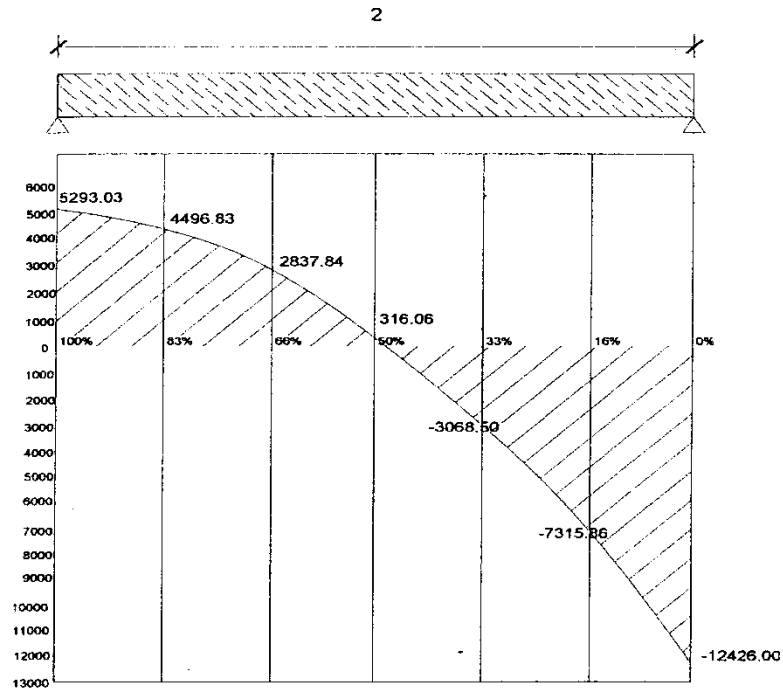
$$\text{C}_v \text{ repartida por vigueta para área } \mathbf{2} = 50.00 \times 0.765 = 38.25\text{kg/m}.$$

$$\text{Combinación N}^\circ \mathbf{1} \text{ (C}_1\text{)} = \mathbf{P}_p + \mathbf{C}_M$$

$$\text{Combinación N}^\circ \mathbf{2} \text{ (C}_2\text{)} = \mathbf{P}_p + \mathbf{C}_M + \mathbf{C}_v$$

### b) Momento máximo:

El momento máximo se produce en la viga **N° 177** ( $C_2 = P_p + C_M + C_v$ ) como lo demuestran los resultados del análisis realizado, así:

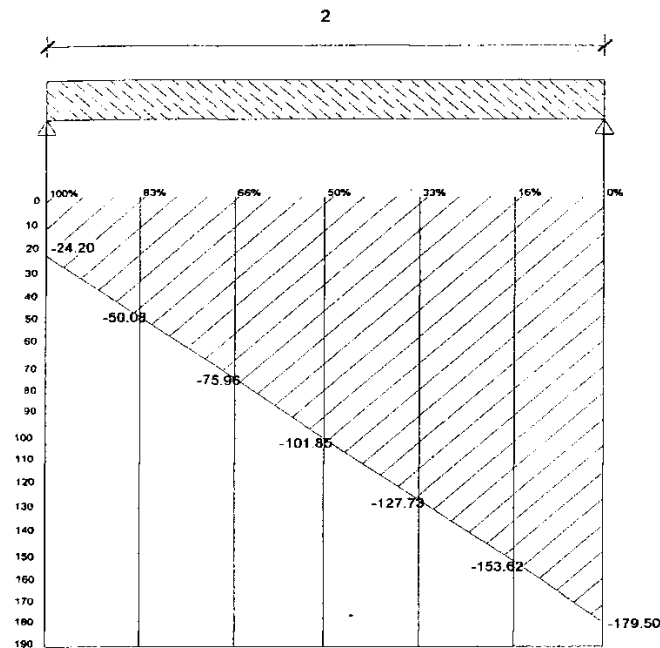


**Fig. 2.8 Diagrama de Momento en viga 177.**

$$M_{toM\acute{a}x.} = 12426.00\text{kg} - \text{cm} = 124.26\text{kg} - \text{m}.$$

c) Cortante máximo:

El cortante máximo se produce en la viga No 189, como lo de muestran los resultados del análisis realizado, así:



**Fig. 2.9 Diagrama de Cortante en viga 189**

$$V.Máx. = -179.50AgL$$

3. Esfuerzos admisibles y módulo de elasticidad:

Según la tabla 2.2 para madera del tipo **B** se tiene los siguientes valores:

- $E_{PROM} = 100\ 000\text{kg/cm}^2$
- $f_m = 150\text{kg/cm}^2$
- $f_v = 12\text{kg/cm}^2$
- $f_c \perp = 28\text{kg/cm}^2$
- 

4. Momento de inercia I necesario: fórmula tomada del PADT-REFORT, Manual de Diseño para maderas del grupo andino. (1984)

$$I > \frac{5wL^3k}{384E} \quad (\text{p. 8-15})$$

Como las deformaciones totales son las que deben satisfacer la limitación de deflexiones, incluyendo las deformaciones diferidas, la expresión anterior para determinar el momento de inercia necesario puede usarse directamente si es que la carga se modifica multiplicando las cargas permanentes (peso propio, peso muerto o sobrecargas de aplicación permanente) por el mismo factor de incremento de las deformaciones con el tiempo, es decir 1.8. La carga equivalente para el cálculo de la inercia necesaria por limitación de deformaciones sería: Fórmula tomada del PADT-REFORT, Manual de Diseño para maderas del grupo andino. (1984).

$$W_{EQUIVALENTE1} = 1.8(CM_{AREA1} + P_p) + CV_{AREA1} \quad (\text{p. 8-16})$$

$$W_{EQUIVALENTE1} = 1.8(20.60 + 9.10) + 51.50$$

$$W_{EQUIVALENTE1} = 104.96\text{kg} / \text{ml}$$

$$W_{EQUIVALENTE2} = 1.8(CM_{AREA2} + P_P) + CV_{AREA2}$$

$$W_{EQUIVALENTE2} = 1.8(15.30 + 9.10) + 38.25$$

$$W_{EQUIVALENTE2} = 82.17kg / ml$$

Para la carga total **k = 250** (tabla 2.3).

$$I_1 > \frac{5 \times 104.96 \times 280^3 \times 250}{384 \times 100 \times 100000} = 750.03cm^4$$

$$I_2 > \frac{5 \times 82.17 \times 380^3 \times 250}{384 \times 100 \times 100000} = 1467.72cm^4$$

Para la sobrecarga k = 350 (tabla 2.3)

$$I_1 > \frac{5 \times 50.000 \times 280^3 \times 350}{384 \times 100 \times 100000} = 500.2083cm^4$$

$$I_2 > \frac{5 \times 50.000 \times 380^3 \times 350}{384 \times 100 \times 100000} = 1250.34cm^4$$

Considerando el mayor de los resultados **I = 1467.72cm<sup>4</sup>**

5 Módulo de sección Z necesario por resistencia: Fórmula tomada del PADT-REFORT, Manual de Diseño para maderas del grupo andino. (1984)

$$Z > \frac{M_{m\acute{a}x}}{f_m} = \frac{124.26kg-m \times 100cm/m}{150kg / cm^2} \quad (p.8-15)$$

6. Verificación de los módulos de sección y momento de inercia:

De la tabla 2.4 seleccionamos la sección previamente escogida al inicio del diseño (6.5x14.00cm) y constatamos si satisfacen los requerimientos calculados:

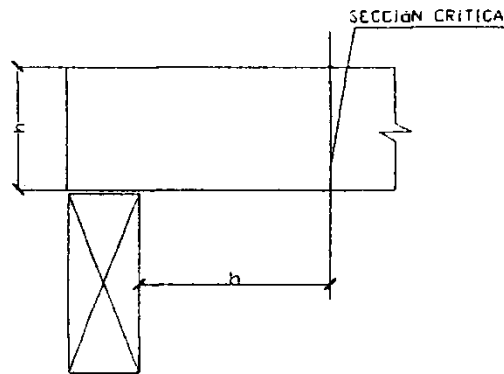
$$Z_{CALCULADO} = 82.84cm^3 < Z_{(6.5 \times 14)} = 212.3cm^3 \therefore O.K.$$

$$I_{CALCULADO} = 1467.72cm^4 < I_{(6.5 \times 14)} = 1486.30cm^4 \therefore O.K.$$

Como se puede observar el módulo de sección y el momento de inercia calculados son inferiores a los de la sección escogida por tanto cumplen el requerimiento necesario.

#### 7. Verificación del esfuerzo cortante:

El esfuerzo cortante lo verificamos en la sección crítica (Ver la figura 2.10).



**Fig. 2.10 Sección crítica para verificación de esfuerzos de corte.**

Si el elemento está apoyado en su parte inferior y cargado en su parte superior, las reacciones introducen compresiones en la dirección perpendicular a las fibras. En tal caso excepto cuando se trata de volados, es suficiente verificar la resistencia al

corte en secciones ubicadas a una distancia **h** de los apoyos. Fórmula tomada del PADT-REFORT, Manual de Diseño para maderas del grupo andino. (1984)

$$V_{h1} = V_{MÁX} - W_{(Pp+cm1+cv1)}h \quad (\text{p. 8-16})$$

$$V_{h1} = 179.50 - (9.10 + 20.60 + 51.50) \times 0.14$$

$$V_h = 168.13 \text{kg}$$

$$V_{h2} = V_{MÁX} - W_{(Pp+cm2+cv2)}h$$

$$V_{h2} = 179.50 - (9.10 + 15.30 + 38.25) \times 0.14$$

$$V_{h2} = 170.73 \text{kg}$$

De los dos valores de fuerza cortante, tomamos el mayor para realizar el chequeo.

$$\text{Esfuerzo cortante} \quad \tau = \frac{1.5V_{hMAYOR}}{bh} \quad (\text{p. 8-16})$$

$$\tau = \frac{1.5 \times 170.73}{6.5 \times 14.00}$$

$$\tau = 2.81 \text{kg/cm}_2 < fv = 12.00 \text{kg/cm}_2$$

#### 8. Verificación del momento máximo resistente a flexión:

De la tabla 2.4 tomamos el valor del momento resistente para la sección de 6.5x14 y el momento actuante será el momento máximo determinado del análisis, así:

$$M_{RESISTENTE} = 31850.00 \text{ kg} - \text{cm}$$

$$M_{ACTUANTE} = 12426.00 \text{ kg} - \text{cm}$$

$$M_{RESISTENTE} < M_{ACTUANTE} \therefore O.K.$$

**TABLA 2.4. PROPIEDADES DE ESCUADRIA**

DIMENSIONES		Área (cm <sup>2</sup> )	Eje X		Eje Y		Momentos flectores		Peso por metro		
Real b x h (cm)	Equival. Com. b x h (pulg.)		Ix cm <sup>4</sup>	Zx cm <sup>3</sup>	Iy cm <sup>4</sup>	Zy cm <sup>3</sup>	Grupo B		Grupo		
							M x-x kg-cm	M y-y kg-cm	A kg/m	B kg/m	C kg/m
1.5 x 2	3/4 x 1	3.00	1.0	1.0	0.6	0.8	150.00	112.50	0.33	0.30	0.27
1.5 x 4	3/4 x 2	6.00	8.0	4.0	1.1	1.5	600.00	225.00	0.66	0.60	0.54
1.5 x 7	3/4 x 3	9.75	34.3	10.6	1.8	2.4	1584.38	365.63	1.07	0.98	0.88
1.5 x 9	3/4 x 4	13.50	91.1	20.3	2.5	3.4	3037.50	506.25	1.49	1.35	1.22
1.5 x 14	3/4 x 6	21.00	343.0	49.0	3.9	5.3	7350.00	787.50	2.31	2.10	1.89
1.5 x 19	3/4 x 8	28.50	857.4	90.3	5.3	7.1	13537.50	1068.75	3.14	2.85	2.57
1.5 x 24	3/4 x 10	36.00	1728.0	144.0	6.8	9.0	21600.00	1350.00	3.96	3.60	3.24
1.5 x 29	3/4 x 12	43.50	3048.6	210.3	8.2	10.9	31537.50	1831.25	4.79	4.35	3.92
2 x 2	1 x 1	4.00	1.3	1.3	1.3	1.3	200.00	200.00	0.44	0.40	0.36
2 x 4	1 x 2	8.00	10.7	5.3	2.7	2.7	800.00	400.00	0.88	0.80	0.72
2 x 7	1 x 3	13.00	45.8	14.1	4.3	4.3	2112.50	650.00	1.43	1.30	1.17
2 x 9	1 x 4	18.00	121.5	27.0	6.0	6.0	4050.00	900.00	1.98	1.80	1.62
2 x 14	1 x 6	28.00	457.3	65.3	9.3	9.3	9800.00	1400.00	3.08	2.80	2.52
2 x 19	1 x 8	38.00	1143.2	120.3	12.7	12.7	18050.00	1900.00	4.18	3.80	3.42
2 x 24	1 x 10	48.00	2304.0	192.0	16.0	16.0	28800.00	2400.00	5.28	4.80	4.32
2 x 29	1 x 12	58.00	4064.8	280.3	19.3	19.3	42050.00	2900.00	6.38	5.80	5.22
3 x 3	1 1/2 x 1 1/2	9.00	6.8	4.5	6.8	4.5	675.00	675.00	0.99	0.90	0.81
3 x 4	1 1/2 x 2	12.00	16.0	8.0	9.0	6.0	1200.00	900.00	1.32	1.20	1.08
3 x 7	1 1/2 x 3	19.50	68.7	21.1	14.6	9.8	3168.75	1462.50	2.15	1.95	1.76
3 x 9	1 1/2 x 4	27.00	182.3	40.5	20.3	13.5	6075.00	2025.00	2.97	2.70	2.43
3 x 14	1 1/2 x 6	42.00	686.0	98.0	31.5	21.0	14700.00	3150.00	4.62	4.20	3.78
3 x 19	1 1/2 x 8	57.00	1714.8	180.5	42.8	28.5	27075.00	4275.00	6.27	5.70	5.13
3 x 24	1 1/2 x 10	72.00	3456.0	288.0	54.0	36.0	43200.00	5400.00	7.92	7.20	6.48
3 x 29	1 1/2 x 12	87.00	6097.3	420.5	65.3	43.5	63075.00	6525.00	9.57	8.70	7.83
4 x 4	2 x 2	16.00	21.3	10.7	21.3	10.7	1600.00	1600.00	1.76	1.60	1.44
4 x 7	2 x 3	26.00	91.5	28.2	34.7	17.333	4225.00	2600.00	2.86	2.60	2.34
4 x 9	2 x 4	36.00	243.0	54.0	48.0	24.0	8100.00	3600.00	3.96	3.60	3.24
4 x 14	2 x 6	56.00	914.7	130.7	74.7	37.3	19600.00	5600.00	6.16	5.60	5.04
4 x 17	2 x 7	66.00	1497.4	181.5	88.0	44.0	27225.00	6600.00	7.26	6.60	5.94
4 x 19	2 x 8	76.00	2286.3	240.7	101.3	50.7	36100.00	7600.00	8.36	7.60	6.84
4 x 24	2 x 10	96.00	4608.0	384.0	128.0	64.0	57600.00	9600.00	10.56	9.60	8.64
4 x 29	2 x 12	116.00	8129.7	560.7	154.7	77.3	84100.00	11600.00	12.76	11.60	10.44
5 x 5	2 1/2 x 2 1/2	25.00	52.1	20.8	52.1	20.8	3125.00	3125.00	2.75	2.50	2.25
5 x 7	2 1/2 x 3	32.50	114.4	35.2	67.7	27.1	5281.25	4062.50	3.58	3.25	2.93
5 x 9	2 1/2 x 4	45.00	303.8	67.5	93.8	37.5	10125.00	5625.00	4.95	4.50	4.05
5 x 14	2 1/2 x 6	70.00	1143.3	163.3	145.8	58.3	24500.00	8750.00	7.70	7.00	6.30
5 x 17	2 1/2 x 7	82.50	1871.7	226.9	171.9	68.8	34031.25	10312.50	9.08	8.25	7.43
5 x 19	2 1/2 x 8	95.00	2857.9	300.8	197.9	79.2	45125.00	11875.00	10.45	9.50	8.55
5 x 24	2 1/2 x 10	120.00	5760.0	480.0	250.0	100.0	72000.00	15000.00	13.20	12.00	10.80
5 x 29	2 1/2 x 12	145.00	10162.1	700.8	302.1	120.8	105125.00	18125.00	15.95	14.50	13.05
6.5 x 7	3 x 3	42.25	148.8	45.8	148.8	45.8	6865.63	6865.63	4.65	4.23	3.80
6.5 x 9	3 x 4	58.50	394.9	87.8	206.0	63.4	13162.50	9506.25	6.44	5.85	5.27
6.5 x 14	3 x 6	91.00	1486.3	212.3	320.4	98.6	31850.00	14787.50	10.01	9.10	8.19
6.5 x 17	3 x 7	107.25	2433.2	294.9	377.6	116.2	44240.63	17428.13	11.80	10.73	9.65
6.5 x 19	3 x 8	123.50	3715.3	391.1	434.8	133.8	58662.50	20068.75	13.59	12.35	11.12
6.5 x 24	3 x 10	156.00	7488.0	624.0	549.3	169.0	93600.00	25350.00	17.16	15.60	14.04
6.5 x 29	3 x 12	188.50	13210.7	911.1	663.7	204.2	136662.50	30631.25	20.74	18.85	16.97
9 x 9	4 x 4	81.00	546.8	121.5	546.8	121.5	18225.00	18225.00	8.91	8.10	7.29
9 x 14	4 x 6	126.00	2058.0	294.0	850.5	189.0	44100.00	28350.00	13.86	12.60	11.34
9 x 17	4 x 7	148.50	3369.1	408.4	1002.4	222.8	61256.25	33412.50	16.34	14.85	13.37
9 x 19	4 x 8	171.00	5144.3	541.5	1154.3	256.5	81225.00	38475.00	18.81	17.10	15.39
9 x 24	4 x 10	216.00	10368.0	864.0	1458.0	324.0	129600.00	48600.00	23.76	21.60	19.44
9 x 29	4 x 12	261.00	18291.8	1261.5	1761.8	391.5	189225.00	58725.00	28.71	26.10	23.49
14 x 14	6 x 6	196.00	3201.3	457.3	3201.3	457.3	68600.00	68600.00	21.56	19.60	17.64
14 x 17	6 x 7	231.00	5240.8	635.3	3773.0	539.0	95287.50	80850.00	25.41	23.10	20.79
14 x 19	6 x 8	266.00	8002.2	842.3	4344.7	620.7	126350.00	93100.00	29.26	26.60	23.94
14 x 24	6 x 10	336.00	16128.0	1344.0	5488.0	784.0	201600.00	117600.00	36.96	33.60	30.24
14 x 29	6 x 12	406.00	28453.8	1962.3	6631.3	947.3	294350.00	142100.00	44.66	40.60	36.54
19 x 19	8 x 8	361.00	10860.1	1143.2	10860.1	1143.2	171475.00	171475.00	39.71	36.10	32.49
19 x 24	8 x 10	456.00	21888.0	1824.0	13718.0	1444.0	273600.00	216600.00	50.16	45.60	41.04
19 x 29	8 x 12	551.00	38615.9	2663.2	16575.9	1744.8	399475.00	261725.00	60.61	55.10	49.59
24 x 24	10 x 10	576.00	27648.0	2304.0	27648.0	2304.0	345600.00	345600.00	63.36	57.60	51.84
24 x 29	10 x 12	696.00	48778.0	3364.0	33408.0	2784.0	504600.00	417600.00	76.56	69.60	62.64
29 x 29	12 x 12	841.00	58940.1	4064.8	58940.1	4064.8	609725.00	609725.00	92.51	84.10	75.69

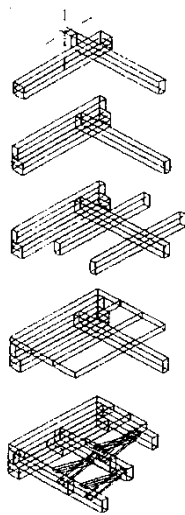
FUENTE: Manual de diseño para maderas del Grupo Andino

ELABORACIÓN: PADT-REFORT

9. Verificación de la estabilidad lateral

Determinamos la relación alto vs. Ancho en pulgadas y al cociente lo comparamos con los valores dados en la tabla 2.5.

<b>TABLA 2.5. REQUISITOS DE ARRIOSTRAMIENTOS PARA ELEMENTOS DE SECCIÓN RECTANGULAR</b>	
<i>Relación <math>\frac{\text{alto}}{\text{ancho}} = \frac{h}{b}</math></i>	



<b>2</b>	<b>No se necesita apoyo lateral.</b>
<b>3</b>	<b>Restricción de desplazamiento lateral en apoyo (traslación y rotación).</b>
<b>4</b>	<b>Restricción del desplazamiento lateral en apoyos: elemento mantenido en posición por correas o viguetas.</b>
<b>5</b>	<b>Restricción del desplazamiento lateral en apoyos, borde en compresión conectado directamente con entablado o viguetas.</b>
<b>6</b>	<b>Adicionalmente a los requisitos <math>h/b=5</math> colocar arriostramientos cruzado entre elementos a distancias menores que ocho veces su ancho.</b>

**FUENTE:** Manual de diseño para maderas del Grupo Andino

**ELABORACIÓN:** PADT-REFORT

$$\frac{h}{b} = \frac{6''}{3''} = 2.00 \therefore OK$$

De la tabla 2.5 para  $h/b = 2$  el apoyo no necesita restricción, por construcción se empernará los elementos a los apoyos para evitar desplazamientos.

10. Determinación de la longitud "a" de apoyo necesaria por compresión perpendicular a las fibras: Fórmula tomada del PADT-REFORT, Manual de Diseño para maderas del grupo andino. (1984)

La reacción máxima en el apoyo será igual al corte máximo =  $V_{\text{máx}}$ .

$$a = \frac{R_{\text{MÁX}}}{b \cdot f_c} = \frac{179.50}{6.5 \times 28} = 0.99 \text{ cm} \quad (\text{p. 8-17})$$

Se dispone de 7cm para el apoyo en las columnas de madera por tanto cumple este requerimiento.

#### 2.1.1.3.5.2. Diseño de vigas de 4 x 14cm.

Se sigue el mismo procedimiento utilizado en el numeral 2.1.1.3.5.1.

##### 1. Bases de cálculo:

- a) Grupo de la madera a utilizarse: Madera del grupo B. (Yumbingue)
- b) Cargas a considerarse en el diseño: Consideraremos una sección de 4 x 14 cm.

- Peso Propio:	5.60 kg/m <sup>2</sup>
- Peso Muerto:	
• Cubierta de asbesto cemento	15.00 kg/m <sup>2</sup>
• Cielo raso de Estuco	5.00 kg/m <sup>2</sup>
• Sobrecarga de servicio	50.00 kg/m <sup>2</sup>

c) *Deflexiones admisibles:* De la tabla 2.3 caso **b**.

- Carga total  $\Delta_{\text{MAX}} < \frac{L}{K} = \frac{L}{250}$

- Sobrecarga  $\Delta_{MAX} < \frac{L}{K} = \frac{L}{350}$

Las deflexiones máximas para los estados de carga mencionados fueron calculadas con el programa AVWIN, mismas que se encuentra en el nudo **351** entre las vigas 187 y 188, así:

- Carga total  $\Delta_{MAX\ CALCULADA} = -0.20cm$

- Sobrecarga  $\Delta_{MAX\ CALCULADA} = -0.13cm$

- Carga total  $-0.20cm < \frac{L}{k} = \frac{204}{250}$   
 $-0.20cm < 82cm \therefore O.K.$

- Sobrecarga  $-0.13cm < \frac{L}{k} = \frac{204}{350}$   
 $-0.13cm < 0.58cm O.K.$

d) *Condiciones de apoyo:*

- Viga empotrada en ambos extremos.
- Luz: 2.06.
- Luz de cálculo: 1.86 (menos 10cm de apoyo a cada lado).

2. Efectos máximos:

a) *Cargas de Servicio y Combinaciones:*

Carga Muerta ( <b>C<sub>M</sub></b> ) = 15.00 + 5.00	20.00kg/m <sup>2</sup>
------------------------------------------------------	------------------------

Peso Propio ( <b>P<sub>p</sub></b> ) = 9.10 + 5.60	14.70kg/m <sup>2</sup>
----------------------------------------------------	------------------------

Carga Viva ( <b>C<sub>v</sub></b> )	50.00kg/m <sup>2</sup> .
-------------------------------------	--------------------------

Área de carga <b>1</b> =1.00 x 1.03 (Ver Fig. 4.6)	1.03 m <sup>2</sup>
----------------------------------------------------	---------------------

Área de carga <b>2</b> =1.00 x 0.765(Ver Fig. 4.6)	0.765m <sup>2</sup>
----------------------------------------------------	---------------------

$C_M$  repartida por vigueta para área 1=20.00x1.03 = 20.60kg/m.

$C_M$  repartida por vigueta para área 2=20.00x0.765= 15.30kg/m.

$C_V$  repartida por vigueta para área 1=50.00x1.03 = 51.50kg/m.

$C_V$  repartida por vigueta para área 2=50.00x0.765= 38.25kg/m.

Combinación N° 1 ( $C_1$ ) =  $P_p + C_M$

Combinación N° 2 ( $C_2$ ) =  $P_p + C_M + C_V$

b) *Momento máximo:*

El momento máximo se produce en la viga N° 188 ( $C_2= P_p + C_M + C_V$ ) como lo demuestran los resultados del análisis realizado, así:

$$M_{toMáx.} = -12546.88 \text{ kg-cm} = -125.46 \text{ kg} - m$$

c) *Cortante máximo:*

El cortante máximo se produce en la viga N° 188, como lo demuestran los resultados del análisis realizado, así:

$$V_{Max.} = 202.42/cg$$

3. *Esfuerzos admisibles y módulo de elasticidad:*

Son los mismos que se enunciaron en el numeral 3) de la sección 2.1.1.3.5.1.

4. *Momento de inercia I necesario:*

$$I = \frac{5wL^3k}{384E}$$

$$W_{EQUIVALENTE1} = 1.8(C_{M \text{ area1}} + P_P) + C_{V \text{ area1}}$$

$$W_{EQUIVALENTE1} = 1.8(20.60 + 14.70) + 51.50$$

$$W_{EQUIVALENTE1} = 115.04 \text{ kg / ml}$$

$$W_{EQUIVALENTE2} = 1.8(C_{M \text{ AREA2}} + P_P) + C_{V \text{ AREA2}}$$

$$W_{EQUIVALENTE2} = 1.8(15.30 + 14.70) + 38.25$$

$$W_{EQUIVALENTE2} = 92.25 \text{ kg / ml}$$

Para la carga total  $k = 300$  (tabla 4.3.)

$$I_1 = \frac{5 \times 115.04 \times 186^3 \times 250}{384 \times 100 \times 100000} = 240.97 \text{ cm}^4$$

$$I_1 = \frac{5 \times 92.25 \times 186^3 \times 250}{384 \times 100 \times 100000} = 193.23 \text{ cm}^4$$

Para la sobrecarga total  $k = 350$  (tabla 4.3.)

$$I_1 = \frac{5 \times 50.00 \times 186^3 \times 350}{384 \times 100 \times 100000} = 146.628 \text{ cm}^4$$

Considerando el mayor de los resultados  $I = 240.97 \text{ cm}^4$ .

##### 5. Módulo de sección Z necesario por resistencia:

$$Z = \frac{M_{\text{máx}}}{f_m} = \frac{125.46 \text{ kg-m} \times 100 \text{ cm / m}}{150 \text{ kg / cm}^2} = 146.628 \text{ cm}^4$$

##### 6. Verificación de los módulos de sección y momento de inercia:

De la tabla 2.4 seleccionamos la sección previamente escogida al inicio del diseño (4x14.00cm) y constatamos si satisfacen los requerimientos calculados:

$$Z_{\text{CALCULADO}} = 83.64\text{cm}^3 < Z_{(4X14)} = 130.70\text{cm}^3 \therefore O.K.$$

$$I_{\text{CALCULADO}} = 240.97\text{cm}^4 < I_{(4X14)} = 914.60\text{cm}^4 \therefore O.K.$$

Como se puede observar el módulo de sección y el momento de inercia calculados son inferiores a los de la sección escogida por tanto cumplen el requerimiento necesario.

### 7. Verificación del esfuerzo cortante:

$$V_{h1} = V_{MÁX} - W_{(P_P+CM1+CV1)}h$$

$$V_{h1} = 202.42 - (14.70 + 20.60 + 51.50)x0.14$$

$$V_h = 190.27\text{kg}$$

$$V_{h2} = V_{MÁX} - W_{(P_P+CM2+CV2)}h$$

$$V_{h2} = 202.42 - (14.70 + 15.30 + 38.25)x0.14$$

$$V_{h2} = 192.87\text{kg}$$

De los dos valores de fuerza cortante, tomamos el mayor para realizar el chequeo.

$$\text{Esfuerzo cortante} \quad \tau = \frac{1.5V_h \text{ MAYOR}}{bh}$$

$$\tau = \frac{1.5x192.87}{4x14.00}$$

$$\tau = 5.17\text{kg/cm}^2 < f_v = 12.00\text{kg/cm}^2$$

### 8. Verificación del momento resistente a flexión:

De la tabla 2.4 tomamos el valor del momento resistente para la sección de 4.0x14 y el momento actuante será el momento máximo determinado del análisis, así:

$$M_{RESISTENTE} = 19600.00kg - cm$$

$$M_{ACTUANTE} = 12546.88kg - cm$$

$$M_{RESISTENTE} < M_{ACTUANTE} \therefore O.K.$$

9- Verificación de la estabilidad lateral:

Determinamos la relación alto vs. ancho en pulgadas y al cociente lo comparamos con los valores dados en la tabla 2.5.

$$\text{Relación } \frac{\text{alto}}{\text{ancho}} = \frac{h}{b}$$

$$\frac{h}{b} = \frac{6}{2} = 3.00 \therefore OK$$

De la tabla 2.5 para  $h/b = 3$ , es suficiente con restringir el desplazamiento de los apoyos. Por construcción se empernará los elementos a los apoyos para evitar desplazamientos.

10. Determinación de la longitud "a" de apoyo necesaria por compresión perpendicular a las fibras:

La reacción máxima en el apoyo será igual al corte máximo =  $V_{\text{máx}}$ -

$$a = \frac{R_{MÁX}}{b \cdot f_c} = \frac{202.42}{4 \times 28} = 1.81cm$$

Se dispone de 7cm para el apoyo en las columnas de madera por tanto cumple este requerimiento.

### 2.1.1.3.5.3. Diseño de la vigas de 8 x 14cm.

Se sigue el mismo procedimiento utilizado en el numeral 2.1.1.3.4.1.

#### 1. Bases de cálculo:

a) *Grupo de la madera a utilizarse:* Madera del grupo B. (Yumbingue)

b) *Cargas a considerarse en el diseño:* Consideraremos una sección de 8 x 14 cm. (por facilidad de construcción utilizaremos dos secciones de 4 x 14cm).

- Peso Propio:  $5.60 + 5.60$  11.20kg/m<sup>2</sup>.
- Peso Muerto:
  - Cubierta de asbesto cemento 15.00kg/m<sup>2</sup>
  - Cielo raso de Estuco 5.00kg/m<sup>2</sup>.
- Sobrecarga de servicio 50.00kg/m<sup>2</sup>

Las deflexiones máximas para los estados de carga mencionados fueron calculadas con el programa AVWIN, mismas que se encuentra en el nudo **349** entre las vigas 124 y 125, así:

- Carga total  $\Delta_{MAX\ CALCULADA} = 0.53cm$
- Sobrecarga  $\Delta_{MAX\ CALCULADA} = - 0.34cm$

- Carga total  $-0.53cm < \frac{L}{k} = \frac{204}{250}$   
 $-0.53cm < .82cm \therefore O.K.$

- Sobrecarga  $-0.34cm < \frac{L}{k} = \frac{204}{350}$   
 $-0.34cm < 0.58cm O.K.$

*d) Condiciones de apoyo:*

- Viga empotrada en un extremo y en voladizo en el otro.
- Luz: 2.06.
- Luz de cálculo: 1.96 (menos 10cm de apoyo, a un lado).

*2. Efectos máximos:*

*a) Cargas de Servicio y Combinaciones:*

$$\text{Carga Muerta (C}_M) = 15.00 + 5.00 = 20.00\text{kg/m}^2.$$

$$\text{Peso Propio (P}_P) = 11.20\text{kg/m}.$$

$$\text{Carga Viva (C}_V) = 50.00\text{kg/m}^2$$

$$\text{Área de carga } \mathbf{1} = 1.00 \times 1.03 \text{ (Ver Fig. 4.6)} = 1.03\text{m}^2.$$

$$\text{C}_M \text{ repartida por vigueta para área } \mathbf{1} = 20.00 \times 1.03 = 20.60\text{kg/m}$$

$$\text{C}_V \text{ repartida por vigueta para área } \mathbf{1} = 50.00 \times 1.03 = 51.50\text{kg/m}.$$

$$\text{Combinación N}^\circ 1 \text{ (C}_1) = \mathbf{P}_P + \mathbf{C}_M$$

$$\text{Combinación N}^\circ 2 \text{ (C}_2) = \mathbf{P}_P + \mathbf{C}_M + \mathbf{C}_V$$

*b) Momento máximo:*

El momento máximo se produce en la viga **N° 124** ( $C_2 = P_p + C_M + C_V$ ) como lo demuestran los resultados del análisis realizado, así:

$$M_{toM\acute{a}x.} = -16415.77 \text{ kg-cm} = -164.15/\text{Vg-m}$$

*c) Cortante máximo:*

El cortante máximo se produce en la viga **N° 124**, como lo demuestran los resultados del análisis realizado, así:

$$V_{M\acute{a}x.} = -208.99\text{kg}$$

3. Esfuerzos admisibles y módulo de elasticidad:

Son las mismas que se enunciaron en el numeral 3) de la sección 2.1.1.3.5.1.

4. Momento de inercia I necesario:

$$I > \frac{5wL^3}{384E}$$

$$W_{EQUIVALENTE1} = 1.8(C_M + P_P) + C_V$$

$$W_{EQUIVALENTE1} = 1.8(20.60 + 11.20) + 51.50$$

$$W_{EQUIVALENTE1} = 108.74 \text{ kg / ml}$$

Para la carga total  $k = 300$  (tabla 2.3.)

$$I_1 = \frac{5 \times 108.74 \times 196^3 \times 250}{384 \times 100 \times 100000} = 266.52 \text{ cm}^4$$

$$I_1 = \frac{5 \times 92.25 \times 186^3 \times 250}{384 \times 100 \times 100000} = 193.23 \text{ cm}^4$$

Para la sobrecarga  $k = 350$  (tabla 2.3.)

$$I_1 = \frac{5 \times 50.00 \times 196^3 \times 350}{384 \times 100 \times 100000} = 171.57 \text{ cm}^4$$

Considerando el mayor de los resultados  $I = 266.52 \text{ cm}^4$ .

5. Módulo de sección Z necesario por resistencia:

$$Z = \frac{M_{\text{máx}}}{f_m} = \frac{164.15 \text{ kg-m} * 100 \text{ cm} / \text{m}}{150 \text{ kg} / \text{cm}^2} = 109.43 \text{ cm}^3$$

6. Verificación de los módulos de sección y momento de inercia:

De la tabla 2.4 seleccionamos la sección previamente escogida al inicio del diseño (2 secciones de 4x14.00cm) y constatamos si satisfacen los requerimientos calculados:

$$Z_{\text{CALCULADO}} = 109.43 \text{ cm}^3 < Z_{2(4 \times 14)} = 261.40 \text{ cm}^3 \therefore O.K.$$

$$I_{\text{CALCULADO}} = 171.47 \text{ cm}^4 < I_{2(4 \times 14)} = 1829.20 \text{ cm}^4 \therefore O.K.$$

Como se puede observar el módulo de sección y el momento de inercia calculados son inferiores a los de la sección escogida por tanto cumplen el requerimiento necesario.

7. Verificación del esfuerzo cortante:

$$V_h = V_{\text{MÁX}} - W_{(P_p + C_m + C_v)} h$$

$$V_h = 208.99 - (11.20 + 20.60 + 51.50) \times 0.14$$

$$V_h = 197.33 \text{ kg}$$

De los dos valores de fuerza cortante, tomamos el mayor para realizar el chequeo.

Esfuerzo cortante

$$\tau = \frac{1.5V_h}{bh}$$

$$\tau = \frac{1.5 \times 197.33}{2 \times 4 \times 14.00}$$

$$\tau = 2.64 \text{ kg/cm}^2 < f_v = 12.00 \text{ kg/cm}^2$$

8. Verificación del momento resistente a flexión:

De la tabla 2.4 tomamos el valor del momento resistente para la sección de 8.0x14 y el momento actuante será el momento máximo determinado del análisis, así:

$$M_{RESISTENTE} = 39200.00kg - cm$$

$$M_{ACTUANTE} = 16415.77kg - cm$$

$$M_{RESISTENTE} < M_{ACTUANTE} \therefore O.K.$$

9- Verificación de la estabilidad lateral:

Determinamos la relación alto vs. ancho en pulgadas y al cociente lo comparamos con los valores dados en la tabla 2.5.

$$\text{Relación } \frac{\text{alto}}{\text{ancho}} = \frac{h}{b}$$

$$\frac{h}{b} = \frac{6}{2} = 1.5 \therefore OK$$

De la tabla 2.5 para  $h/b = 2$ , por ser el más próximo, el apoyo no necesita restricción, por construcción se empernará los elementos a los apoyos para evitar desplazamientos.

10. Determinación de la longitud "a" de apoyo necesaria por compresión perpendicular a las fibras:

La reacción máxima en el apoyo será igual al corte máximo =  $V_{\text{máx}}$ -

$$a = \frac{R_{MÁX}}{b \cdot f_c} = \frac{208.99}{2 \times 4 \times 28} = 0.93cm$$

Se dispone de 7cm para el apoyo en las columnas de madera por tanto cumple este requerimiento.

#### **2.1.1.3.6. Diseño de las columnas de madera.**

Las columnas de madera sirven para soportar las vigas que conforman la cubierta y a su vez transmiten la carga al contrapiso, mismas que se encuentran espaciadas a cada metro.

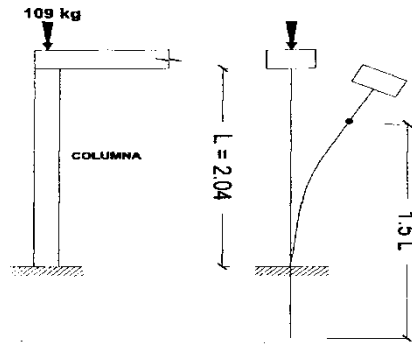
Para su diseño vamos a considerar que se encuentran empotradas en la base e impedida de rotar pero libre de desplazarse en el otro extremo; las columnas serán diseñadas para soportar fuerzas de compresión axial y para resistir momentos flexionantes y esfuerzos cortantes.

El diseño se lo realizará dependiendo de la sección y de la altura de la columna, y como ya se enunció se empleará el método de los esfuerzos admisibles. Para ello como fuerzas y esfuerzos aplicados se tomará en cuenta los valores máximos en ambos casos, calculados por medio del AVWIN.

##### **2.1.1.3.6.1. Diseño de columnas de 4x14cm.**

Dentro de las columnas tenemos 6 alturas diferentes a considerar, por efectos de demostración vamos a desarrollar el procedimiento para una de ellas, y para las restantes se tabularán los resultados en un cuadro de resumen, así:

Para la Columna de  $L = 2.04\text{m}$  seguimos el siguiente procedimiento:




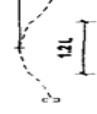


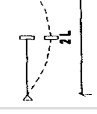
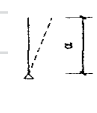
**Fig. 2.11 Carga para diseño de columna y representación gráfica del factor "k"**

1. Bases de cálculo:

- a) Grupo de la madera a utilizarse: Madera del grupo B. (Yumbingue)
- b) Cargas a considerarse en el diseño: Las cargadas aplicadas provenientes de otros elementos que se apoyan en la columna resultan en una carga concentrada de 109 kg (Máximo valor de todas las columnas de  $L = 2.04\text{m}$ , y se presenta en el elemento 38 como fuerza axial - ver anexo 2).
- c) Condiciones apoyo y factor de longitud efectiva: Estableceremos que las condiciones de apoyo son tales que la columna se considera empotrada en la base e impedida de rotar pero libre de desplazarse en el extremo superior.

De la tabla 2.6  $k = 1.2$

Longitud efectiva  $L_{ef} = k.L = 1.2 \times 2.04 = 2.448\text{m}$

TABLA 2.6 LONGITUD EFECTIVA			
CONDICION DE APOYO	k	lef	
1, Articulado en ambos extremos	1,0	L	
2. Empotrado en un extremo (prevencion del desplazamiento y rotación) y el otro impedido de rotar pero libre de desplazarse.	1,2	1,2L	
3. Empotrado en un extremo y el otro parcialmente impedido de rotar pero libre de desplazarse.	1,5	1,5L	
4. Empotrado en un extremo y libre en el otro.	2,0	2L	
5. Articulado en un extremo y el otro impedido de rotar, pero libre de desplazarse.	2,0	2L	
6. Articulado en un extremo y libre en el otro.			

**FUENTE:** Manual de diseño para maderas del Grupo Andino

**ELABORACIÓN:** PADT REFORT

## 2. Efectos máximos

Carga axial de compresión de 190kg.

## 3. Esfuerzos admisibles, módulo de elasticidad y $C_k$ :

Para columnas se usa el  $E_{MIN}$ .

- $E_{MIN} = 75\ 000\text{kg}/\text{cm}^2$  (Tabla 2.2.)
- $f_c = 110\text{kg}/\text{cm}^2$  (Tabla 2.2.)
- $C_k = 12\text{kg}/\text{cm}^2$  (Tabla 2.13.)

TABLA 2.7 RELACION DE ESBELTEZ LIMITE ENTRE COLUMNAS INTERMEDIAS Y LARGAS		
GRUPO	Ck	
	Columnas	Entramados
A	17,98	20,06
B	18,34	20,2
C	18,42	22,47

**FUENTE:** Manual de diseño para maderas del Grupo Andino

**ELABORACIÓN:** PADT REFORT

#### 4. Selección de escuadría:

Tantear sección de 4 x 14cm, A = 56cm<sup>2</sup>.

#### 5. Cálculo de esbeltez:

En este caso la longitud efectiva es igual en ambos casos (x e y). Las dimensiones de la sección transversal son diferentes en cada dirección.

En el plano de la columna: Fórmula tomada del PADT-REFORT, Manual de Diseño para maderas del grupo andino. (1984)

$$\lambda_x = \frac{L_{ef}}{b} = \frac{244.80}{14} = 17.50 \quad (\text{p. 9-5})$$

**Fuera del plano de la columna:** Fórmula tomada del PADT-REFORT, Manual de Diseño para maderas del grupo andino. (1984)

$$\lambda_y = \frac{L_{ef}}{b} = \frac{244.80}{4} = 61.20 \quad (\text{p. 9-5})$$

No se aconseja tomar relaciones de esbeltez mayores a 50 por tanto se utilizará el valor  $\lambda_{-y} = 17.50$

$10 < \lambda_y < C_k \therefore$  es una columna intermedia

#### 6. Carga admisible:

Para la determinación de la carga admisible ( $N_{ADM}$ ) existen tres expresiones (columnas cortas, columnas intermedias y columnas largas). El uso de cada una de ellas dependerá del tipo de columna que se obtenga por medio de la clasificación a través de la esbeltez, así:

“*Columnas cortas:* Las columnas cortas ( $\lambda < 10$ ) fallan a compresión o aplastamiento. Su carga admisible puede calcularse como: Fórmula tomada del PADT-REFORT, Manual de Diseño para maderas del grupo andino. (1984).

$$N_{ADM} = f_c A \quad (\text{p. 9-6})$$

Donde:

A = Área de la sección transversal.

$f_c$  = Esfuerzo máximo admisible de compresión paralela a las fibras.

*Columnas intermedias:* Para columnas intermedias ( $10 < \lambda < C_k$ ) que fallan por una combinación de aplastamiento e inestabilidad lateral (pandeo), su carga admisible puede estimarse como: Fórmula tomada del PADT-REFORT, Manual de Diseño para maderas del grupo andino. (1984)

$$N_{ADM} = f_c A \left[ 1 - \frac{1}{3} \left( \frac{\lambda}{C_k} \right)^4 \right] \quad (\text{p. 9-7})$$

Donde:

$\lambda$  = Relación de esbeltez calculada (considerar sólo la mayor).

$C_k$  = Relación de esbeltez según el tipo de madera (Tabla 2.7).

Las otras variables ya han sido definidas.

*Columnas largas:* La carga admisible para columnas largas ( $C_k < \lambda > 50$ ) se determina por consideraciones de estabilidad. Considerando una adecuada seguridad al pandeo la carga crítica  $N_{cr}$  según la teoría de Euler se reduce a: Fórmula tomada del PADT-REFORT, Manual de Diseño para maderas del grupo andino. (1984)

$$N_{ADM} = 0.329 \frac{EA}{\lambda^2} \quad (\text{p. 9-7})$$

**Nota:** En el PADT-REFORT et al. (1984) se sugiere que, “no deben utilizarse como columnas elementos cuya relación de esbeltez sea mayor a 50.” (p.9-7)

Por tanto como nuestro ejemplo se trata de una columna intermedia, aplicaremos la segunda ecuación anunciada:

$$N_{ADM} = f_c A \left[ 1 - \frac{1}{3} \left( \frac{\lambda}{C_k} \right)^4 \right]$$

$$N_{ADM} = 110 \times 56 \left[ 1 - \frac{1}{3} \left( \frac{17.50}{18.34} \right)^4 \right] = 4457.80 \text{kg} > 109.00 \text{kg} \therefore$$

*La sección es adecuada*

### 7. Verificación del momento flexionante:

De la tabla 2.4 tomamos el valor del momento resistente para la sección de 4.0x14 y el momento actuante será el momento máximo determinado del análisis (Ver anexo 3), así:

$$M_{RESISTENTE} = 19600.00 \text{ kg} - \text{cm}$$

$$M_{ACTUANTE} = 2234.30 \text{ kg} - \text{cm} \text{ (Elemento 40)}$$

$$M_{RESISTENTE} < M_{ACTUANTE} \therefore O.K.$$

#### 8. Verificación del esfuerzo cortante:

Para la verificación del esfuerzo cortante, tomamos el máximo valor de la fuerza cortante determinado con el análisis, para la sección 4x14cm y h = 2.04m, (Ver anexo 3), así

$$V_{MAX} = 92.39/\text{kg} \text{ (Elemento 40)}$$

Para el esfuerzo cortante utilizamos: Fórmula tomada del PADT-REFORT, Manual de Diseño para maderas del grupo andino. (1984)

$$\tau = \frac{1.5V_{MAYOR}}{bh} \text{ (p. 9-7)}$$

$$\tau = \frac{1.5 \times 92.39}{4 \times 14.00}$$

$$\tau = 2.57 \text{ kg/cm}^2 < f_v = 12.00 \text{ kg/cm}^2$$

Usar una columna de sección 4x14cm.

A continuación se presenta una tabla con los resultados para las seis columnas de 4x14 diferenciadas entre sí por sus alturas.

<b>TABLA 2.8. RESUMEN DE RESULTADOS PARA COLUMNAS DE 4 X 14 cm</b>						
	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>
<b>Altura (m)</b>	2.04	2.29	2.53	2.77	3.01	3.26
<b>Carga aplicada (kg)</b>	108.57	41.22	219.73	206.38	285.28	85.65
<b>Lef (cm)</b>	244.80	274.80	303.60	332.40	361.20	391.20
<b>Ck</b>	18.34					
$\lambda$	17.50	19.63	21.69	23.74	25.80	27,94
<b>Tipo de columna</b>	Media	Larga	Larga	Larga	Larga	Larga
<b>NADM (kg)</b>	4457,8	3585,95	2937,15	2451,79	2075,90	1770,08
<b>M. Flex. (kg-cm)</b>	2234.80	2088.40	2288.40	3504.20	6745.40	1798.20
<b>N° de elemnto</b>	<b>40</b>	<b>16</b>	<b>135</b>	<b>33</b>	<b>155</b>	<b>9</b>
<b>Cortante V (Kg)</b>	92.39	17.93	38.25	102.37	308.53	17.18
<b>N° de elemento</b>	<b>40</b>	<b>16</b>	<b>130</b>	<b>44</b>	<b>155</b>	<b>9</b>
<b>Esf. Cort. (kg/cm<sup>2</sup>)</b>	2,57	0,50	1,02	2,75	8,29	0,50
<b>Sección (cm)</b>	4x14	4x14	4x14	4x14	4x14	4x14

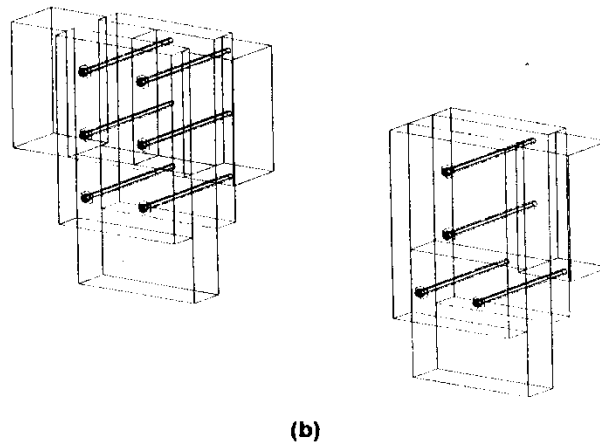
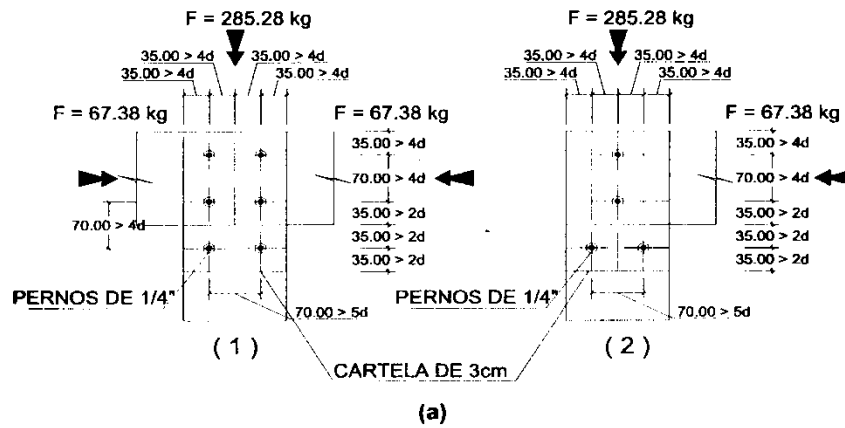
**FUENTE:** Resultados de programa AVWIN

**ELABORACIÓN:** El Autor

Como se puede constatar todas cumplen con los requerimientos de diseño; esto es en cuanto al  $N_{ADM}$ , ya que ninguna de las cargas aplicadas sobrepasa el valor del  $N_{ADM}$  en cada caso; por otra parte los momentos flexionantes resultantes del análisis son menores al momento resistente de la sección ( $M_{x-x} = 19600\text{kg/cm}^2$ ); y por último los esfuerzos de corte calculados con las fuerzas cortantes resultantes son menores que el esfuerzo admisible ( $f_c = 12\text{kg/cm}^2$ ).

Por tal razón todas las columnas de madera de sección transversal 4x14cm son adecuadas para soportar las cargas de servicio.

### 9. Diseño de Uniones.



2.11 (a) Detalle de unión en columnas 4x14, (b) Perspectiva de unión en columna 4 x14.

- Bases de cálculo:
  - Se utilizará madera del Grupo B.
  - Las cargas se muestran en la figura 2.11 (a) (67.38kg en el sentido horizontal; y 285.28kg en el sentido vertical)
  - Diámetro de los pernos  $d = 1/4"$  (6.3mm).
- Carpa admisible por perno. Pernos sometidos a doble cizallamiento:
  - Elemento central  $L = 4\text{cm}$ .  
Elementos laterales  $L = \text{doble del menor espesor } 3 \times 2 = 6\text{cm}$ .

Se considera el L menor, o sea 4cm.

- De la tabla 2.10:

TABLA 2.9 CARGAS ADMISIBLES PARA UNIONES EMPERNABLES - DOBLE CIZALLAMIENTO									
L(cm)	d(cm)	d(plg)	L/d	GRUPO A		GRUPO B		GRUPO C	
				P(kg)	Q (kg)	P(kg)	Q (kg)	P(kg)	Q (kg)
2,00	0,63	1/4	3.2	195	88	131	58	75	34
	0,95	3/8	2.1	297	101	196	67	113	39
	1,27	1/2	1.6	396	117	261	78	151	45
	1,59	5/8	1.3	495	132	326	88	188	51
3,00	0,63	1/4	4.8	229	124	179	88	113	51
	0,95	3/8	3.2	438	152	294	101	169	59
	1,27	1/2	2.4	594	176	392	117	226	68
	1,59	5/8	1.9	743	198	489	132	282	77
4,00	0,63	1/4	6.3	256	144	200	114	128	68
	0,95	3/8	4.2	491	201	386	134	226	78
	1,27	1/2	3.1	779	234	522	156	301	91
	1,90	5/8	2.1	1188	299	783	199	452	116
5,00	0,63	1/4	5.3	536	226	420	168	268	98
	0,95	3/8	3.9	851	293	653	195	376	114
	1,27	1/2	3.1	1217	330	816	219	470	128
	1,90	5/8	2.6	1485	374	979	248	564	145
6.5	0,63	1/4	6.8	594	260	463	206	297	127
	0,95	3/8	5.1	943	3445	739	253	471	148
	1,27	1/2	4.1	1350	428	1061	285	611	166
	1,90	5/8	3.4	1809	486	1273	323	734	188
8,00	0,63	1/4	8.4	645	289	501	206	318	156
	0,95	3/8	6.3	1024	385	799	235	511	182
	1,27	1/2	5,00	1465	481	1148	285	731	205
	1,90	5/8	4.2	1963	595	1544	323	903	230
9,00	0,63	1/4	9.5	676	308	523	253	329	169
	0,95	3/8	7.1	1072	409	835	326	535	205
	1,27	1/2	5.7	1535	512	1200	395	766	230
	1,90	5/8	4.7	2057	633	1614	447	1016	261
10,00	0,63	1/4	10.5	704	325	544	270	339	181
	0,95	3/8	7.9	1118	433	869	348	535	227
	1,27	1/2	6.3	1600	541	1248	246	766	256
	1,90	5/8	5.3	2144	669	1679	497	1016	290

**FUENTE:** Manual de diseño para maderas del Grupo Andino

**ELABORACIÓN:** PAD REPORT

Para L = 4cm, d = 1/4", L / d = 6.3, Grupo **B**.

P = 200kg y Q = 114kg

- Número de Pernos:

$$\text{N}^\circ \text{ de pernos} = \frac{67.38}{200.00} = 0.34$$

$$\text{N}^\circ \text{ de pernos} = \frac{2.85.28}{114.00} = 2.50$$

2.84 Usar 4 pernos ¼” para unión (2)

$$\text{N}^\circ \text{ de pernos} = \frac{67.38 \times 2}{200.00} = 0.64$$

$$\text{N}^\circ \text{ de pernos} = \frac{285.28}{114.00} = 2.50$$

3.14 Usar 6 pernos ¼” para unión (1)

TABLA 2.10 ESPACIAMIENTOS MINIMOS PARA PERNOS			
Elementos cargados paralelamente al grano .	A lo largo del grano	Espaciamiento entre pernos	4d
		Dist. Al extremo en tracción	5d
		Dist. Al extremo en compresión	4d
	Perpendicularmente a la dirección del grano	Espaciamiento entre línea de pernos	2d
		Distancia a los bordes	2d
	Elementos cargados perpendicularmente al grano .	A lo largo del grano	Espaciamiento entre línea de pernos:
para $L/d \leq 2$			$s=2,5 d$
para $L/d \geq 6$			$s=5,0 d$
Perpendicularmente a la dirección del grano		para $2 \leq L/d \leq 6$	$,5 d \leq s \leq 5d$
		Espaciamiento entre pernos	4d
		Distancia al borde cargado	4d
	Distancia al borde no cargado	2d	

**FUENTE:** Manual de diseño para maderas del Grupo Andino

**ELABORACIÓN:** PAD REPORT

- Ubicación de los pernos: De la tabla 2.10 para  $d=6.3\text{mm}$ . (Ver Fig. 4.29 (a)).

*Elemento cargado paralelamente al grano.*

A lo largo del grano:

Espaciamiento entre pernos:  $4d = 25.2\text{mm}$ , adoptado  $35\text{mm}$  para los elementos horizontales y  $70\text{mm}$  para los elementos verticales tanto en (1) como en (2).

Espaciamiento del extremo de la tracción:  $5d=31.5\text{mm}$ , los elementos se encuentran sujetos a compresión, pero de ser el caso existe  $35.0\text{mm}$ .

Espaciamiento al extremo en compresión:  $4d=25.2\text{mm}$ , se adoptó  $35\text{mm}$  en los elementos (1) y (2).

Perpendicularmente a la dirección del grano:

Espaciamiento entre líneas de pernos:  $2d = 12.6\text{mm}$ , adoptado 70mm en los elementos horizontales y 35mm en los elementos verticales tanto en (1) como en (2).

Distancia a los bordes:  $2d = 12.6\text{mm}$ , adoptado 35mm en los elementos (1) y (2).

***Elemento cargado perpendicularmente al grano.***

A lo largo del grano:

Espaciamiento entre línea de pernos:  $L / d = 6.30 > 6.00$  por tanto  $s = 5d = 31.50\text{mm}$ ; se adoptó 70.0mm.

Perpendicularmente a la dirección del grano:

Espaciamiento entre pernos:  $4d = 25.2\text{mm}$ , adoptado 70mm.

Distancia al borde cargado (borde superior):  $4d = 25.2\text{mm}$ , adoptado 35.0mm.

Distancia al borde no cargado (borde inferior):  $2d = 2.6\text{mm}$ , adoptado 35mm.

***Verificación del esfuerzo cortante en las cartelas.***

Las cartelas debe ser capaces de resistir las fuerzas horizontales de 67.38kg.

**Área neta que soporta el esfuerzo cortante:**

$$A_{\text{CORTE}} = \{[(3.5\text{cm} \times 3.0\text{cm}) \times 2 \text{áreas}] \times 2 \text{pernos}\} \times 2 \text{cartelas}$$

$$A_{\text{CORTE}} = 84 \text{ cm}^2$$

**Esfuerzo cortante admisible en la cartela:**

$$f_v = 12.00 \text{ kg/cm}^2$$

**Corte admisible paralelamente al grano:**

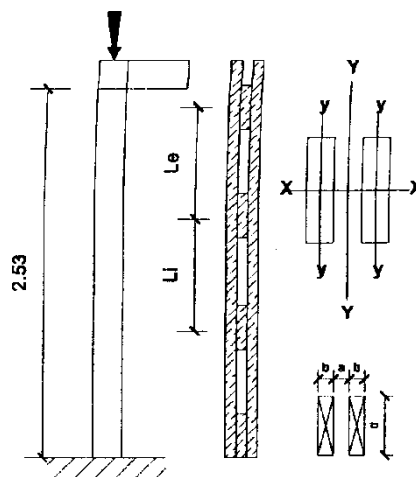
$$V_{ADMISIBLE} = A_{CORTE} \cdot f_v$$

$$V_{ADMISIBLE} = 84\text{cm}^2 \times 12.00\text{kg/cm}^2$$

$$V_{ADMISIBLE} = 1008.00\text{kg} > 637.38\text{kg} \therefore O.K.$$

**2.1.1.3.6.2. Diseño de las columnas de 8x14cm.**

La columna de 8x14cm es una sección compuesta por tanto requiere un diseño especial. Para el diseño se tomará como carga de diseño 357.04kg que es la fuerza axial máxima para dicha sección, así como el momento flexionante máximo (6188.20kg-cm), valores calculados con el programa AVWIN. La longitud para diseño se tomará la altura mayor de las tres columnas existentes con dicha sección.



**Fig. 2.12 Carga para diseño de columna y definición de términos para elementos espaciados.**

Para elementos sometidos a flexo-compresión se debe satisfacer la ecuación (A) de la sección a), numeral 3 del literal 2.1.1.3.5.4.. Fórmula tomada del PADT-REFORT, Manual de Diseño para maderas del grupo andino. (1984)

$$\frac{N}{N_{ADM}} + \frac{k_m/M/}{Z \cdot f_m} < 1 \quad (\text{p.9-7})$$

La única diferencia con el procedimiento ilustrado en las secciones anteriores es la determinación de la carga  $N_{ADM}$ . En este caso por estar el elemento constituido por dos piezas, se debe verificar adicionalmente si la carga axial admisible por pandeo (fuera del plano) de cada pieza y de todo el conjunto de la cuerda doble, es menor que la determinada anteriormente. El resto de términos se calcula de la misma manera que si fuera una sección sólida, evaluándose el módulo de sección  $Z$ , o la carga crítica de Euler,  $N_{cr}$ , considerando el eje  $X - X$  de la sección transversal. Tanto  $Z$  como  $N_{cr}$  son iguales a la suma de sus parciales de cada pieza. Como el procedimiento es de verificación debe conocerse la dimensión de las piezas, su espaciamiento, la distancia entre tacos, el tipo de conexión de éstos a las piezas. (Fig. 2.12)

a) *Determinación de  $N_{ADM}$* : La carga admisible será la menor que resulte de considerar el pandeo alrededor de los ejes  $X - X$ ,  $Y - Y$  relativos a elemento compuesto y al eje  $y - y$  de cada una de las piezas individuales. Con referencia a la Fig. 2.13

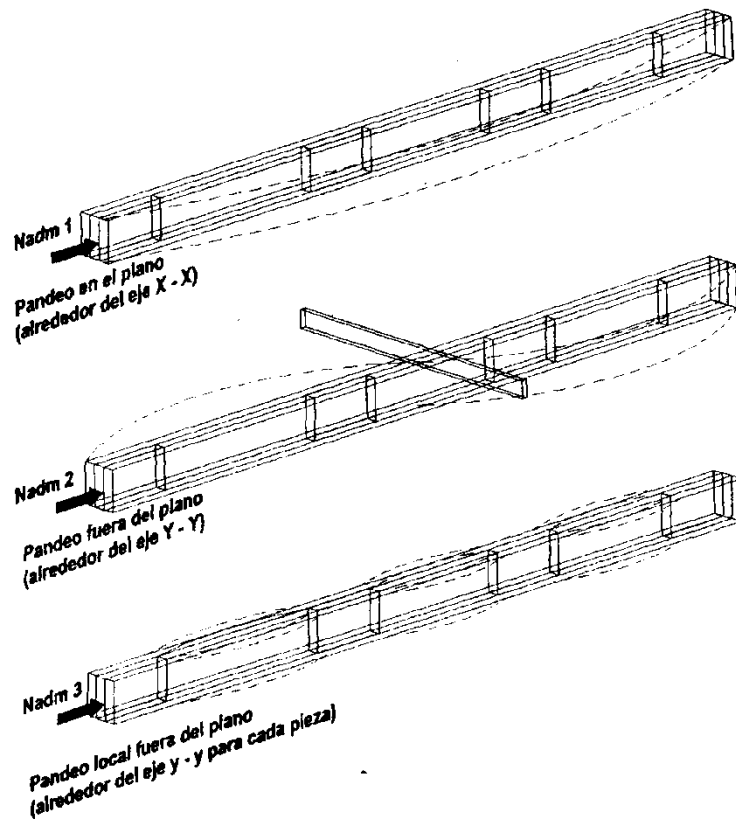


Fig. 2.13 Carga admisible para un elemento doble

$N_{ADM 1}$ : Alrededor del eje X - X, es igual a dos veces la capacidad de cada pieza o igual a al de una columna sólida con un área igual al total de las áreas de las piezas (pandeo en el plano). Estableceremos que las condiciones de apoyo son tales que la columna se considera empotrada en la base e impedida de rotar pero libre de desplazarse en el extremo superior.

De la tabla 4.6  $k = 1.2$

Longitud efectiva  $L_{ef} = k.L = 1.2 \times 2.53 = 3.036m$ . Fórmula tomada del PADT-REFORT, Manual de Diseño para maderas del grupo andino. (1984)

$$\lambda_x = \frac{L_{ef}}{b} = \frac{303.60}{14} = 21.70 \quad (\text{p.9-5})$$

$C_k < \lambda_x < 50 \therefore$  es una columna larga

$$N_{ADM1} = 2 \left( 0.329 \frac{EA}{\lambda^2} \right) \quad (\text{p. 9-7})$$

$$N_{ADM1} = 2 \left( 0.329 \frac{75000 \times 56}{(21.70)^2} \right)$$

$$N_{ADM1} = 5868.90kg$$

$N_{ADM 2}$ : Alrededor del eje Y - Y, es igual a dos veces la capacidad de cada pieza (pandeo global fuera del plano).

$$L_{ef} = L_c = \lambda_x b \quad (\text{p.9-5})$$

$$L_{ef} = 21.70 \times 8$$

$$L_{ef} = 173.60cm$$

El ancho equivalente para determinar la esbeltez de este elemento - si estuviera constituido por dos piezas rígidamente unidas a todo lo largo - sería: Fórmula tomada del PADT-REFORT, Manual de Diseño para maderas del grupo andino. (1984)

$$b_e = 2b + \frac{5a}{3} \quad (\text{p. 9-7})$$

Para tomar en cuenta que no es así, sino que están unidas por bloque o tacos interrumpidos con distintos sistemas de conexión (pernos), se reduce este ancho equivalente por un coeficiente K para transformarlo a un ancho efectivo  $b_{ef}$ . Esta división es equivalente a multiplicar la longitud efectiva. El coeficiente K se lee en la tabla 2.9 y depende del tipo de elemento, de la unión y la relación a/b.

<b>TABLA 2.11 COEFICIENTES K PARA EN ANCHO EFECTIVO DE ELEMENTOS DE SECCIÓN COMPUESTA (ESPACIADA)</b>				
<b>Sistema de conexión</b>	<b>Relación a / b</b>			
	0	1	2	3
Clavos	1,8	2,6	3,1	3,5
Pernos	1,7	2,4	2,8	3,1
Cola	1,1	1,1	1,3	1,4

**FUENTE:** Manual de diseño para maderas del Grupo Andino

**ELABORACIÓN:** PADT REFORT

En este caso,  $a= 4\text{cm}$  y  $b= 4\text{cm}$

$$B_e = 2(4) + \frac{5(4)}{3} = 14.667\text{cm}$$

Los tacos van empernados a las piezas que constituyen la columna. Fórmula tomada del PADT-REFORT, Manual de Diseño para maderas del grupo andino. (1984).

Para  $\frac{a}{b} = \frac{4}{4} = 1$        $k=2.4$  (Tabla 2.11).

$$b_{ef} = \frac{b_e}{K} = \frac{14.667}{2.4} = 6.11 \text{ cm} \quad (\text{p.9-5})$$

$$\lambda_y = \frac{L_{ef}}{b} = \frac{173.60}{6.11} = 28.41$$

$\lambda_y > C_k \therefore$  es una columna larga

$$N_{ADM2} = \left( 0.329 \frac{E2A}{\lambda^2} \right)$$

$$N_{ADM2} = 0.329 \frac{75000 \times 2 \times 2 \times 14}{(28.41)^2}$$

$$N_{ADM2} = 1712.00 \text{ kg}$$

$N_{ADM3}$ : Alrededor del eje y – y, es igual a dos veces la capacidad de cada pieza (pandeo fuera del plano para cada pieza).

Como longitud efectiva se considera la siguiente expresión:

$$L_{ef} = 0.80 \left( \frac{L_i + L_e}{2} \right) \quad (\text{p.9-3})$$

Considerando 4 tacos intermedios a cada 76cm ( $L_i=45\text{cm}$ ),  $L_e$  será 12.50cm ya que la longitud total entre ejes es de 2.53m.

$$L_{ef} = 0.80 \left( \frac{0.76 + 0.125}{2} \right)$$

$$L_{ef} = 0.354 \text{ m}$$

$$\lambda_y = \frac{L_{ef}}{b} = \frac{35.40}{4} = 8.85 \quad (\text{p.9-5})$$

$\lambda_y < C_k \therefore$  es una columna corta

$$N_{ADM3} = 2(f_c A) \quad (\text{p.9-4})$$

$$N_{ADM3} = 2(110 \times 56)$$

$$N_{ADM3} = 12320 \text{ kg}$$

La carga admisible será la menor de las 3, o sea 1712.00kg. A continuación verificaremos la capacidad a flexo – compresión de esta columna doble:

$$/M/ = 6188.20 \text{ kg-cm (elemento 83)}$$

$$N_{\text{crit}} = 14691.50 \text{ kg}$$

$$k_m = 1.04$$

$$N_{\text{ADN}} = 1712.00 \text{ kg}$$

$$Z = 130.70 \times 2 = 261.40 \text{ cm}^3$$

$$f_m = 150 \text{ kg/cm}^2$$

$$\frac{357.04 \text{ kg}}{1712.00 \text{ kg}} + \frac{1.04 \times 6188.20 \text{ kg-cm}}{261.40 \text{ cm}^3 \times 150 \text{ kg/cm}^2} < 1$$

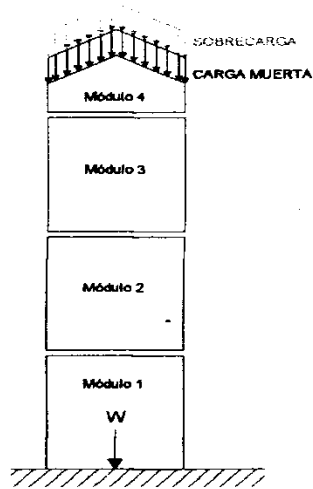
$$0.21 + 0.16 = 0.37 < 1 \therefore \text{O.K.}$$

Se recomienda poner mínimo 2 pernos por taco, así que vamos a colocar dos pernos por cada elemento intermedio.

#### **2.1.1.4. Cálculo y diseño del contrapiso.**

##### **2.1.1.4.1. Cálculo del contrapiso.**

Para el diseño del contrapiso necesitamos determinar la carga máxima que se genera por concepto de peso de los módulos, en su estudio Winter George y Nilson Arthur (1997), emplean la siguiente fórmula de carga muerta y sobrecarga, así:



**Fig. 2.14** Gráfico para el cálculo de la Carga Total actuante.

$$\text{Peso módulos de } H^\circ = \text{Módulo 1} + \text{Módulo 2} + \text{Módulo 3} + \text{Módulo 4} \quad (\text{P.241})$$

$$\text{Carga Muerta actuante} = 73.16 \text{kg} \times 3 + 41.15 \text{kg} = 260.62 \text{kg}$$

$$\text{Área de influencia} = 1.00 \text{m} \times 3.00 \text{m} = 3.00 \text{m}^2 \quad (\text{Ver Fig. 4(a)})$$

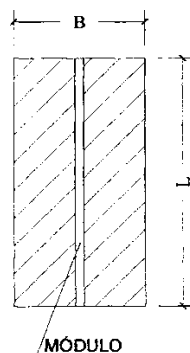
*Carga Muerta actuante - Área de influencia x peso de la cubierta*

$$\text{Carga Muerta actuante} = 3.00 \text{m}^2 \times 15 \text{kg} / \text{m}^2 = 45 \text{kg}$$

*Carga Viva actuante - Área de influencia x Sobrecarga de servicio*

$$\text{Carga Viva actuante} = 3.00 \text{m}^2 \times 100 \text{kg} / \text{m}^2 = 300 \text{kg}$$

Con la carga total determinamos el ancho B necesario para resistir dicha carga, así:



**Fig. 2.15** Gráfico para determinar el ancho B necesario.

$$Carga\ Total\ actuante = Peso\ m\u00f3dulos + C.Muerta + C.viva$$

$$Carga\ Total\ actuante = 187.50 + 45 + 300 = 605.53kg$$

$$\text{\u00c1rea soportante} = B \times L$$

$$\text{\u00c1rea soportante} = B \times 100cm = 100B$$

$$Q_{ADM} = 1.00kg/cm^2 \text{ (Valor m\u00e1s bajo de } Q_{ADM} \text{ en los suelos de Loja)}$$

$$\sigma = \frac{W}{A}$$

$$1.00kg/cm^2 = \frac{605.53kg}{100B}$$

$$B = \frac{605.53kg}{100kg/cm^2}$$

$$B = 6.05cm \text{ Adoptamos un ancho } B = 20cm$$

Bastar\u00eda entonces con que, bajo las paredes de hormig\u00f3n se hiciera un fundido de hormig\u00f3n de 20cm de ancho, con lo cual estar\u00edamos garantizando, que el mismo va a resistir el peso generado por la estructura en los distintos puntos.

Sin embargo considerando las facilidades para el armado as\u00ed como los costos, se suele hacer un solo contrapiso con una loseta de 7cm de espesor, misma que est\u00e1 reforzada con la armadura m\u00ednima, a fin de precautelar que la loseta no se parta ni se cuartee, por efectos de retracci\u00f3n en el fraguado del hormig\u00f3n.

#### **2.1.1.4.2. Cargas.**

Con estos par\u00e1metros el dise\u00f1o del contrapiso se realizar\u00e1 tomando en cuenta las siguientes cargas:

1. Peso Propio y otras cargas permanentes o cargas muertas, e incluyendo las cargas provenientes del peso de otros componentes de la edificación sean estos estructurales o no.
2. Sobrecargas de servicio o cargas vivas, es decir todas aquellas cargas que no formen parte del peso propio de la edificación.
3. Sobrecargas de sismos, viento, nieve y temperatura. Estas deben considerarse de acuerdo a los reglamentos y códigos vigentes en la zona de ubicación de la construcción.

#### **2.1.1.4.3. Diseño de la Armadura para el contrapiso.**

Para el diseño de la armadura nos valemos de las fórmulas para calcular la armadura mínima. En su estudio Winter George y Nilson Arthur (1997), emplean la siguiente fórmula:

$$A_s = 0.0018bd \quad (\text{p. 85})$$

De donde:

$A_s$  = Acero de refuerzo a tensión. (Por calcular)

$b$  = Ancho de la franja por lo general se toma 1 m.

$d$  = Distancia de la fibra extrema a compresión al centroide del acero de refuerzo, para este caso igual a 3cm.

Con estos datos se procede a calcular la armadura mínima.

$$A_s = 0.0018 \times 100 \times 3$$

$$A_s = 0.54 \text{ cm}^2.$$

Por tanto el acero de refuerzo necesario es igual  $A_s = 0.54 \text{ cm}^2/\text{ml}$ .

Recurrimos a la siguiente tabla en donde se encuentra estipulados distintos tipos de mallas electrosoldadas, de la cual se procederá a elegir la que más se ajuste al área de acero calculada. Según el Catálogo de ANDEC tenemos:

<b>TABLA 2.12 CARACTERISTICAS Y TIPOS DE MALLAS ELECTROSOLDADAS</b>						
<b>Tipo de malla</b>		<b>Espaciamiento (cm)</b>		<b>Peso nominal por malla</b>		<b>Sección de Acero (<math>A_s</math>) <math>\text{cm}^2/\text{ml}</math></b>
		<b>Long</b>	<b>Transv.</b>	<b>Kg.</b>	<b>Kg./m<sup>2</sup></b>	
<b>4,0</b>	<b>10G</b>	<b>10</b>	<b>10</b>	<b>29,48</b>	<b>1,97</b>	<b>1,26</b>
4,5	10G	10	10	37,31	2,49	1,59
5,0	10G	10	10	46,06	3,07	1,96
5,5	10G	10	10	55,73	3,72	2,38
6,0	10G	10	10	66,32	4,42	2,83
4,0	15G	15	15	19,81	1,32	0,84
4,5	15G	15	15	25,07	1,67	1,06
5,0	15G	15	15	30,95	2,06	1,31
5,5	15G	15	15	37,45	2,50	1,58
6,0	15G	15	15	44,57	2,97	1,88
8,0	15G	15	15	79,23	5,28	3,35
10,0	15G	15	15	123,80	8,25	5,24
4,0	30G	30	30	9,90	0,66	0,42
4,5	30G	30	30	12,54	0,84	0,53
5,0	30G	30	30	15,48	1,03	0,65
5,5	30G	30	30	18,73	1,25	0,79
6,0	30G	30	30	22,28	1,4	0,94
8,0	30G	30	30	39,62	2,64	1,68
10	30G	30	30	61,90	4,13	2,62

**FUENTE: Catálogo de Aceros ANDEC**

**ELABORACIÓN: ANDEC**

De la tabla 2.12 se puede observar que la malla electro soldada que más se ajusta a los requerimientos de diseño es la malla de 4.0mm de diámetro 10G.

∴ Se usará una malla de 4.0mm 10G (Ø 5.5 @ 10cm en ambos sentidos).

Finalmente chequeamos la presión de trabajo que ejerce la estructura y el contrapiso en conjunto, con la presión admisible del suelo, para ello tomamos una franja de 10 m de ancho **por 1m de largo**. En su estudio Crespo Villaláz (1985), emplean las siguientes fórmulas:

#### *CARGA MUERTA (D)*

##### *Paneles de H°*

$$w = 112.50 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} \times 10\text{m} \times 1\text{m} = 1125.00\text{kg}$$

##### *Cubierta + Tumbado*

$$w = 20.60 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} \times 10\text{m} \times 1\text{m} = 206.00\text{kg}$$

##### *Estructura de madera de cubierta y columnas + perfiles*

$$w = 10.70 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} \times 10\text{m} \times 1\text{m} = 107.00\text{kg}$$

##### *Contrapiso de H° A*

$$w = 2400.00 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \times (10\text{m} \times 1\text{m} \times 0.07\text{m}) = 1680.00\text{kg}$$

$$D = 1125.00 + 206.00 + 107.00 + 1680.00 = 3118.00\text{kg}$$

#### *CARGA VIVA (L)*

##### *Sobrecarga sobre cubierta*

$$w = 51.50 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} \times 10\text{m} \times 1\text{m} = 515.00\text{kg}$$

##### *Sobrecarga sobre contrapiso (residencia)*

$$w = 200.00 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} \times 10\text{m} \times 1\text{m} = 2000.00\text{kg}$$

$$L = 515.00 + 2000.00 = 2515.00\text{kg}$$

$$W = 1.4D + 1.7L$$

$$W = 1.4(3118.00) + 1.7(2515.00)$$

$$W = \frac{8640.70\text{kg}}{\text{m}} = 8.6407\text{Ton/m/}$$

$$q_{\text{trabajo}} = \frac{W}{A_{\text{cimentación}}} \quad (\text{p. 292-296})$$

$$q_{\text{trabajo}} = \frac{8.6407 \text{ Ton}}{10\text{m} \times 1\text{m}}$$

$$q_{\text{trabajo}} = 0.86407 \text{ ton} / \text{m}^2$$

Bastaría ahora comparar con la presión admisible del terreno, para ello nos valemos de la siguiente tabla de presiones recomendables para arcillas, que es el suelo que más condiciones desfavorables presenta y en su estudio Crespo Villalàz (1985), lo expresa así:

TABLA 2.13 PRESIONES RECOMENDABLES EN ARCILLAS							
Descripción de la arcilla	N	q <sub>s</sub>	q <sub>ult</sub> cuadrada	q <sub>ult</sub> continua	q <sub>adm</sub> cuadrada	q <sub>adm</sub> continua	E kg/cm <sup>2</sup>
Muy blanda	Menos de 2	Menos de 0.25	Menos de 0.92	Menos de 0.71	Menos de 0.30	Menos de 0.22	3
Blanda	2 a 4	0.25 a 0.50	0.92 a 1.85	0.71 a 1.42	0.30 a 0.60	0.22 a 0.45	30
Mediana	4 a 8	0.50 a 1.00	1.85 a 3.70	1.42 a 2.85	0.60 a 1.20	0.45 a 0.90	45-90
Compacta	8 a 15	1.00 a 2.00	3.70 a 7.40	2.85 a 5.70	1.20 a 2.40	0.90 a 1.80	90-200
Muy Compacta	15 a 30	2.00 a 4.00	7.40 a 14.80	5.70 a 11.40	2.40 a 4.80	1.80 a 3.60	
Dura	Más de 30	Más de 4.00	Más de 14.80	Más de 11.40	Más de 4.80	Más de 3.60	

**FUENTE:** Mecánica de Suelos y Cimentaciones

**ELABORACIÓN:** Ing. Carlos Crespo

Donde:

N = Número de golpes en el ensayo normal de precipitación.

q<sub>s</sub> = Resistencia a la compresión simple en kg/cm<sup>2</sup>.

$q_{ult}$  = Máxima capacidad de carga del suelo en  $kg/cm^2$ .

$q_{adm}$  = Capacidad admisible del suelo en  $kg/cm^2$  para coeficiente de seguridad 3.

De la tabla tomamos el valor de  $q_{adm}$  para una arcilla muy blanda, cuyo valor recomendado por el autor es  $< 0.22kg/cm^2$ , por tanto vamos a tomar  $0.20kg/cm^2$ , cuyo valor reduciendo a  $Ton/m^2$  es igual a  $2.00Ton/m^2$ .

Comparando los valores obtenidos tanto del peso de la estructura, como el obtenido de la tabla 2.13, se tiene que:

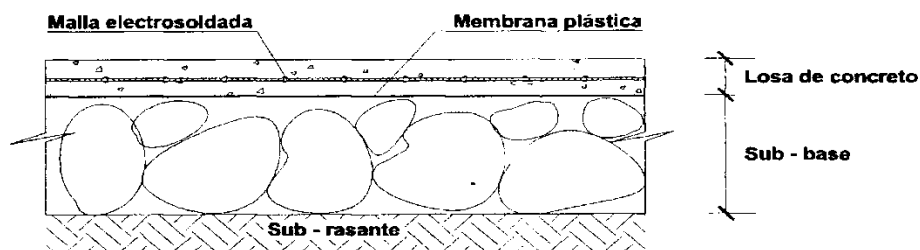
$$q_{TRABAJO} = 0.86 \text{ Ton} / m^2$$

$$q_{ADMISIBLE} = 2.00 \text{ Ton} / m^2$$

$$q_{TRABAJO} < q_{ADMISIBLE} \therefore O.K.$$

Para complementar el diseño del contrapiso antes de la fundición de la losa de piso, colocaremos una sub - base con piedra triturada o piedra de río, con un espesor de 20 - 30cm, sobre la sub rasante previamente compactada, puede cubrirse con arena gruesa y se utiliza una membrana impermeable, que consiste en una película plástica para evitar la pérdida de finos del concreto recién vaciado y para reducir la fricción por deslizamiento bajo la losa.

Finalmente la sección transversal del diseño del contrapiso quedaría de la siguiente manera (Fig. 2.16):



**Fig. 2.16 Detalle de Contrapiso**

## **2.1.2. Características de las instalaciones.**

### **2.1.2.1. Eléctricas.**

Las instalaciones eléctricas se ejecutarán posterior al armado de la casa y estas podrán ir vistas en la cubierta y bajar por las piezas de madera, o pueden ir ocultas colocando un tumbado de estuco y así mismo bajar por la estructura de madera, pero perdidas con regletas diseñadas para el efecto. Se instalará cableado con el conductor sólido #2 para los puntos de iluminación; realizándose circuitos de máximo 8 puntos, para los tomacorrientes emplearemos conductor #12; realizándose circuitos de máximo 6 puntos, para la cocina se realizará una instalación de tomacorrientes independiente debido a la cantidad de electrodomésticos que allí funcionan (refrigeradora, cocina eléctrica, licuadora, microondas, etc.), de igual manera para la instalación de lavadoras, duchas y planchas eléctricas se recomienda realizar circuitos independientes con conductor sólido #8. Para el control de los circuitos se colocará un tablero de distribución con breakers independientes para cada circuito, así para el circuito de tomacorrientes de la cocina se recomienda un breaker de 30amp, para el resto de circuitos de *tomacorrientes colocaremos breakers de 20amp*, en el caso de duchas eléctricas colocaremos 1 breaker de 50amp por cada ducha y para los puntos de iluminación un breaker de 15amp por cada circuito. Para la colocación de la acometida principal eléctrica usaremos Conductor multicableado #8.

En este tipo de casa se pueden instalar desde un sistema de iluminación y tomacorrientes hasta un sistema de alarmas, centrales telefónicas (en caso de que la casa vaya a ser destinada para uso de oficinas).

### **2.1.2.2. Hidrosanitarias.**

Las instalaciones sanitarias estarán embebidas en el contrapiso, las de agua potable también pueden embeberse en el contrapiso o pueden ir por los bordes de las paredes y deberán efectuarse con sumo cuidado y precisión, de tal manera que las

mismas al momento del armado de la estructura no queden afuera del ambiente para cual fueron destinadas.

Para el caso de los climas frío donde se colocarán instalaciones de agua fría y caliente, el sistema prevé la instalación en las paredes de una pieza con el ancho suficiente para que quede la tubería con el ancho requerido, y se puede pegar el azulejo.

### **2.1.3. Características de las paredes.**

Las paredes están hechas de placas de hormigón, las mismas que tienen una resistencia de  $250\text{kg/cm}^2$ , es decir que tienen mayor resistencia que el hormigón que se utiliza en la estructura de una casa del sistema tradicional, para referencia citaremos que el hormigón utilizado para la estructura del sistema tradicional es de  $210\text{kg/cm}^2$ .

Estas placas se unen entre sí mediante piezas metálicas que se han elaborado en "Galvalumen" que son chapas de acero bañados en un recubrimiento de aluminio + zinc que evita la corrosión.

Las placas se asientan directamente sobre un contrapiso que se debe elaborar; y que por su propio peso se mantienen rígidas, cada placa de  $0.97 \times 0.97$  (que es el módulo más grande) pesa  $70\text{kg}$ , es decir  $1.5$  quintales, y se diseñó con ese tamaño máximo por efecto de manipuleo del personal que va armar la vivienda, pues al tener módulos de mayor dimensión y obviamente de mayor peso se bajarían los tiempos de armado y se incrementaría el personal, con lo cual el costo de la vivienda se incrementaría, ya que la economía que se realiza en este tipo de viviendas no está en el material sino en la optimización y ahorro en la mano de obra.

### **2.1.4. Características de las uniones.**

1. - *Unión Plataforma - Placa.*- La unión plataforma – placa que existe entre placa de hormigón y la plataforma se da por el peso propio de la placa, tómesese en cuenta que cada placa de 0.97 x 0.97m, tiene un peso de aproximadamente 70kg. La placa de hormigón se la coloca sobre la plataforma sin ningún tipo de sujeción, la plataforma debe estar fundida y perfectamente nivelada previamente para que la unión que se produce entre éstos dos elementos sea perfecta sin ningún desnivel que pueda producir fallas en el montaje de la vivienda.

2.- *Unión Plataforma - Perfil.*- Esta unión se da casi de igual forma que la unión Plataforma - Placa, pues los perfiles verticales de Galvalumen contienen a las placas de hormigón, y al estar éstos sujetos por su propio peso, sostienen también a los perfiles que se encuentran sin ninguna sujeción sobre la plataforma de hormigón.

3- *Unión Placa - Perfil.*- Las placas de hormigón se introducen dentro de los perfiles a presión, pues estos tienen una abertura ligeramente menor que el espesor del panel con lo que se logra una mejor unión. Las placas se van colocando una sobre otra dentro del perfil, dando una mayor presión dentro de éste, por el peso propio de la placa.

4.- *Unión Placa - Placa.*- La unión entre placas se produce montando una sobre otra, manteniéndose por su propio peso y por los perfiles que lo sostienen horizontalmente sin ningún tipo de mortero entre ellos. La placa más grande es decir 0.97 x 0.97 pesa alrededor de 70kg. Existen otras placas de diferentes pesos, dependiendo de su geometría.

5.- *Unión Placa - Solera.*- La unión entre placas y la solera es de la misma forma que los perfiles a las placas, la unión entre perfiles y las placas es de forma vertical, a diferencia que la de las soleras con las placas sujetan de forma horizontal, es decir la solera amarra a las placas en su parte superior a lo largo de toda su longitud, dando una mayor unión a toda la pared y por ende a la estructura.

6.- *Unión Cubierta - Solera.*- La cubierta de asbesto cemento se apoya sobre la solera, la cual cubre toda la parte superior de la pared y se sujeta mediante zunchos que van introduciéndose en las soleras con tornillos de techo con acucho y rodela lo que permite una sujeción a lo largo de todas la paredes.

7.- *Unión Solera - Perfil.*- La unión entre estos dos elementos se lo realiza mediante un zuncho; pues como dijimos antes, la solera amarra horizontalmente y el perfil amarra verticalmente. El zuncho sale desde la parte superior del perfil y da la vuelta sobre la solera, se introduce en un orificio que tiene el perfil en el lado opuesto desde donde salió el zuncho, se ajusta fuertemente, se coloca un clavo en la parte superior y se da la unión.

8.- *Unión Madera - Perfiles.*- Las maderas se sostienen horizontalmente a los perfiles, formando un pórtico que siendo de madera también se introduce en el perfil y se sujeta mediante clavos de dos pulgadas cada 30cm a lo largo de la madera y sirven para dar rigidez a la pared colocados cada dos placas.

9.- *Unión Madera - Cubierta.* - La madera cruza horizontalmente a la vivienda de pared a pared donde sea necesario, para que la cubierta se apoye sobre ésta, la sujeción está dada por zunchos metálicos que cada 50cm sujetan a la cubierta y madera con tornillos empernados al techo.

#### **2.1.5. Características de los cielos rasos.**

El cielo raso es de cubierta de fibrocemento, cada plancha de la cubierta se sujeta a cada pared donde se asienta, lo que garantiza su estabilidad contra los vientos.

#### **2.1.6. Características de los pisos.**

Se trata del mismo contrapiso de cemento que se elabora previo al armado de la estructura.

### **2.1.7. Acabados.**

La plaqueta de hormigón, permite pintarla directamente o colocarle algún tipo de los revestimientos plásticos, así como se la puede enlucir, quedando una mejor presentación de las paredes. Además puede recibir recubrimientos de cerámica en paredes de baño, o fachaleta de ladrillo visto en las fachadas. Para enlucirlas o revestirlas de fachaleta de ladrillo o cerámica, se debe poner tiras de malla de enlucido para que la masilla de cemento tenga buena adherencia con los perfiles de Galvalumen.

Se puede colocar cielos rasos de estuco sobre riel metálica o sobre las rieles poner madera con cualquier recubrimiento, además se puede templar malla de enlucido y champear el cielo raso con lo que queda una apariencia de losa.

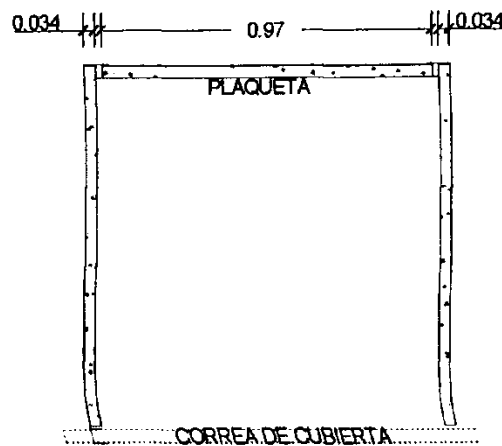
Para el caso de revestimientos de cielo raso con madera, se deberá incluir mayores apoyos de madera, para resistir el tiriado que se coloca usualmente para poner media duela de madera.

Para los pisos se cuenta con una gama de todos los productos que están en el mercado. Solo hay que considerar el alto desde el suelo hasta la parte inferior de las puertas, en todo caso esto puede solucionarse cortando un poco el alto de las puertas en caso de ser así requerido.

## **2.2 Sistemas de modulación.**

### **2.2.1. Modulación en planta.**

El sistema constructivo prefabricado de las viviendas de Casa Lista está basado en módulos equivalentes a 1 metro. Las placas de hormigón más grandes que conforman las paredes, son de 97 centímetros de largo por 97 centímetros de ancho, que contenidas en perfiles de calibre 45 (0.45mm) y contemplando al paso de las paredes perpendiculares o correas de madera sirven de apoyo para sostener la cubierta, equiparan por aproximación la modulación al metro. (Fig. 2.17)

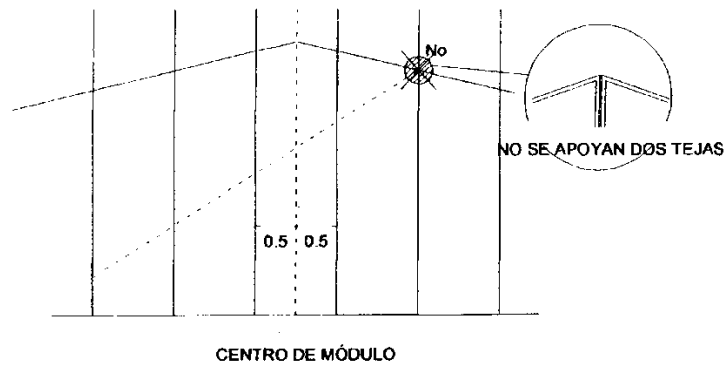


**Fig. 2.17 Acople entre planchas y perfiles metálicos.**

El espesor de los muros es de 32mm o 1.25 pulgadas, se denomina avance y es el espesor que tiene también la madera, los perfiles para las instalaciones eléctricas, las puertas y las ventanas.

En planta se consideran dos tipos de modulación, una en fachada y otra en culata. Son culatas los muros que contemplan la pendiente de las cubiertas y son fachadas los muros horizontales en su totalidad. Las fachadas se pueden componer a partir de cuartos del módulo básico (25, 50, 75 centímetros). Las culatas están restringidas a componerse de módulos completos de 1 metro. Esto para no requerir

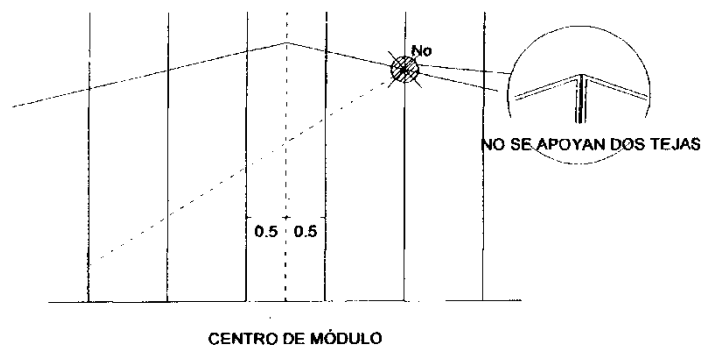
demasiados tipos de placas especiales de pendientes ni demasiadas referencias longitudinales de perfiles. (fig. 2.18)



**Fig. 2.18**

El espesor de los muros es de 34mm o 1.25 pulgadas, se denomina avance y es el espesor que tiene también la madera, los perfiles para las instalaciones eléctricas, las puertas y las ventanas.

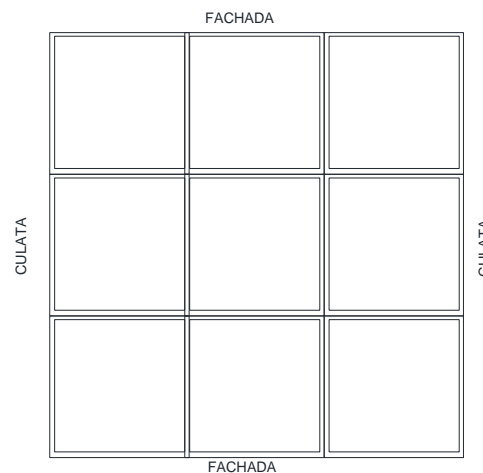
En planta se consideran dos tipos de modulación, una en fachada y otra en culata. Son culatas los muros que contemplan la pendiente de las cubiertas y son fachadas los muros horizontales en su totalidad. Las fachadas se pueden componer a partir de cuartos del módulo básico (25, 50, 75 centímetros). Las culatas están restringidas a componerse de módulos completos de 1 metro. Esto para no requerir demasiados tipos de placas especiales de pendientes ni demasiadas referencias longitudinales de perfiles. (Fig. 2.19)



**Fig. 2.19**

Las cumbreras siempre se localizan en el centro de módulos, nunca en uniones, debido al mínimo espesor de los muros, estos no permitirían al apoyo de dos planchas de cubierta.

En el módulo de la cumbrera se puede introducir eventualmente una porción de módulo inferior o máxima al medio módulo (48.50cm), considerando el espacio de muro incompleto a la altura del cumbrero será muy pequeño y protegido por la altura de la onda de la teja. Las fachadas siempre sobresalen, las culatas empalman hacia el interior de las fachadas. (Fig. 2.20).



**Fig. 2.20 Medidas y tolerancias de altura para diferentes combinaciones de pared.**

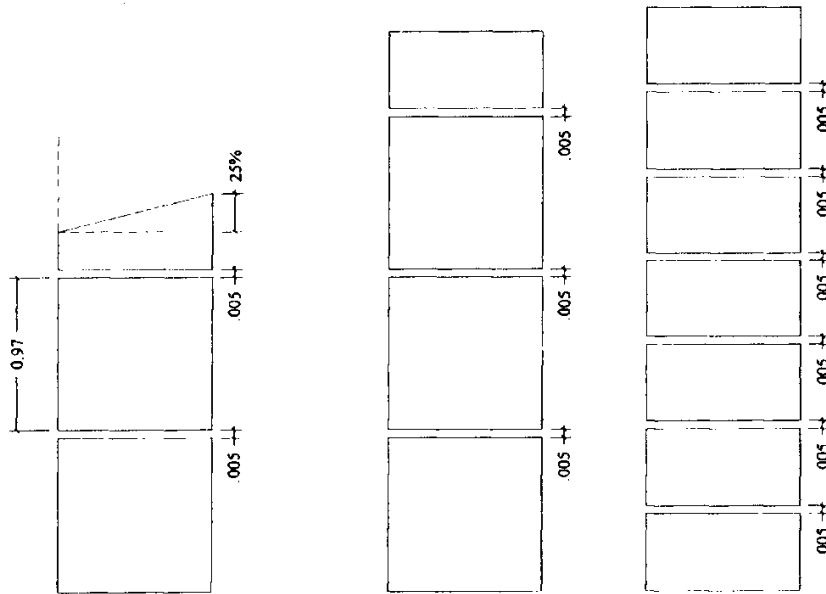
**FUENTE:** Recuperado de <https://www.mutualistapichincha.com/web/guest/casalista>

### 2.2.2. Modulaci3n en alzado.

La pendiente utilizada corrientemente es del 25%, es decir que por cada m3dulo se sube 1/4 de m3dulo.

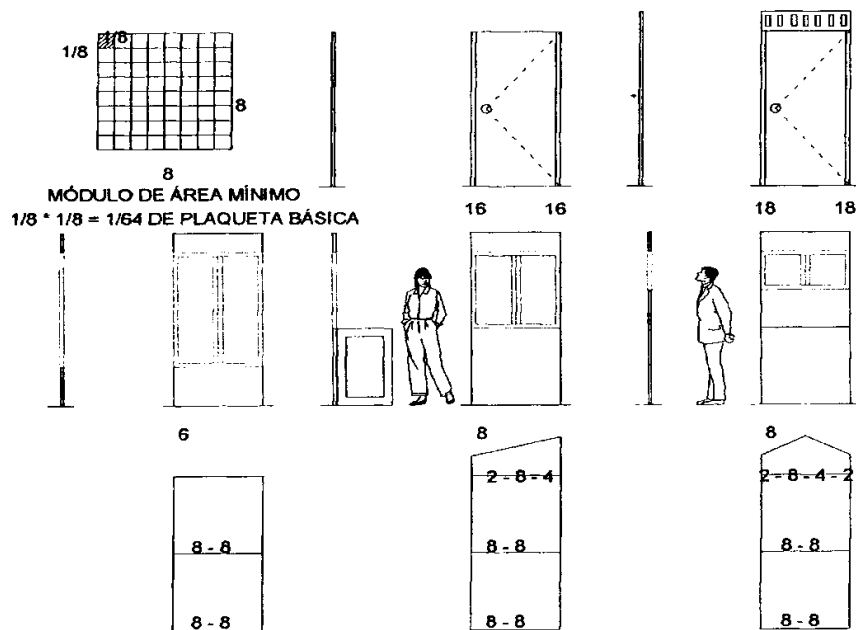
Considerando que en la altura no se requieren espacios de avances similares a los en planta, pero si se presentan tolerancias en cada uni3n de plaquetas, tolerancias que se van sumando en altura, el m3dulo considerado en alzado es de 97.5cm.

Esto hace que si un muro se compone de 3 plaquetas, tengan por tolerancias un excedente de altura de 1.5cm respecto a la suma de las medidas de las plaquetas, sin embargo si el mismo muro está compuesto por 6 plaquetas de menor altura la diferencia por uniones, puede llegar a ser de 3cm (Fig. 2.21).



**Fig. 2.21 Medidas y tolerancias de altura para diferentes combinaciones de pared**

Con este tipo de pendiente, el área mínima de plaqueta, es la del triángulo que proporciona la pendiente a los muros, 1/8 de plaqueta, razón por la cual se ha escogido esta como medida de referencia o unidad de medida para todos los elementos y para todas las conversiones. (Fig. 2.22).



**Fig. 2.22 Modulación de las placas.**

**FUENTE:** Recuperado de <https://www.mutualistapichincha.com/web/guest/casalista>

Es así como: 16 módulos (dos plaquetas de 97cm) es la altura mínima de dinteles de puertas y ventanas, pero frente a requerimientos específicos se puede elevar la altura de dinteles hasta 2.18m, que correspondería a 18 módulos (dos plaquetas y  $\frac{1}{4}$ ).

Seis módulos de altura es el nivel inferior de las ventanas en las áreas sociales, lo que permite una buena visibilidad estando sentado.

Ocho módulos de altura, es el nivel máximo inferior de las ventanas en cocina para permitir recostar el mesón y aparatos de la misma.

Doce módulos de altura es el nivel inferior de las ventanas de baño para proteger el interior de la visibilidad exterior. La altura máxima corrientemente

utilizada es de 28 módulos. La altura mínima considerada o un módulo corresponde a 12.2cm o su equivalente a 1/8 de placa básica.

### **2.2.3. Modulación en cubierta.**

La separación de correas o apoyos para cubiertas, no acata la especificación corriente de los fabricantes de cubierta, ésta es el resultado de consideraciones de eficiencia, adaptación al sistema y comprobación física de resistencia.

Las planchas de cubierta que forma el cumbrero está apoyada en un extremo y otro de sus extremos se encuentra en voladizo y sirve de apoyo al caballete. La cubierta del extremo inferior está en las mismas condiciones, pero su voladizo conforma el alero. Las planchas de cubierta centrales se encuentran apoyadas en los dos extremos.

El traslape entre unas y otras longitudinalmente es de 14cm. (en casos de elementos especiales es mayor) y lateralmente de 4.5cm. La luz útil en el sentido ancho puede variar entre 92 y 107cm., dependiendo del fabricante de la cubierta. La luz libre longitudinalmente obedece a estándares en pies modificados únicamente por los traslapes.

El voladizo de la cubierta en el sentido de la fachada se considera como alero. El voladizo de la cubierta en el sentido de las culatas, se denomina terminal. La medida de este terminal está determinada por las condiciones de vecindad de la construcción, siendo mínimas si la construcción está entre medianeras y amplias,

dependiendo de la resistencia en voladizo de las correas que los forman. La medida óptima de ésta debería ser el resultado de la combinación de resistencia y uso de unidades completas de teja.

#### **2.2.4. Expresión gráfica**

A nivel de escala de dibujo, existe una convención particular, adoptada y funcional.

Consiste en dibujar las plantas de distribución de nudos y plaquetas sobre papel cuadrado impreso, en el cual se da una combinación de escalas reales y gráficas que facilitan la representación.

En él, el cuadrado base equivale a 3.2x3.2 cm. Los nudos se conforman por bocas de estas medidas y por consiguiente el espesor de los muros o avances es el mismo de los cuadrados.

Respecto al tamaño de los módulos, el mismo cuadrado representa  $\frac{1}{4}$  de módulo a escala 1:50 lo que permite considerar que 4 cuadrados conforman un módulo de 97cm, 3 uno de 73cm, 2 uno de 43.5cm y 1 uno de 24.2cm. Es como si la plaqueta se representara con un corte reduciéndole la escala. (Gráfico 2.22).

**2.3. Descripción técnica del sistema prefabricado.** Recuperado de <https://www.mutualistapichincha.com/web/guest/casalista>

### **2.3.1. Descripción del producto.**

“El producto Casa Lista, es un sistema de vivienda prefabricada de hormigón simple, que por su bajo costo está destinada a cubrir la demanda insatisfecha de vivienda.”

### **2.3.2. Versatilidad**

“El proyecto permite cambiar constantemente en planta para permitir ajustarse a las necesidades del usuario. Puede ajustarse dependiendo del uso al que este destinada, puede funcionar para vivienda, aulas de escuelas, baterías de baños, salas comunales, gimnasios, etc.”

### **2.3.3. Antisismisidad**

“Al ser ensamblados con elementos flexibles y de poco peso y ser un cubo de hormigón garantiza un buen comportamiento antisísmico. Esta consideración se debe a que al armar la estructura, las cargas distribuidas al suelo resultan insignificantes y al estar instalada sobre una losa de cimentación, hace que el sistema se ajuste a las recomendaciones establecidas para suelos de mala calidad.”

### **2.3.4. Fácil transporte.**

Por su bajo peso (un modelo de 36 u<sup>2</sup> tiene un peso de 6 ½ toneladas), hace que sea fácil de transportar a zonas de difícil acceso.

### **2.3.5. Cubierta**

La cubierta es de fibrocemento, cada plancha se sujeta a cada pared donde asienta, lo que garantiza su estabilidad contra vientos moderados de 20 a 40 km por hora. Se utilizan planchas de 8 pies, de 6pies de 8/3 pies y cumbreros.

La cubierta está apoyada en los muros conformados por los paneles de hormigón y pos los perfiles de galvalumen, también se apoyan en correas de madera previamente dispuestas en los sitios donde no se encuentran dichos muros.

### **2.3.6. Revoque exterior**

Como las planchas se asientan directamente sobre el contrapiso, se deberá revocar todo el exterior con un mortero 1:4 previamente se habrá colocado una capa de cemento plástico en la junta entre la pared y el contrapiso.

### **2.3.7. Puertas**

Las puertas exteriores son metálicas con picaporte. Las puertas interiores son de madera con marcos metálicos, que son elaboradas con tubo rectangular, para recibir el pestillo de la cerradura tiene una hembra ejecutada en hierro a manera de oreja. Las hojas son de triples tipo C, tamboradas con bastidores preservados, estas se colocarán en todos los dormitorios y baños.

#### **2.3.7.1. Puertas metálicas.**

Dimensiones: 1.94 x 0.97 m.

Trabajadas en perfil L3 x 5cm.

Marco de la puerta con perfil L3 x 1cm.

Lámina de tool de 0.7mm.

Pintado con pintura electrostática al horno color negro poliéster.

### **2.3.7.2. Puertas interiores de madera.**

Puertas tamboradas.

Dimensiones puerta de dormitorio: 1.865 x 0.885m.

Dimensiones puerta de baño: 1.865 x 0.645m.

Fabricadas con listón preservado y tablero corriente de 3.6 clase C.

### **2.3.8. Ventanas.**

Las ventanas son de hierro pintadas con anticorrosivo y vidrio de 3mm, se instalan de pendiendo de las necesidades del usuario.

Dimensiones de ventana metálica pequeña: 0.97 x 0.48 m.

Dimensiones de ventana metálica mediana: 0.97 x 0.97 m.

Dimensiones de ventana metálica grande: 1.45 x 0.97 m.

Marco de la ventana fabricado con perfil L3 x 5cm y marco abatido con perfil L3 x 1cm.

División de la ventana a la mitad con perfil T de 3 x 2 cm.

Bisagras de hierro de 3/8 de pulg. con dos acciones

Manija de aluminio de 10 o 12 cm

Pintado con pintura electrostática al horno color negro poliéster.

## **2.4. Propiedades geométricas y mecánicas de los materiales.**

### **2.4.1. Introducción.**

De las generalidades anteriormente expuestas, entraremos a analizar los diferentes elementos que intervienen en el montaje de las viviendas prefabricadas “Caja Estructural”, para exponer sus diferentes características geométricas, y las funciones que cumplen cada uno en la parte estructural.

Por lo que el conocimiento de todas sus características geométricas y mecánicas, tienen que ser analizadas detenidamente para demostrar que su forma y composición son las más convenientes para que el modelo estructural de la vivienda sea sismo – resistente.

Describiré cada uno de los elementos que conforman la vivienda en forma individual detalladamente, tomando en cuenta varios aspectos como:

- Proceso de fabricación
- Características geométricas.
- Resistencias especificadas
- Ensayos de laboratorio
- Resistencias a esfuerzos.

El análisis de cada uno de estos aspectos en los diferentes materiales que se utilizan en la construcción de la vivienda como: Hormigón para fabricar las placas, madera, perfiles de galvalumen, cubierta de asbesto – cemento, etc.; nos arrojarán datos certeros de la calidad de la vivienda en forma global, y sobre todo posteriormente podremos formar un modelo estructural más real para determinar que esfuerzos tanto verticales como horizontales resiste la vivienda en las condiciones actuales.

#### **2.4.2. Proceso Fabricación.**

Las placas de hormigón que se utilizan en la construcción de la vivienda, son elaboradas de hormigón simple con aditivo acelerante de fraguado, sin ningún tipo de armadura de refuerzo; la cual no es necesaria por la geometría y dimensiones de las placas.

A continuación se detalla todas las características geométricas y mecánicas de las placas, así como su proceso de fabricación y el control de calidad que se realiza para garantizar su colocación en obra.

##### **2.4.2.1. Resistencia del hormigón.**

La resistencia del hormigón a la compresión debe ser de  $250 \text{ kg/cm}^2$ , resistencia que se debe dar a los 28 días de edad, lo cual nos garantiza una calidad óptima del hormigón para resistir los esfuerzos de carácter sísmico. Para el análisis de los momentos críticos en la edad del hormigón debemos tomar en cuenta; el

desencofrado, el manipuleo y el transporte de las placas de hormigón, que a continuación se detallan.

#### **2.4.2.1.1. Desencofrado.**

El desencofrado es uno de los momentos más críticos en la fabricación de las placas, pues la formaletería es metálica y debe ser utilizada inmediatamente. Por este motivo la edad que tiene el hormigón es apenas de 6 horas al retirar la formaletería, tiempo en el cual debe tener por lo menos el 20% de la resistencia final, es decir  $50 \text{ kg/cm}^2$  como mínimo, resistencia que sirve para resguardar los bordes de las placas que son importantes para mantener las escuadras en los mismos y también para mantener una estética adecuada.

#### **2.4.2.1.2. Manipuleo.**

Las placas mantienen la posición horizontal sobre las mesas en las cuales se funden durante 72 horas, luego de lo cual se trasladan a los patios de secado donde mantienen una posición vertical para que luego de cuatro días sean trasladados a la obra y utilizados en la construcción de la vivienda.

La resistencia que se necesita para el manipuleo de las placas de hormigón en esta parte del proceso de fabricación es de mínimo un 33.33% de la resistencia final, es decir  $70 \text{ kg/cm}^2$ , resistencia que garantiza la estabilidad de la placa de hormigón en la posición vertical sin sufrir ningún daño en sus bordes ni que existan fisuras de ningún tipo en la placa.

### **2.4.2.1.3. Transporte.**

A los siete días desde la fundición, las placas de hormigón son trasladadas al lugar de la construcción de la vivienda; este es un momento crítico en el alcance de la resistencia necesaria de la placa, pues el transporte de la misma está sujeto a varios esfuerzos por la forma de manipuleo y la mala calidad de los caminos donde se realiza la construcción de la vivienda.

La resistencia necesaria de la placa de hormigón debe ser del 50% de la resistencia final, es decir  $125\text{kg/cm}^2$  la cual garantiza que la placa de hormigón no sufra ningún daño ni fisura tanto en el transporte como en la colocación del mismo para la construcción de la vivienda.

Para alcanzar las resistencia indicadas anteriormente en los diferentes puntos críticos del desencofrado, manipuleo y transporte de las placas de hormigón se utiliza en la fabricación del hormigón acelerante de fraguado tipo C, que cumple las normas ASTM C-494, la dosificación del hormigón según el diseño de hormigones es 1 – 2 – 3 lo que garantiza según los ensayos realizados las resistencias requeridas.

A continuación se describe detalladamente el proceso de fabricación y posteriormente los ensayos realizados, que señalan que las características de los materiales utilizados dan como resultado una placa de

hormigón que cumple con las resistencias requeridas en este tipo de prefabricación.

#### **2.4.2.1.4. Fabricación del hormigón.**

Dentro del proceso de fabricación de las placas de hormigón, se tiene que tomar mucho cuidado en la dosificación de cada uno de los materiales que intervienen en la mezcla.

A continuación definiremos cada uno de los mismos con las respectivas especificaciones técnicas que deben cumplir para que cada placa de hormigón cumpla con las resistencias requeridas para su colocación en la vivienda.

##### **2.4.2.1.4.1. Cemento**

El tipo de cemento que se debe utilizar para la fabricación de las placas de hormigón debe ser “Cemento Portland Puzolánico tipo IP”, el cual existe en nuestro país en gran cantidad, pero hay que tomar en cuenta que las calidades de los cementos varían de acuerdo al fabricante, por lo que se ha tenido que realizar ensayos de laboratorio para determinar la marca de cemento adecuada para alcanzar las resistencias requeridas.

##### **2.4.2.1.4.2. Agregados**

El tamaño máximo del agregado grueso que debemos utilizar para la elaboración del hormigón para las placas es de 1cm, pues el espesor de los mismos es de 3.2cm.

Hay que controlar el porcentaje de humedad de los agregados para la mezcla del hormigón, pues por las condiciones climáticas del lugar varían continuamente. Esto nos lleva también a corregir la relación agua – cemento por el contenido de humedad de la arena.

#### **2.4.2.1.4.3. Acelerante.**

El acelerante que se debe utilizar para alcanzar las resistencias antes indicadas debe cumplir con las normas ASTM 494, y debe ser tipo C. Este tipo de acelerante se encuentra fácilmente en el mercado de infinidad de marcas de las cuales se debe escoger el más adecuado en cuanto a los aspectos técnicos y económicos.

#### **2.4.3. Características geométricas de las placas.**

La geometría de las placas de hormigón es muy versátil, es decir puede tener la forma que se requiera, según el diseño arquitectónico. Tiene una sola restricción, que es el tamaño máximo de 97.6cm x 97.6cm, que es el módulo más grande que se puede construir por razones de manipuleo manual, economía y modulación de las viviendas de Casa Lista, así como también la pendiente estipulada del 25% lo que determina la dimensión y forma de las placas que forman las culatas.

<b>TABLA 2.14. ESPECIFICACIONES GEOMÉTRICAS DE LAS PLACAS</b>					
<b>ELEMENTO</b>	<b>PERÍMETRO</b>	<b>AREA</b>	<b>ESPESOR</b>	<b>VOLUMEN</b>	<b>PESO</b>
	<b>(m)</b>	<b>(m<sup>2</sup>)</b>	<b>(m)</b>	<b>(m<sup>3</sup>)</b>	<b>(kg)</b>
A97 (97x97)	3.904	0.953	0.032	0.030	73.16
A72(97x72)	2.440	0.714	0.032	0.023	54.87
A48(97x48)	2.928	0.476	0.032	0.015	36.58
A24(97x24)	2.440	0.238	0.032	0.008	18.29
A 5(72x48)	2.440	0.357	0.032	0.011	27.43
A 7(72x24)	1.952	0.179	0.032	0.006	13.72
A 2(24x24)	0.976	0.060	0.032	0.002	4.57
A 8(72x72)	2.928	0.536	0.032	0.017	41.15
C48(24x97x48)	2.708	0.357	0.032	0.011	27.43
C 3 (24x97x48)	2.464	0.238	0.032	0.008	18.29

**FUENTE:** Recuperado de <https://www.mutualistapichincha.com/web/guest/casalista>

El módulo más grande es el denominado A97 (97x97) y tiene 3.2cm de espesor, de este se derivan los módulos menores siendo estos divisibles exactos del módulo a97. El peso de éste es aproximadamente 75kg como se puede apreciar en el cuadro anterior, es decir un quintal y medio, el cual puede ser manipulado por una persona en forma continua durante una jornada de trabajo.

Al escoger esta modulación se tomó en cuenta que la denominación de las placas no puede ser impar, por la modulación de espacios interiores y en la distribución arquitectónica de la casa.

Tampoco se pudo escoger una modulación mayor, pues el peso de ésta placa de hormigón sería de 115kg aproximadamente, el cual es un peso que un trabajador no puede cargar continuamente durante una jornada de trabajo; lo cual dificultaría enormemente la colocación de la casa en el tiempo estipulado y encarecería el costo de la mano de obra en un 50%.

#### **2.4.4. Características geométricas de la madera.**

Para determinar el tipo de madera que debe utilizarse en la construcción de viviendas en nuestro país, debemos tomar en cuenta varios aspectos como:

- Tipos de madera existentes en nuestro país.
- Calidad de la madera.
- Responsabilidad en la cantidad de madera que se utiliza en la construcción.
- Costos de la madera con respecto a otros materiales existentes en el mercado.

Tomando en cuenta todos estos aspectos, y analizándolos debidamente se utiliza la madera como material de construcción estructural en nuestro país por lo que a continuación se definen todas las características, tanto físicas, mecánicas y geométricas del tipo de madera que se utiliza en la construcción de las viviendas de Casa Lista.

##### **2.4.4.1. Tipo de madera utilizada en la construcción.**

La madera utilizada en la construcción de las viviendas de Casa Lista es la madera tipo estructural, recomendada por el “Manual de Diseño para Maderas del Grupo Andino” editado por la junta del Acuerdo de Cartagena bajo la supervisión de PADT – REFORT (Proyectos Andinos de desarrollo tecnológico en el área de los recursos forestales tropicales).

Según este manual PADT – REFORT, “Manual de Diseño para Maderas del Grupo Andino”, (1984) se denomina a “la madera de construcción estructural a aquella que constituye el armazón estructural de la edificación. Es decir forma parte de componentes como muros, paredes, pisos, techos, columnas, vigas, cerchas, entre otros. La característica común a todos estos elementos es su función básicamente resistente”. (p.3-9)

Este tipo de madera debe satisfacer las siguientes condiciones:

- Debe ser material clasificado como de calidad estructural para lo cual debe cumplir con la Norma de Clasificación Visual por Defectos.
- Deben ser piezas de madera dimensionalmente de acuerdo a las escuadrías o secciones referenciales sugeridas en dicho manual.
- Debe ser madera proveniente de las especies forestales consideradas como adecuadas para construir y que se presentan en la siguiente tabla:

**GRUPOS DE ESPECIES ESTUDIADAS EN EL PADT – REFORT PARA MADERA ESTRUCTURAL**

<b>TABLA 2.15. GRUPOS DE ESPECIES ESTUDIADAS EN EL PADT – REFORT PARA MADERA ESTRUCTURAL</b>			
<b>PAÍS</b>	<b>GRUPO</b>	<b>NOMBRE COMÚN</b>	<b>NOMBRE CIENTÍFICO</b>
<b>BOLIVIA</b>	<b>A</b>	Almendrillo Churupau	Taralea oppositifolia Piptadenia grata
	<b>B</b>	Coquino Muruné Verdolago	Ardisia cubana Clarisia recamosa Terminalia amazonia
	<b>C</b>	Palo maría Yesquero	Calophyllum brasiliense Cariana estrellensis
<b>COLOMBIA</b>	<b>A</b>	Chapul Chaquiro Oloroso	Humirastrum procerum Goupia glabra Humiria balsaminifera
	<b>B</b>	Machare Nato Pantano	Symphonia globulifera Mora megistosperma Hironyma chocoensis
	<b>C</b>	Aceite mario Carrá Dormilón Mora Sande Tangaré	Calophyllum mariae Huberodendron patinoi Pentaclethra macroloba Clarisia racemosa Brosimum utile Carapa guianensis
<b>ECUADOR</b>	<b>A</b>	Caimitillo Guayacán pechiche	Chrysophyllum cainito Minquartia guianensis
	<b>B</b>	Chanul Moral fino Pituca	Humirastrum procerum Chlorophora tinctoria Clarisia racemosa
	<b>C</b>	Fernansánchez Mascarey Sande	Triplaris guayaquilensis Hieronyma chocoensis Brosimum utile
<b>PERÚ</b>	<b>A</b>	Estoraque Palo sangre negro Pumaquiro	Myroxylon peruíferum Pterocarpus s.p. Aspidospema macrocarpon
	<b>B</b>	Hayruro Manchinga	Ormosia coccinea Brosimum uleanum
	<b>C</b>	Catahua amarilla Copaiba Diablillo fuerte tornillo	Hura crepitans Copaifera officinalis Podcarus s.p. Cedrelinga catenaeformis

<b>VENEZUELA</b>	<b>A</b>	Algarrobo Mora Perhuétano Zapatero	Hymenaea courbaril Mora gonggrijpii Murirí barinensis Peltogyne porphyrocardia
	<b>B</b>	Aceite cabimo Apamate Charo amarillo Chupón rosado Guayabón Pardillo amarillo	Copaifera pubiflora Tabeluía rosea Brosimum alicastrum Pouteris anibifolia Terminaría guianensis Terminalia amazonía
	<b>C</b>	Carne asada Mureillo Samán Saquí saquí	Hieronyma faxiflora Erisma uncinatum Pithecellobium saman Bombacopsis quinata

**FUENTE:** Manual de diseño para maderas del Grupo Andino.

**ELABORACION:** PADT – REFORT. “Manual de Diseño para Maderas del Grupo Andino” (1984).

Las propiedades mecánicas de la madera, especialmente el esfuerzo de rotura en flexión, están correlacionados con la densidad básica. Por lo tanto, el agrupamiento de las especies entre grupos está basado – con algunas excepciones – en las densidades. Los límites entre grupos han sido establecidos considerando tanto las características de resistencia como de rigidez.

Las maderas ensayadas por el PADT - REFORT “Manual de Diseño para Maderas del Grupo Andino” (1984), “han sido agrupadas en tres grupos estructurales, en función de su resistencia y densidad básica.

Se denomina grupo **A** al grupo de maderas de mayor resistencia, **B** al grupo intermedio y **C** al grupo de menor resistencia. Las densidades básicas de las maderas del grupo **A** están por lo general en el rango de 0.71 a 0.90, las del grupo **B** entre 0.56 y 0.70, y las del grupo **C** entre 0.40 y 0.55.

Cualquier especie de las ubicadas en un grupo estructural determinado se considera que reúne por igual las características de resistencia y rigidez asignadas al grupo. Desde el punto de vista de comportamiento estructural es indiferente usar cualquiera de ellas una vez seleccionado el grupo. Sin embargo, debe tomarse en cuenta que las maderas del mismo grupo estructural no siempre tienen características similares de trabajabilidad y durabilidad natural.” (p. 3-26)

Como se indicó anteriormente el tipo de madera utilizada en la construcción es de tipo B estructural, y como lo indica la tabla son las maderas Chapul, Moral fino y Pituca; las que poseen las características antes mencionadas, pero la que más se encuentran en el mercado y por motivos de costo es utilizada en la construcción de la solución habitacional Casa Lista con el sistema Caja Estructural es el Yumbingue, que es un madera de igual resistencia que las mencionadas en la Tabla.

#### **2.4.5. Características geométricas de los perfiles de Galvalumen.**

Los perfiles utilizados en la construcción de las viviendas del sistema Caja Estructural son perfiles metálicos (Galvalumen), con un espesor o calibre de 0.45mm. En el interior de éstos se embeben los paneles de hormigón formando la estructura de muros de la que está compuesta dicha solución habitacional.

Estos perfiles metálicos han sido escogidos para su utilización por poseer características de resistencia, costos y manipuleo en obra adecuadas al sistema de vivienda propuesto por Casa Lista.

#### **2.4.5.1. Composición.**

Del documentos recuperado de la página de Mutualista Pichincha (<https://www.mutualistapichincha.com/web/guest/casalista>) encontramos que los perfiles utilizados en éste sistema son una chapa de acero con recubrimiento de Aluminio – Zinc con una estrella especialmente fina, lisa y con un brillo metálico blanco. La composición nominal es 55% Al, 1.6% de Si y el resto Zinc. El recubrimiento se aplica mediante un proceso continuo de inmersión en baño fundido, similar al de galvanizado continuo.

Con el recubrimiento de Aluminio – Zinc se obtiene una resistencia a la corrosión significativamente mayor que la obtenida con el recubrimiento galvanizado del mismo espesor. El rendimiento del producto es máximo en condiciones que requieren tanto las características de resistencia a la corrosión del aluminio, es decir la resistencia a la corrosión a largo plazo de la superficie, como las características del zinc, protección catódica en los bordes de corte.

#### **2.4.5.2. Características geométricas.**

Las características geométricas de los perfiles metálicos de galvalumen dependen totalmente de la geometría de los paneles de hormigón, la misma que ha sido indicada anteriormente en éste capítulo; pues por la modulación de los dos elementos en la construcción de la vivienda, se debe considerar ambas geometrías para su fabricación.

<b>TABLA 2.3. LONGITUDES Y PESOS DE LOS PERFILES DE GALVALUMEN</b>			
<b>PERFIL N°</b>	<b>LONGITUD(mm)</b>	<b>ANCHO (mm)</b>	<b>PESO (kg)</b>
18	2182.5	1.1	1.9
20	2425	1.1	2.2
22	2667.5	1.1	2.4
24	2910	1.1	2.6
26	3152.5	1.1	2.8
28	3395	2.1	3.0

**FUENTE:** Casa prefabricada.

**ELABORACION:** El Autor.

#### **2.4.5.2.1. Zunchos.**

Elemento fabricado del mismo material que los perfiles de galvalumen, pero con un calibre menor, el cual sirve para sujetar las soleras horizontales con los perfiles verticales, arriostrando totalmente al muro conformado además de estos dos elementos por los paneles de hormigón.

#### **2.4.5.2.2. Portacorrea.**

Elemento de acero fabricado con un perfil de 3/8 de pulgada y de geometría específica, el cual; apoyado en el muro, sirve para sostener las correas de madera , en el caso de dar continuidad a las piezas de madera se utiliza mayormente en las construcciones a cuatro aguas, sobre las cuales se apoya la cubierta de asbesto – cemento.

## CAPITULO 3

### 3. ESTUDIO DE RESISTENCIA DE MATERIALES UTILIZADOS EN VIVIENDAS PREFABRICADAS.

#### 3.1. Estudio de los paneles de Hormigón.

##### 3.1.1. Ensayo de compresión simple en paneles de Ho.

###### *Objeto.*

Determinar la resistencia del panel de hormigón a la compresión axial.

###### *Disposiciones generales.*

Para el objeto del presente estudio, se determinó que 4 probetas limpias para el ensayo nos darían una precisión más o menos aceptable.

###### *Equipo.*

**Prensa hidráulica VERSA - TESTER.-** Consta de Fuente de poder hidráulica, marco de carga y panel de control. La capacidad de carga de la fuente de poder es de 30 Ton, 110 Volt, 1 Fase, 60 ciclos, 1Hp. El marco de carga se compone de dos columnas, que dan espacio máximo Ancho x Alto (mm) 305x342, y con un desplazamiento hidráulico de 152mm. En el panel de control tiene un selector de velocidad con un máximo de 3"/min, y el control de la carga tiene dos diales para su lectura; el inferior que controla hasta 6000kg con precisión de 10kg y el superior que controla hasta 300kg con precisión de 50kg.

**Accesorio.-** En la parte superior bajo el bloque de aplicación de carga se colocó un muelle de acero, que permita simular la distribución uniforme de la carga.

### ***Preparación de las probetas.***

Las probetas que se emplearon en el presente ensayo son de forma panelar de 485.00 x 34.00 de sección transversal, con una longitud de 485.00mm.

### ***Procedimiento:***

- a) Aplicar la carga sobre la parte superior del panel, esto es sobre las caras transversales, en forma continua, a una velocidad de ensayo de 0.6mm/min.
- b) Para obtener resultados uniformes y satisfactorios, es necesario que las roturas se produzcan en el cuerpo de la probeta. Este resultado es más exacto en las probetas de sección transversal uniforme.
- c) Describir las roturas por compresión, de acuerdo al aspecto de las mismas en la superficie que aparezcan. En caso de presentarse dos o más roturas, se las describen en el orden que ocurrieron; además dibujar la forma de la rotura.

### ***Cálculos:***

#### ***Cálculo de la resistencia máxima a la rotura por compresión axial.***

En su estudio Winter George y Nilson Arthur (1997), para el cálculo se aplica la ecuación siguiente:

$$RCAmáx = \frac{P}{S} \text{ ( p.21)}$$

*En donde:*

RCA máx. = Resistencia máxima a la rotura en Kg. /cm<sup>2</sup>

Pm = Carga máxima soportada por la probeta en Kg.

S = Superficie de la sección transversal de la probeta, calculada antes del ensayo en cm<sup>2</sup>.

### ***Informe de Resultados.***

Las dimensiones de los paneles, los resultados obtenidos, las condiciones de los ensayos se recopilan en el anexo 3 del presente trabajo.

#### **3.1.2. Ensayo de flexión en paneles de Ho.**

##### ***Objeto.***

Determinar la resistencia del panel de hormigón a la flexión estática.

##### ***Disposiciones generales.***

Para el objeto del presente estudio, se determinó que 4 probetas limpias para el ensayo nos darían una precisión más o menos aceptable.

##### ***Equipo.***

**Prensa hidráulica VERSA - TESTER.-** Consta de Fuente de poder hidráulica, marco de carga y panel de control. La capacidad de carga de la fuente de poder es de 30 Ton, 110 Volt, 1 Fase, 60 ciclos, 1Hp. El marco de carga se compone de dos columnas, que dan espacio máximo Ancho x Alto (mm) 305x342, y con un desplazamiento hidráulico de 152mm. En el panel de control tiene un selector de velocidad con un máximo de 37min, y el control de la carga tiene dos diales para su lectura; el inferior que controla hasta 6000kg con precisión de 10kg y el superior que controla hasta 300kg con precisión de 50kg.

**Accesorio.-** Bajo el bloque de carga se coloca un cabezal con una articulación esférica que permita la distribución uniforme de las cargas.

***Preparación de las probetas.***

Las probetas que se emplearon en éste ensayo serán de 240mm x 34mm de sección transversal.

La longitud será 15 veces la altura de la probeta. La longitud de las probetas utilizadas fue de 97cm.

***Procedimiento:***

- a) La luz del ensayo será 14 veces la altura de la probeta. En el presente ensayo la luz del ensayo se fijó en 50cm.
- b) Colocar las probetas en sus apoyos, de tal manera que no se produzcan aplastamientos, roces u otros esfuerzos ajenos a la flexión. Además los dispositivos de apoyo deben permitir la libre deformación de la probeta y la absorción de leves torsiones o alabeos que puedan experimentar durante el montaje y el proceso de carga.
- c) Aplicar la carga mediante el cabezal en el punto medio de la luz, el plano tangencial más cercano a la médula, en forma continua y con una velocidad del cabezal de 2.5mm/min.
- d) Describir la falla de la probeta y la forma como fue progresando.
- e) Anotar la carga máxima ( $P_m$ ) obtenida durante el ensayo de la probeta.

***Cálculos:***

***Cálculo del esfuerzo máximo.***

Para el cálculo, en su estudio Winter George y Nilson Arthur (1997), emplean la siguiente fórmula:

$$EMf = \frac{3Pm \times L}{2bxh^2} \quad (p.21)$$

En donde:

EMf = Esfuerzo unitario en Kg. /cm<sup>2</sup>.

Pm = Carga máxima obtenida en Kg.

L = Luz de la probeta en cm.

b = Ancho de la probeta en cm.

h = Altura de la probeta en cm.

### ***Informe de Resultados.***

Las dimensiones de la probeta, los resultados obtenidos, las condiciones de los ensayos se recopilan en anexo 3 del presente trabajo.

## **3.2. Estudio de la madera.**

### **3.2.1. Determinación de la resistencia a la compresión paralela a las fibras.**

#### **INEN AG 05.01.315.**

#### ***Objeto.***

En su estudio Castillo (1983) nos indica que “esta norma establece el método para determinar la resistencia de la madera a la compresión axial o paralela al grano.

#### ***Disposiciones generales.***

Para realizar el presente ensayo el muestreo debe realizarse de acuerdo a la norma INEN AG 05.01-201.

El número de probetas que han de ser ensayadas se determina por el grado de exactitud que se desee lograr en el ensayo, según la norma INEN AG 05.01-201." (p.38 - 39).

Para el objeto del presente estudio, se determinó que 3 probetas limpias para el ensayo nos darían una precisión más o menos aceptable. Las probetas fueron confeccionadas en la Cooperativa de Carpinteros San José por obreros calificados.

#### ***Equipo.***

**Prensa.-** Capaz de producir una fuerza mayor a 2000 N, con la precisión requerida de acuerdo a la finalidad del ensayo, provista de dos crucetas una fija y otra móvil, así como de una válvula o mecanismo que permita regular la velocidad lineal de la cruceta móvil. En los ensayos realizados en este trabajo se utilizó el equipo ACCU - TEK 500 cuya capacidad es de 2.224kN (500.000lbf)

**Accesorio.-** Una de las crucetas debe estar provista de un cabezal con una articulación esférica que permita la distribución uniforme de las cargas.

#### ***Preparación de las probetas.***

Las probetas que deben emplearse en éste ensayo serán en forma de prismas rectos de 30 x 30mm hasta de 50mm x 50mm de sección transversal con una longitud de dos a cuatro veces el ancho. El grano o fibra de la madera debe ser paralelo a la longitud. Para realizar este ensayo se construyeron probetas de 50mm x 50mm de sección transversal y 20cm de longitud.

Las dimensiones de las probetas deben verificarse con una exactitud de 0.3%.

Las probetas deben acondicionarse de acuerdo a la norma INEN AG 05.01-303.

***Procedimiento:***

- a) Aplicar la carga sobre las bases del prisma, esto es sobre las caras transversales, en forma continua, a una velocidad de ensayo de 0.6mm/min., para que produzca deformación. Los valores para la curva de esfuerzo - deformación se toman aún después de la falla o rotura de la probeta.
- b) Para obtener resultados uniformes y satisfactorios, es necesario que las roturas se produzcan en el cuerpo de la probeta. Este resultado es más exacto en las probetas de sección transversal uniforme o cuando los extremos de dicha probeta tienen un contenido de humedad menor que el resto de la misma.
- c) Describir las roturas por compresión, de acuerdo al aspecto de las mismas en la superficie que aparezcan. En caso de presentarse dos o más roturas, se las describen en el orden que ocurrieron; además dibujar la forma de la rotura.
- d) Inmediatamente después de realizado el ensayo cortar de la probeta un prisma de 20mm de altura, cuyas superficies y aristas se deben lijar convenientemente a fin de despojar las astillas y otras irregularidades, y determinar el contenido de humedad de acuerdo a lo establecido en la Norma INEN AG 05.01-302.

***Cálculos:***

***Cálculo de la resistencia máxima a la rotura por compresión axial.***

En su estudio Winter George y Nilson Arthur (1997), para el cálculo se aplica la ecuación siguiente:

$$RC_{Amáx} = \frac{P}{S} \quad (\text{p.21})$$

En donde:

RCA máx. = Resistencia máxima a la rotura en Kg. /cm<sup>2</sup>.

Pm = Carga máxima soportada por la probeta en Kg.

S = Superficie de la sección transversal de la probeta, calculada antes del ensayo en cm<sup>2</sup>.

### ***Informe de Resultados.***

Las dimensiones de la probeta, los resultados obtenidos, las condiciones de los ensayos se recopilan en el anexo 3 del presente trabajo.

### **3.2.2. Determinación de la resistencia a la flexión estática. INEN AG 05.01-322.**

#### ***Objeto.***

En el estudio de Castillo (1983) nos indica que “el método para determinar la resistencia de la madera a la flexión estática.

#### ***Disposiciones generales.***

Para realizar el presente ensayo el muestreo debe realizarse de acuerdo a la norma INEN AG 05.01-201.

Para el objeto del presente estudio, la toma de muestras se realizó de la madera utilizada para la elaboración de la estructura de la vivienda prefabricada.

El número de probetas que han de ser ensayadas se determina por el grado de exactitud que se desee lograr en el ensayo, según la norma INEN AG 05.01-201." (p. 31-32).

Para el objeto del presente estudio, se determinó que 3 probetas limpias para el ensayo nos darían una precisión más o menos aceptable. Las probetas fueron confeccionadas en la Cooperativa de Carpinteros San José por obreros calificados.

### ***Equipo.***

**Prensa.-** Capaz de producir una fuerza mayor a 2000, N con la precisión requerida de acuerdo a la finalidad del ensayo, provisto de un mecanismo que permita regular la velocidad lineal del cabezal. En los ensayos requeridos se utilizó el equipo de ensayo ACCU TEK 500 cuya capacidad es de 2.224kN (500.000lbf).

**Cabezal o bloque de carga.-** La carga se aplica por medio de un cabezal de metal o de madera cuya densidad aparente no sea inferior a  $1.0\text{g/cm}^3$ . La forma y tamaño de los bloques se indican en las figuras del anexo 3.

### ***Preparación de las probetas.***

Las probetas que deben emplearse en éste ensayo serán de 50mm x 50mm de sección transversal. En el caso de árboles de diámetro pequeño (30cm o menos), se utilizarán probetas de 20mm x 20mm de sección transversal, o también cuando no se puedan extraer probetas largas debido a torceduras, nudos u otros defectos que puedan presentarse.

La longitud será 15 veces la altura de la probeta. Las probetas se acondicionan de acuerdo a la norma INEN AG 05.01-303. La longitud de las probetas utilizadas fue de 30cm.

***Procedimiento:***

- a) La luz del ensayo será 14 veces la altura de la probeta, tanto para las probetas de 50x50mm, como para las probetas de 20x20mm. En el presente ensayo la luz del ensayo se fijó en 25cm.
- b) Colocar las probetas en sus apoyos, de tal manera que no se produzcan aplastamientos, roces u otros esfuerzos ajenos a la flexión. Además los dispositivos de apoyo deben permitir, la libre deformación de la probeta y la absorción de leves torsiones o alabeos que puedan experimentar durante el montaje y el proceso de carga.
- c) Aplicar la carga mediante el cabezal en el punto medio de la luz, el plano tangencial más cercano a la médula, en forma continua y con una velocidad del cabezal de 2.5mm/min. para la probeta de 50x50mm y de 1,0mm/min. para la probeta de 20x20mm.
- d) Describir la falla de la probeta y la forma como fue progresando.
- e) Anotar la carga máxima (Pm) obtenida durante el ensayo de la probeta.
- f) Realizando el ensayo de flexión estática, cortar un prisma de la sección transversal de la probeta en una zona próxima a la rotura y establecer el contenido de humedad y la densidad aparente de la probeta ensayada, de acuerdo a las Normas INEN AG 05.01-302 e INEN AG 05.01-304 respectivamente.

***Cálculos:***

***Cálculo del esfuerzo máximo.***

Para el cálculo, en su estudio Winter George y Nilson Arthur (1997), emplean la siguiente fórmula:

$$EHf = \frac{PmL}{2bxh^2} \quad (p.21)$$

En donde:

EMf = Esfuerzo unitario en Kg. /cm<sup>2</sup>.

Pm = Carga máxima obtenida en Kg.

L = Luz de la probeta en cm.

b = Ancho de la probeta en cm.

h = Altura de la probeta en cm.

### ***Informe de Resultados.***

Las dimensiones de la probeta, los resultados obtenidos, las condiciones de los ensayos se recopilan en el anexo 3 del presente trabajo.

### **3.2.3. Determinación del contenido de humedad. INEN AG 05.01-302.**

#### ***Objeto.***

En el estudio de Castillo (1983) nos indica que “la norma que establece el método para determinar el contenido de humedad en las maderas, base principal para analizar las propiedades tecnológicas.

#### ***Terminología.***

*Contenido de humedad promedio.*- es el valor promedio de los contenidos de humedad en una pieza de madera.

#### ***Disposiciones generales.***

## **Preparación de la Muestra.**

Las probetas que se tomen deben ser representativas del lote, en lo posible de una sección transversal completa, uniforme y no menor de 25mm a lo largo del grano; en general, el volumen de la probeta debe ser mínimo de 33cm<sup>3</sup>. Para el corte deben utilizarse herramientas que generen el menor calor posible.

Las partículas adheridas a la probeta deben ser eliminadas antes de pesarla.

Pesar las probetas inmediatamente, o en su defecto, guardarlas en recipientes herméticos hasta su pesaje.

### ***Disposiciones Específicas.***

- Utilizar el método de secado en estufa cuando la madera contenga una pequeña cantidad de sustancias volátiles hasta 1%.
- Utilizar el método de extracción con disolventes cuando la madera contenga sustancias volátiles en una cantidad mayor al 1%.
- El método eléctrico se empleará en maderas con o sin sustancias volátiles, pero no es confiable sobre todo en determinaciones del contenido de humedad superior al 25%.

### ***Método de secado en estufa.***

#### **Instrumental.**

- **Balanza.-** Que permita determinar la masa con una exactitud de hasta 0.01 gr.
- **Estufa eléctrica.-** Provista de un termo regulador, que permita operar a una temperatura de 103 +/- 3°C.
- **Desecador de laboratorio.-** Provisto de sustancia higroscópica adecuada". (p. 76-77)

***Procedimiento.***

- a) Pesar las muestras y colocarlas en la estufa, aplicar un calentamiento gradual hasta alcanzar los T03 +/- 3°C, las muestras a esta temperatura deben permanecer por lo menos 20 horas; luego sacarlas de la estufa, enfriarlas en el desecador y pesarlas hasta obtener la constante de peso.

***Cálculos:***

***Cálculo del Contenido de Humedad.***

Para el cálculo se aplica la ecuación siguiente:

$$CH = \frac{P - Psh}{Psh} * 100$$

En donde:

CH = Contenido de Humedad en porcentaje.

P = Peso original de la muestra en gramos

Psh = Peso de la muestra Anhidra en gramos.

Para el presente trabajo se utilizó el método de secado en estufa, por lo que he creído conveniente no describir los restantes métodos citados en la norma.

***Informe de Resultados.***

Las dimensiones de la probeta, los resultados obtenidos, las condiciones de los ensayos se recopilan en el anexo 3 del presente trabajo.

### **3.3. Estudio del perfil de aluminio.**

#### **3.3.1. Ensayo de compresión simple en perfil objeto.**

Determinar la resistencia del perfil metálico a la compresión axial.

#### *Disposiciones generales.*

El número de probetas que han de ser ensayadas se determina por el grado de exactitud que se desee lograr en el ensayo,

Para el objeto del presente estudio, se determinó que 4 probetas limpias para el ensayo nos darían una precisión más o menos aceptable.

#### *Equipo.*

**Prensa hidráulica ACCU - TEK 500.-** Consiste en un marco de carga para servicio pesado capaz de producir una fuerza de 2.224kN (500.000lbf), una bomba hidráulica y el sistema de Pantalla digital con la precisión requerida de acuerdo a la finalidad del ensayo.

El bloque de apoyo inferior combinado con un fuelle, elimina las fugas hidráulicas y evita que el polvo y residuos entren en la zona de sellado del pistón / cilindro del marco de carga. La gran apertura horizontal de 355mm (14pulg) de ancho, asegura una completa accesibilidad para cargar los especímenes.

**Deformímetro.-** que nos permite leer deformaciones pequeñas en intervalos de carga.

### ***Preparación de las probetas.***

Las probetas que se emplearon en éste ensayo son perfiles en forma de "U" rectos de 33.4 x 33.4mm de sección transversal, por 0.11mm de espesor con una longitud de dos a cuatro veces el ancho igual a 200mm.

### ***Procedimiento:***

- a) Aplicar la carga sobre la superficie superior del perfil, esto es sobre las caras transversal, en forma continua, para que produzca deformación. Los valores para la curva de esfuerzo - deformación se toman aún después de la falla del perfil.
- b) Para obtener resultados uniformes y satisfactorios, es necesario que las roturas se produzcan en el cuerpo del perfil. Este resultado es más exacto en las probetas de sección transversal uniforme.
- c) Describir las fallas por compresión, de acuerdo al aspecto de las mismas en la superficie que aparezcan; además dibujar la forma de la falla.

### ***Cálculos:***

#### **Cálculo de la resistencia máxima a la rotura por compresión axial.**

En su estudio Winter George y Nilson Arthur (1997), para el cálculo se aplica la ecuación siguiente:

$$RCA_{\text{máx}} = \frac{P}{S} \quad (\text{p.21})$$

En donde:

RCA máx. = Resistencia máxima a la rotura en Kg. /cm<sup>2</sup>.

Pm = Carga máxima soportada por la probeta en Kg.

S = Superficie de la sección transversal de la probeta, calculada antes del ensayo en cm<sup>2</sup>.

***Informe de Resultados.***

Las dimensiones de la probeta, los resultados obtenidos, las condiciones de los ensayos se recopilan en el anexo 3 del presente trabajo.

## CAPITULO 4

## **4. ESTUDIO FINANCIERO**

### **4.1. Generalidades.**

En el estudio financiero determinaremos el monto de los recursos económicos que permitirán realizar el presente proyecto en el que propondremos la construcción de viviendas prefabricadas de un área de 48 m<sup>2</sup>, durante los próximos 5 años, por lo que pretendemos determinar los costos de operación abarcando las funciones productivas, administrativas y de ventas.

En esta parte del proyecto se realiza también la evaluación financiera, la misma que utilizando algunos indicadores (V.A.N. TIR, Período de recuperación de Capital, Relación Beneficio Costo) permite determinar la factibilidad del mismo.

### **4.2. Inversiones**

Las inversiones describen el capital que será necesario para llevar a cabo el proyecto en sus respectivas etapas de montaje y funcionamiento.

Las inversiones del proyecto contemplan los activos fijos, activos diferidos y el capital de trabajo.

#### **4.2.1. Activos Fijos**

Se entiende por activos fijos, aquellos bienes que son propiedad de la empresa como: terrenos, edificios, maquinaria, equipos, mobiliario, vehículos, los mismos que

se detallan a continuación:

- **Construcciones:** El presente proyecto contempla la construcción de una casa prefabricada que para efectos del proyecto se ha presupuestado la más económica cuya área de construcción es de: 48 m<sup>2</sup>.

<b>TABLA 4.1. PRESUPUESTO CASA PREFABRICADA 48M2</b>				
<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>PRECIO</b>	<b>PRECIO</b>
			<b>UNIT.</b>	<b>TOTAL</b>
Limpieza manual del terreno	M2	63.00	0.34	21.42
Replanteo y nivelación	M2	63.00	0.65	40.95
EXCAVACION SIN CLASIFICAR A MANO	M3	25.20	2.77	69.80
Desalojo de material sobrante, cargado a mano	M3	25.20	2.29	57.71
Cerradura de baño instalada	UNIDAD	1.00	7.90	7.90
Cerradura de llave-seguro instalada	UNIDAD	2.00	10.50	21.00
Cerradura de llave-llave instalada	UNIDAD	1.00	31.36	31.36
Malla electrosoldada 5 mm a 10 cm.	M2	63.00	2.16	136.08
Contrapiso e=6 cm. HS=180Kg/cm2+impermeabil+piedra	M2	66.00	11.96	789.36
Iluminación	Pto	8.00	12.28	98.24
Salida de agua fría PVC	Pto	5.00	17.43	87.15
Inodoro tanque bajo Cacique blanco	UNIDAD	1.00	63.12	63.12
Lavamanos completo amapola blanco	UNIDAD	1.00	38.54	38.54
Mesa de cocina de H. Armado	MI	6.00	17.24	103.44
Lavaplatos completo 1 pozo	UNIDAD	1.00	76.57	76.57
Rejilla interior de piso de 75 mm	UNIDAD	3.00	2.71	8.13
Vidrio claro flotado 4 mm	M2	6.63	9.50	62.99
Acometida principal eléctrica	MI	20.00	8.35	167.00
Tablero de control 4 puntos	UNIDAD	1.00	49.15	49.15
Caja de revisión 50*50*50 con tapa	UNIDAD	3.00	25.22	75.66
Ducha sencilla cromada	UNIDAD	1.00	6.25	6.25
Accesorios baño (nacional)	JUEGO	1.00	30.28	30.28
Bordillo tina de baño	MI	1.25	22.09	27.61
Llave de paso cortadora de 1/2 plg. RW	UNIDAD	5.00	13.67	68.35
Tubería PVC 75 mm desagüe	MI	6.00	3.03	18.18
Tubería PVC 50 mm desagüe	MI	3.00	1.80	5.40
Tubería PVC 1/2 ple	MI	36.00	3.06	110.16
Tubería PVC 110 mm desagüe	MI	21.00	3.61	75.81
Tomacorrientes 110V	UNIDAD	8.00	10.95	87.60
Lavandería	UNIDAD	1.00	83.20	83.20
Llave de pico de lavandería	M	1.00	5.24	5.24
Pintura sobre eternit (2 manos)	M2	51.30	2.41	123.63
Empastado de paredes con carbonato de calcio	M2	199.31	2.85	568.03
Pintura en paredes (unilatex)	M2	199.31	2.34	466.39
Estucado de ventanas	ML	21.50	3.00	64.50
Estucado de cielo raso	M2	48.00	7.40	355.20
Baldosa cerámica 40 x 40 pisos	M2	48.00	12.86	617.28
Canal de tool galvanizado (aguas lluvias)	ML	16.00	5.62	89.92
Bajante de aguas lluvias PVC 75 mm.	ML	6.00	3.20	19.20
Closets	ML	4.00	110.00	440.00
Muebles altos de cocina	ML	2.00	80.00	160.00
Muebles bajos de cocina	ML	2.00	80.00	160.00
<b>SUBTOTAL</b>				<b>5.817.01</b>
<b>INDIRECTOS</b>				<b>887.68</b>
<b>COSTO CASA LISTA + TRANSPORTE</b>				<b>3.148.00</b>
<b>PRESUPUESTO + COSTO CASA LISTA</b>				<b>9.852.69</b>

**FUENTE:** Cámara de la construcción

**Elaboración:** El Autor.

- **Maquinaria y equipo:** Se encuentra contemplado en el presupuesto de construcciones.
- **Muebles, enseres y equipos de oficina:** Para la ejecución del presente proyecto se requiere de los siguientes muebles y enseres y equipos de oficina, cuyos precios han sido cotizados en las diferentes casas comerciales de la ciudad de Loja considerando el correspondiente traslado al sitio donde funcionará el proyecto en estudio.

<b>TABLA 4.2. MUEBLES Y ENSERES DE OFICINA</b>				
<b>Nro.</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>P.UNITARIO</b>	<b>P. TOTAL</b>
1	Escritorio tipo ejecutivo	1,00	250,00	250,00
2	Escritorios tipo secretaria	3,00	180,00	540,00
3	Archivadores de 4 cajones	3,00	110,00	330,00
4	Papeleras	3,00	5,30	15,90
5	Sillas tipo ejecutivo	1,00	50,20	50,20
6	Silla tipo secretaria	4,00	45,60	182,40
7	Sillas tipo ejecutivo	8,00	10,20	81,60
8	Juego se muebles de espera	1,00	480,00	480,00
9	Mesa reuniones	1,00	530,00	530,00
				<b>2.460.10</b>

**FUENTE:** Casas comerciales

**ELABORACION:** El Autor

<b>TABLA 4.3. EQUIPOS DE OFICINA</b>				
<b>Nro.</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>P.UNITARIO</b>	<b>P. TOTAL</b>
1	Computadora e impresora	1,00	1.200,00	1.200,00
2	Máquinas de escribir	1,00	120,00	120,00
3	Telefax	1,00	85,00	85,00
4	Sumadoras	1,00	65,40	65,40
				<b>1.470,40</b>

**FUENTE:** Casas comerciales

**ELABORACION:** El autor.

- **Imprevistos:** Con la finalidad de prevenir posibles contingencias, se ha calculado un 10% del total de los activos, es decir \$ 1.378.32.

#### **4.2.2. Activos Diferidos**

Se detallan a continuación los activos diferidos requeridos para el presente proyecto, los mismos que son considerados como aquellos gastos que son pagados por anticipado.

- **Gastos de organización:** En este rubro la empresa tiene que realizar algunos gastos pre operativos, como la aprobación de estatutos y registros legales, los mismos que le permitirán funcionar sin ningún problema, por lo que se ha estimado para este rubro un gasto de \$ 500,00

- **Gastos Operacionales:** Para la puesta en marcha del proyecto se ha considerado un estimativo de \$600.00, que servirán para actividades pre operacionales que permitan la ejecución del proyecto.
- **Imprevistos:** Con el fin de prevenir posibles contingencias, se ha calculado un 10% del total de activos diferidos, es decir \$ 110.00.

#### 4.2.3. Capital de Trabajo

Se estima que para la puesta en marcha de un proyecto de esta naturaleza y para el tema del proyecto se calcula que para el primer año de funcionamiento se requiere de \$ 5.468.12. El capital de trabajo que comprende el presente proyecto, está definido para un mes y constituye los recursos en efectivo con los que cuenta la empresa para poder operar, como son:

- **Mano de obra directa:** Es aquella que interviene directamente en la producción del bien terminado como son: los obreros, albañiles, carpinteros, gasfiteros, entre otros, para efecto del presente proyecto se ha considerado el 25% del valor la construcción que es \$2.463.17
- **Gastos generales de fabricación:** Para poner en marcha la construcción se requiere de insumos como: agua, energía eléctrica, combustible y lubricantes, En este rubro se contempla el mantenimiento de activos fijos del sector productivo y los sueldos y materiales indirectos, los mismos que tienen un valor de \$ 1.182.32

- **Gastos Administrativos:** Son aquellos gastos que se deben realizar por concepto de sueldos de administración, útiles de oficina, útiles de aseo y limpieza, etc., sin considerar las depreciaciones y amortizaciones, teniendo que realizar un de \$ 1.182.32
- **Gastos de Venta:** Constituyen los gastos que se deben realizar por sueldos, publicidad, etc., teniéndose que desembolsar para capital de trabajo la cantidad de \$ 591.16
- **Gastos Financieros:** Son los gastos que debe realizar la empresa en la entidad bancaria escogida, sea por compra de chequeras y prestación de servicios bancarios la cantidad de \$ 25.00.
- **Encaje Mínimo:** Se considera un valor que permita la circulación del capital de operación (1%), además este rubro permite redondear las inversiones que se calculan para el proyecto cuyo monto es de \$ 54.19

<b>TABLA 4.4. INVERSIONES DEL PROYECTO</b>		
<b>CONCEPTO</b>	<b>COSTO</b>	<b>TOTAL</b>
<b>INVERSIONES FIJAS</b>		<b>15.161.51</b>
Construcciones	9.852.69	
Muebles y Enseres de Oficina	2.460.10	
Equipos de Oficina	1.470.40	
Imprevistos 10%	1.378.32	
<b>INVERSIONES DIFERIDAS</b>		<b>1.210.00</b>
Gastos de organización	500.00	
Gastos generales	600.00	
Imprevistos (10%)	110.00	
<b>CAPITAL DE TRABAJO</b>		<b>5.473.17</b>
Mano de obra directa	2.463.17	
Gastos Generales de Fabricación	1.182.32	
Gastos administrativos	1.182.32	
Gastos de Venta	591.16	
Encaje Mínimo	54.19	
<b>TOTAL</b>		<b>21.844.67</b>

**FUENTE:** Detalle de inversiones del proyecto

**ELABORACION:** El Autor

### **4.3. Financiamiento**

Para que la empresa pueda operar, se requiere de una inversión de \$. 21.844.67, que corresponde a los activos fijos, diferidos, y el respectivo capital de operación, los mismos que se detallan de la siguiente manera:

Activo fijo:	\$ 15.161.51
Activo diferido	1.210.00
Capital de trabajo	5.473.17

Estableciendo el total de la inversión, tenemos que señalar que ésta va a ser canalizada por la vía de capital propio.

#### 4.4. Presupuesto de Ingresos y Costos

##### 4.4.1. Presupuesto de Ingresos

La empresa estará dedicada a la construcción de casas prefabricadas para lo cual se procederá a determinar los ingresos que tendrá la empresa para el primer año.

<b>TABLA 4.5. INGRESOS POR VENTA</b>			
<b>AÑOS</b>	<b>% CONSTR.</b>	<b>VALOR C/U</b>	<b>TOTAL</b>
1	709.28	9.852.69	6.988.342.44
2	827.50	11.035.01	9.131.434.13
3	945.71	12.359.21	11.688.235.70
4	1.063.92	13.842.32	14.727.177.00
5	1.182.14	15.503.40	18.327.153.60

**FUENTE:** Tabla 1.7.

**ELABORACION:** El Autor.

Con este detalle, el presupuesto de ingresos para el primer año es de \$ 6.988.342.44.

## **4.4.2. Presupuesto de Costos**

### **4.4.2.1. Costos de Producción**

**Mano de Obra Directa.** Es la que interviene directamente en la producción del producto terminado, en el presente proyecto se considerado como mano de obra directa la cantidad de \$ 2.463.17.

### **4.4.3. Gastos de fabricación.**

**Mano de Obra Indirecta.** Si bien es cierto, la mano de obra indirecta trabaja en el departamento de producción, pero no interviene directamente en la transformación de la materia prima. Se considera para el presente proyecto como mano de obra indirecta al Jefe de Obra y al Guardián, los mismos que para su desembolso se requiere de \$ 1.182.32

- **Insumos**

Para que el proyecto pueda funcionar, se requiere de insumos como: agua, energía eléctrica, combustibles y lubricantes, los mismos que representan un valor de \$ 845.85.

<b>TABLA 4.6. INSUMOS</b>				
<b>DESCRIPCION</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>P.UNITARIO</b>	<b>P. TOTAL</b>
Lubricantes	galón	5	5.800	29.00
Combustible (gasolina)	galón	90	1.200	108.00
Agua	M3	600	0.110	66.00
Energía Eléctrica	Kw.	6048	0.101	610.85
Detergente	Kg.	40	0.800	32.00
				<b>845.85</b>

**FUENTE:** Casas Comerciales.

**ELABORACION:** El Autor.

- **Mantenimiento**

Son aquellos gastos que se realizan para mantener los activos fijos del sector productivo en buenas condiciones, para efecto de este proyecto se ha considerado el 2% de las inversiones realizadas en el sector productivo, y es representado por el valor de \$ 303.23

- **Depreciaciones**

Para las depreciaciones, se ha aplicado en método de línea recta en función de los años de vida útil de los respectivos bienes, y sin valor residual.

$$\text{DEPRECIACIÓN} = \frac{\text{COSTO} - \text{VALOR RESIDUAL}}{\text{VIDA UTIL}}$$

<b>TABLA 4.7. DEPRECIACION DE CONSTRUCCIONES</b>			
<b>PRODUCCION</b>			
<b>AÑOS</b>	<b>VALOR ACTUAL</b>	<b>DEPRECIACION ANUAL</b>	<b>VALOR RESIDUAL</b>
	<b>9997.56</b>		
1	9.428.34	424.35	90003.99
2	90003.99	424.35	8.579.64
3	8.579.64	424.35	8.155.29
4	8.155.29	424.35	7.730.94
5	7.730.94	424.35	7306.59
6	7306.59	424.35	6.882.24
7	6.882.24	424.35	6.457.89
8	6.457.89	424.35	6.033.54
9	6.033.54	424.35	5.609.19
10	5.609.19	424.35	5.184.84
11	5.184.84	424.35	4.760.49
12	4.760.49	424.35	4.336.14
13	4.336.14	424.35	3.911.79
14	3.911.79	424.35	3.487.44
15	3.487.44	424.35	3.063.09
16	3.063.09	424.35	2.638.74
17	2.638.74	424.35	2.214.39
18	2.214.39	424.35	1.790.04
19	1.790.04	424.35	1.365.69
20	1.365.69	424.35	941.34
		<b>8.487.00</b>	

**FUENTE:**Cuadro de inversiones

**ELABORACION:** El Autor.

#### **4.4.4. Gastos Administrativos**

Estos se constituyen con aquellos valores que se debe realizar para que pueda funcionar la empresa.

- **Sueldos**

Para este rubro se considera al Gerente, Secretaria y Contadora, está última puede realizar el cargo, también de bodeguera, cuyo valor de operación es de: \$ 1.182.32

- **Útiles de Oficina**

Aquí se reflejan los gastos que se debe efectuar por papel, sobres, etc., cuyo valor para el primer semestre es de: \$ 672.

<b>TABLA 4.8. UTILES DE OFICINA</b>			
<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>CANT.</b>	<b>PRECIO UNITARIO</b>	<b>PRECIO TOTAL</b>
Papel bond	1000	0,006	5,70
Sobres de oficio	1000	0,004	4,00
Engrapadora	2	5,000	10,00
Perforadora	2	4,500	9,00
Grapas –cajas	3	1,000	3,00
Papel carbón x 100	100	5,000	500,00
Papel copia	1000	0,003	3,40
Carpetas fólder	50	1,500	75,00
Esferos	24	0,250	6,00
Lápices	24	0,200	4,80
Borradores	10	0,100	1,00
Sellos	2	4,000	8,00
Almohadillas	2	1,500	3,00
Correctores	5	2,500	12,50
Tinta para sellos	2	1,200	2,40
Clips – cajas	10	0,550	5,50
Sacapuntas	2	0,600	1,20
Cinta de impresora	5	3,500	17,50
		<b>31,413</b>	<b>672,00</b>

**FUENTE:** Mercado Local

**ELABORACION:** El autor

- **Mantenimiento**

En este rubro se consideró el 2% de las inversiones, las mismas que representan un valor anual de: \$303.23

- **Depreciaciones.**

Aquí se toma en cuenta, los activos fijos que intervienen en el área administrativa. los mismos que representan un valor de: \$ 221.41.

<b>TABLA 4.9. DEPRECIACION DE MUEBLES Y ENSERES ADMINISTRACION</b>			
<b>AÑOS</b>	<b>VALOR ACTUAL</b>	<b>DEPRECIACION ANUAL</b>	<b>VALOR RESIDUAL</b>
	<b>2.460.10</b>		
1	2.238.69	221.41	2.017.28
2	2.017.28	221.41	1.795.87
3	1.795.87	221.41	1.574.46
4	1.574.46	221.41	1.353.05
5	1.353.05	221.41	1.131.64
6	1.131.64	221.41	910.23
7	910.23	221.41	688.82
8	688.82	221.41	467.41
9	467.41	221.41	246.00
10	246.00	221.41	24.59
		<b>2.214.10</b>	

**FUENTE:** Cuadro de inversiones

**ELABORACION:** El autor

<b>TABLA 4.10. DEPRECIACION DE EQUIPOS DE OFICINA ADMINISTRACION</b>			
<b>AÑOS</b>	<b>VALOR ACTUAL</b>	<b>DEPRECIACION ANUAL</b>	<b>VALOR RESIDUAL</b>
	<b>1.470.40</b>		
1	1.338.06	132.34	1.205.72
4	1.205.72	132.34	1.073.38
5	1.073.38	132.34	941.04
6	941.04	132.34	808.70
7	808.70	132.34	676.36
8	676.36	132.34	544.02
9	544.02	132.34	411.68
10	411.68	132.34	279.34
11	279.34	132.34	147.00
12	147.00	132.34	14.66
		<b>1.323.40</b>	

**FUENTE:** Cuadro de inversiones

**ELABORACION:** El autor

- **Gastos Generales**

Estos gastos corresponden al consumo de luz, \$ 150,00, servicio de agua potable, \$180.00 y servicio de teléfono, \$ 500,00, los mismos que representan una cantidad de \$ 830,00.

- **Útiles de Aseo y Limpieza**

Se considera los gastos de materiales que serán utilizados para el mantenimiento de la empresa y se estima que para el primer año de funcionamiento se requiere de: \$ 134.75.

<b>TABLA 4.11. UTILES DE ASEO</b>			
<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>CANT.</b>	<b>PRECIO UNITARIO</b>	<b>PRECIO TOTAL</b>
Escobas	10	1,500	15,00
Recogedores	5	0,750	3,75
Baldes para basura	5	1,200	6,00
Cepillos de brillo	5	4,500	22,50
Panga de papel higiénico	10	2,500	25,00
Jabones	50	0,250	12,50
Detergentes	20	0,500	10,00
Desodorante ambiental	20	0,750	15,00
Toallas	10	2,500	25,00
		<b>14,450</b>	<b>134,75</b>

**FUENTE:** Mercado Local

**ELABORACION:** El autor

#### **4.4.5. Gastos de Venta**

Estos gastos, son aquellos valores que sirven para la comercialización de los productos terminados.

- **Sueldos**

Estos se constituyen por concepto de comercialización del producto, se requiere de 591.16.

#### **4.4.6. Gastos Financieros.**

Estos gastos son aquellos que se pagan por los respectivos servicios bancarios, esto es por pago de chequeras, \$ 25.00

#### **4.5. Estado de pérdidas y ganancias**

Para el cálculo del estado de pérdidas y ganancias, se lo realiza considerando los ingresos que por venta tendrá la empresa, tanto a nivel de exportación como a nivel nacional. A estos ingresos le restamos el costo de producción, y obtenemos la utilidad bruta, a esta utilidad le restamos los respectivos gastos operativos como son: gastos administrativos, gastos de venta y gastos financieros, obteniendo como resultado la utilidad neta, y sobre ésta se calcula el 15% para la distribución de utilidades, obteniendo la utilidad antes de reserva de la cual se calcula el 10% para reserva legal y de la que se obtiene la utilidad antes del impuesto en el cual se considera el 25% de impuesto a la renta, obteniendo de esta manera la utilidad líquida. El estado de pérdidas y ganancias, se debe proyectar para los años de vida útil del proyecto para lo cual se han considerado los siguientes aspectos:

**La capacidad instalada:** El proyecto empieza el primer año con el 50% de la capacidad instalada, el 60% el segundo año, alcanzado la capacidad máxima a partir del 5er. Año 100%. Para la proyección de los ingresos, se han considerado el índice inflacionario al mismo que se lo ha estimado por un 12%.

<b>TABLA 4.12 ESTADO DE PERDIDAS Y GANANCIAS PRIMER AÑO</b>		
<b>COSTOS</b>	<b>PARCIAL</b>	<b>TOTAL</b>
<b>INGRESOS</b>		6.988.342,44
Venta a nivel local	6.988.342,44	
<b>COSTOS DE PRODUCCION</b>		4.069.84
Mano de obra directa	2.463.17	
Gastos de Fabricación	1.182.32	
Depreciaciones	424.35	
<b>UTILIDAD BRUTA</b>		6.984.272,60
<b>GASTOS ADMINISTRATIVOS</b>		3.476.05
Sueldos	1.182.32	
Útiles de oficina	672.00	
Mantenimiento	303.23	
Depreciaciones	353.75	
Gastos Generales	830.00	
Útiles de aseso y limpieza	134.75	
<b>GASTOS DE VENTA</b>		591.16
Sueldos	591.16	
<b>GASTOS FINANCIEROS</b>		25.00
Varios	25.00	
<b>UTILIDAD NETA</b>		6.980.180,39
15% Distribución utilidades		1.047.027.06
<b>UTILIDAD ANTES DE RESERVA</b>		5.933.153.33
10% Reserva legal		593.315.33
<b>UTILIDAD ANTES DE IMPUESTO</b>		5.339.838.00
25% Impuesto a la renta		1.334.959.50
<b>UTILIDAD DE LIQUIDA</b>		<b>4.004.878.50</b>

**FUENTE:** Presupuesto de ingresos y gastos

**ELABORACION:** El autor

## **4.5.1. DISTRIBUCIÓN DE LOS COSTOS**

Para una mejor comprensión y en relación a la empresa, los costos se clasifican en costos fijos y variables, para el efecto se analizan por separado.

### **4.5.1.1. Costos Fijos**

Molina C. (1994) nos dice que los costos fijos “son aquellos que permanecen constantes antes las fluctuaciones del volumen de producción”. (p.315)  
Como su nombre lo indica, son aquellos que no varían en el transcurso de un proceso productivo.

### **4.5.1.2. Costos Variables**

Son aquellos que varían proporcionalmente de acuerdo al volumen de producción, es decir si se desea producir más, estos costos varían de igual manera.

<b>TABLA 4.13. DISTRIBUCION DE COSTOS</b>		
<b>COSTOS DE PRODUCCION</b>	<b>FIJOS</b>	<b>VARIABLES</b>
Mano de obra directa		2.463.17
Gastos de Fabricación		
Mano de obra indirecta	1.182.32	
Insumos		845.85
Mantenimiento		303.23
Depreciaciones		424.35
<b>DE ADMINISTRACION</b>		
Sueldos	1.182.32	
Útiles de oficina	672.00	
Mantenimiento	303.23	
Gastos Generales	830.00	
Útiles de aseo y limpieza	134.75	
<b>DE VENTA</b>		
Sueldos	591.16	
<b>FINANCIEROS</b>		
Varios	25.00	
<b>TOTAL DE COSTOS</b>	4.920.79	4.036.60
Total costos fijos y variables		8.957.39
Depreciaciones		353.75
<b>COSTOS TOTALES</b>		<b>9.311.14</b>

**FUENTE:** Cuadro Inversiones

**ELABORACION:** El autor

**TABLA 4.14. ESTADO DE PERDIDAS Y GANACIAS**

<b>COSTOS</b>	<b>PARCIAL</b>	<b>AÑO 1</b>	<b>AÑO 2</b>	<b>AÑO 3</b>	<b>AÑO 4</b>	<b>AÑO 5</b>
<b>INGRESOS</b>						
Venta a nivel local	6.988.342.45	6.988.342.45	9.131.434.13.	11.688.235.68	14.727.176.96	18.327.153.55
<b>COSTOS DE PRODUCCION</b>		4.915.69	5-505.57	6.166.25	6.906.20	7.734.94
Mano de obra directa	2.463.17					
Gastos de Fabricación	1.182.32					
Insumos	424.35					
Depreciación	845.85					
<b>UTILIDAD BRUTA</b>		6.983.426.75	9.125.928.55	11.682.069.44	14.720.270.76	18.319.418.61
<b>GASTOS ADMINISTRATIVOS</b>		3.476.05	3.893.18	4.360.36	4.883.60	5.469.64
Sueldos	1.182.32					
Útiles de oficina	672.00					
Mantenimiento	303.23					
Depreciaciones	353.75					
Gastos Generales	830.00					
Útiles de aseso y limpieza	134.75					
<b>GASTOS DE VENTA</b>		536.03	600.35	672.40	753.08	843.45
Sueldos	536.03					
<b>GASTOS FINANCIEROS</b>						
Intereses + capital	-					
Varios	25.00	25.00	28.00	31.36	35.12	39.34
<b>UTILIDAD NETA</b>		6.979.389.67	9.121.407.02	11.677.005.32	14.714.598.95	18.313.066.18
15% Distribución utilidades		1.046.908.45	1.368.211.05	1.751.550.80	2.207.189.84	2.746.959.93
<b>UTILIDAD ANTES DE RESERVA</b>		5.932.481.22	7.753.195.96	9.925.454.52	12.507.409.11	15.56.106.26
10% Reserva legal		593.248.12	775.319.60	992.545.45	1.250.740.91	1.556.610.63
<b>UTILIDAD ANTES DE IMPUESTO</b>		5-339.233.10	6.977.876.37	8.932.909.07	11.256.668.20	14.009.495.63
25% Impuesto a la renta		1.334.808.27	1.744.469.09	2.233.227.27	2.814.167.05	3.502.373.91
<b>UTILIDAD LIQUIDA</b>		<b>4.004.424.82</b>	<b>5.233.407.28</b>	<b>6.699.681.80</b>	<b>8.442.501.15</b>	<b>10.507.121.72</b>

**FUENTE:** Presupuesto de ingresos y gastos

**ELABORACION:** El Autor

#### 4.6. Flujo de Fondo

A través del análisis de este estado financiero, se puede determinar la evolución que tiene la empresa durante los años de vida útil del proyecto, y en base a los resultados que se obtienen tomar alguna decisión pertinente.

Este estado se lo ha realizado de acuerdo a las fuentes, donde se considera el capital propio, los empréstitos bancarios, el valor residual, así como los respectivos ingresos. En los usos se ha considerado las inversiones (fijas, diferidas y corrientes), los costos fijos y variables, el respectivo servicio de la deuda, la distribución de las utilidades, el pago del impuesto a la renta.

<b>TABLA 4.15. ESTADO DE FUENTES Y USOS DE FONDOS</b>						
<b>COSTOS</b>	<b>AÑO 0</b>	<b>AÑO 1</b>	<b>AÑO 2</b>	<b>AÑO 3</b>	<b>AÑO 4</b>	<b>AÑO 5</b>
<b>FUENTES</b>						
Capital	21.844.67					
Crédito						
Ventas		6.988.342.44	9.131.434.128	11.688.235.68	14.727.176.96	18.327.153.55
Saldo año anterior			4.003.642.11	9.236.250.56	15.935.117.04	24.376.785.99
Valor de rescate						
<b>Total</b>	<b>21.844.67</b>	<b>6.988.342.44</b>	<b>13.135.076.24</b>	<b>20.924.486.24</b>	<b>30.662.294.00</b>	<b>42.703.939.54</b>
<b>USOS</b>						
Activo Fijo	15.161.51					
Activo Diferido	1.210.00					
Activo Corriente	5.473.17					
Costos Fijos		4.920.79	5.1511.28	6.172.63	6.913.35	7.742.95
Costos Variables		4.036.60	4.520.99	5.063.51	5.671.14	6.351.67
Distribución de utilidades		1.046.908.45	1.368.211.05	1.751.550.80	2.207.189.84	2.746.959.93
Impuesto a la Renta 25%		1.334.808.27	1.744.469.09	2.233.227.27	2.814.167.05	3.502.373.91
<b>Total</b>	<b>21.844.67</b>	<b>2.390.674.11</b>	<b>3.122.712.42</b>	<b>3.996.014.21</b>	<b>5.033.941.38</b>	<b>6.263.428.46</b>
<b>DISPONIBLE</b>						
		4.597.668.33	10.012.363.82	16.928.472.03	25.628.352.62	36.440.511.08
Depreciaciones		778.10	793.66	809.54	825.73	842.24
Reserva Legal		593.248.12	775.319.60	992.545.45	1.250.740.91	1556.610.63
<b>SALDO AÑO SIGUIENTE</b>		<b>4.003.642.11</b>	<b>9.236.250.56</b>	<b>15.935.117.04</b>	<b>24.376.785.99</b>	<b>34.883.058.21</b>

**FUENTE:** Presupuesto de ingresos y gastos

**ELABORACION:** El Autor.

## 4.7. EVALUACIÓN FINANCIERA

### 4.7.1. Valor Actual Neto

Molina C. (1994) nos dice que, “Este indicador de evaluación financiera, expresa en términos absolutos el valor actual de los recursos obtenidos al finalizar la vida útil de un determinado proyecto de inversión. Es decir indica el saldo actualizado que queda, luego de poner en ejecución un proyecto”. (p. 341)

El V.A.N. se lo obtiene restando de la sumatoria de los valores actualizados, la inversión inicial. Un criterio referente a este indicador de evaluación financiero, es la de aceptar el proyecto si el V.A.N. es positivo, siempre y cuando se haya usado una tasa de descuento que refleje el costo de oportunidad.

Para la evaluación de este proyecto, se ha utilizado una tasa del 15%. El V.A.N. para este proyecto es de \$ 52.201.665.51, el mismo que refleja el valor actual de los recursos obtenidos al final de la vida útil del proyecto, por lo tanto por ser el V.A.N. positivo puede ejecutarse el proyecto. Así mismo al final del proyecto, se ha considerado el valor residual, y no se ha tomado en cuenta los valores por amortización, intereses y depreciaciones dado que se ha evaluado toda la inversión.

Para el cálculo del V.A.N., se debe utilizar un factor de actualización del mismo que está dado por la siguiente fórmula, tomada de Molina C. A. Contabilidad de Costos (1994):

$$FA = \frac{1}{(1 + i)^n}$$

(p. 344)

En donde:

FA = Factor de actualización

i = Tasa de oportunidad del capital

n = Número de años

<b>TABLA 4.16. VALOR ACTUAL NETO</b>					
<b>AÑO</b>	<b>INGRESOS</b>	<b>EGRESOS</b>	<b>FLUJO NETO</b>	<b>FACTOR DE ACTUALIZACION 15.00%</b>	<b>V.A.N.</b>
0					-21.844.670
1	6.988.342.445	2.390.674.11	4.003.642.11	0.86956522	3.481.427.933
2	9.131.434.128	3.122.712.42	9.236.250.56	0.75614367	6.983.932.395
3	11.688.235.68	3.996.014.21	15.935.117.04	0.65751623	10.477.598.080
4	14.727.176.96	5.033.941.38	24.376.785.99	0.57175325	13.937.506.610
5	18.327.153.55	6.263.428.46	34.883.058.21	0.49717674	17.343.045.160
			<b>88.434.853.92</b>		<b>52.201.665.510</b>

**FUENTE:** Estado de fuentes usos y fondos

**ELABORACION:** El autor

#### **4.7.2. RELACION BENEFICIO / COSTO**

En su estudio Molina C. (1994) nos dice que la Relación Beneficio/Costo, es un indicador financiero que se interpreta como la cantidad obtenida por cada dólar invertido. Para su análisis se debe considerar las siguientes alternativas.

- Si la relación B/C es mayor a 1, se puede realizar el proyecto.
- Si la relación B/C es igual a 1, el proyecto es indiferente.
- Si la relación B/C es menor a 1, se rechaza el proyecto

Este indicador financiero, matemáticamente se la obtiene dividiendo los ingresos actualizados para los egresos actualizados. Es decir:

<b>TABLA 4.17. RELACION BENEFICIO / COSTO</b>					
<b>AÑO</b>	<b>INGRESOS</b>	<b>EGRESOS</b>	<b>FACTOR DE ACTUALIZACION 15.00%</b>	<b>INGRESOS ACTUALIZADOS</b>	<b>EGRESOS ACTUALIZADOS</b>
1	6.988.342.445	2.390.674.11	0	-	0
2	9.131.434.128	3.122.712.42	0.75614367	6.904.676.114	2.361.219.230
3	11.688.235.68	3.996.014.21	0.65751623	7.685.204.662	2.627.444.201
4	14.727.176.96	5.033.941.38	0.57175325	8.420.311.291	2.878.172.344
5	18.327.153.55	6.263.428.46	0.49717674	9.111.834.457	3.114.030.943
				<b>32.122.026.520</b>	<b>10.980.866.72</b>

**FUENTE:** Estado de fuentes usos y fondos

**ELABORACION:** El autor

$$B/C = \frac{\text{Ingresos Actualizados}}{\text{Egresos Actualizados}}$$

$$B/C = \frac{32.122.026.52}{10.980.866.72} = 2.925$$

En el presente proyecto, la relación **B/C** es mayor a **1**, por lo tanto el proyecto se lo puede realizar.

#### 4.8. TASA INTERNA DE RETORNO

Molina C. (1994) expresa en su estudio que la Tasa Interna de Retorno “es un indicador de evaluación financiera que expresa en forma porcentual la capacidad de ganancia de un proyecto. Se tendrá un criterio favorable para el proyecto cuando la TIR sea superior al costo de oportunidad del mercado”. (p.345)

El costo de oportunidad para el presente proyecto es del 15%, mientras que la tasa interna de retorno calculada en este proyecto es de **99.69%** que evidencia la factibilidad del proyecto para su ejecución. Para su cálculo se utiliza la siguiente fórmula:

$$TIR = Tasa <+ \Delta \text{tasas} \left( \frac{VAN \text{ Tasa} <}{VAN \text{ Tasa} < - VAN \text{ Tasa} >} \right)$$

TABLA 4.18. TASA INTERNA DE RETORNO					
AÑO	FLUJO NETO	FACTOR DE ACTUALIZACION 50.00%	V.A.N. TASA MENOR	FACTOR DE ACTUALIZACION 51.00%	V.A.N. TASA MAYOR
0			-21.844.67		-20.323.55
1	4.003.642.11	0.66666667	2.669.094.754	0.66225166	2.651.418.634
2	9.236.250.56	0.44444444	4.105.000.208	0.43857726	4.050.809.463
3	15.935.117.04	0.29629630	4.721.516.220	0.29044851	4.628.331.002
4	24.376.785.99	0.19753086	4.815.167.500	0.19235001	4.688.875.029
5	34.883.058.21	0.13168724	4-593.653.659	0.12738411	4.443.547.325
	<b>88.434.853.92</b>		<b>20.882.587.67</b>		<b>20.462.981.450</b>

**FUENTE:** Estado de fuentes usos y fondos

**ELABORACION:** El autor

$$\text{TIR} = \text{Tasa} <+ \Delta \text{tasas} \left( \frac{\text{VAN Tasa} <}{\text{VAN Tasa} < - \text{VAN Tasa} >} \right)$$

$$\text{TIR} = 50\% + 1\% \left( \frac{20.882.587.67}{20.882.587.67 - 20.462.981.450} \right)$$

$$\text{TIR} = 50\% + (49.77)$$

$$\text{TIR} = 99.77\%$$

## CAPITULO 5

## **5. EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL.**

### **5.1. Introducción.**

A nivel internacional la problemática ambiental relacionada con la actividad de la construcción ha alcanzado niveles considerables, en especial en nuestro país, en el cual se están desarrollando proyectos de orden civil.

La falta de una educación ambiental, la falta de leyes claras y otros factores determinantes nos han llevado a la destrucción y empobrecimiento de los ecosistemas, existiendo sectores en los cuales se los puede valorar como críticas desde el punto de vista ambiental.

El desarrollo del presente epígrafe se basa en la interpretación del concepto del Medio Ambiente el mismo que Páez Zamora (1997) lo define como "El conjunto, en un momento dado de los agentes físicos, químicos y biológicos y de los factores sociales susceptibles de causar un efecto directo o indirecto, inmediato o a plazo, sobre los seres vivientes y las actividades humanas". (p.45)

El EIA de cualquier proyecto debe constar de:

- Estudio de Impacto Ambiental (EIA.).
- Plan de Manejo Ambiental (PMA.).

El primero detecta, califica y cuantifica las afectaciones del medio, mientras que el segundo se encarga de una planificación y programación de actividades a realizarse, del diseño de obras y especificaciones técnicas, presupuestos y responsabilidades técnicas.

## **5.2. Metodología para la realización de un estudio de impacto ambiental.**

### **5.2.1. Información preexistente.**

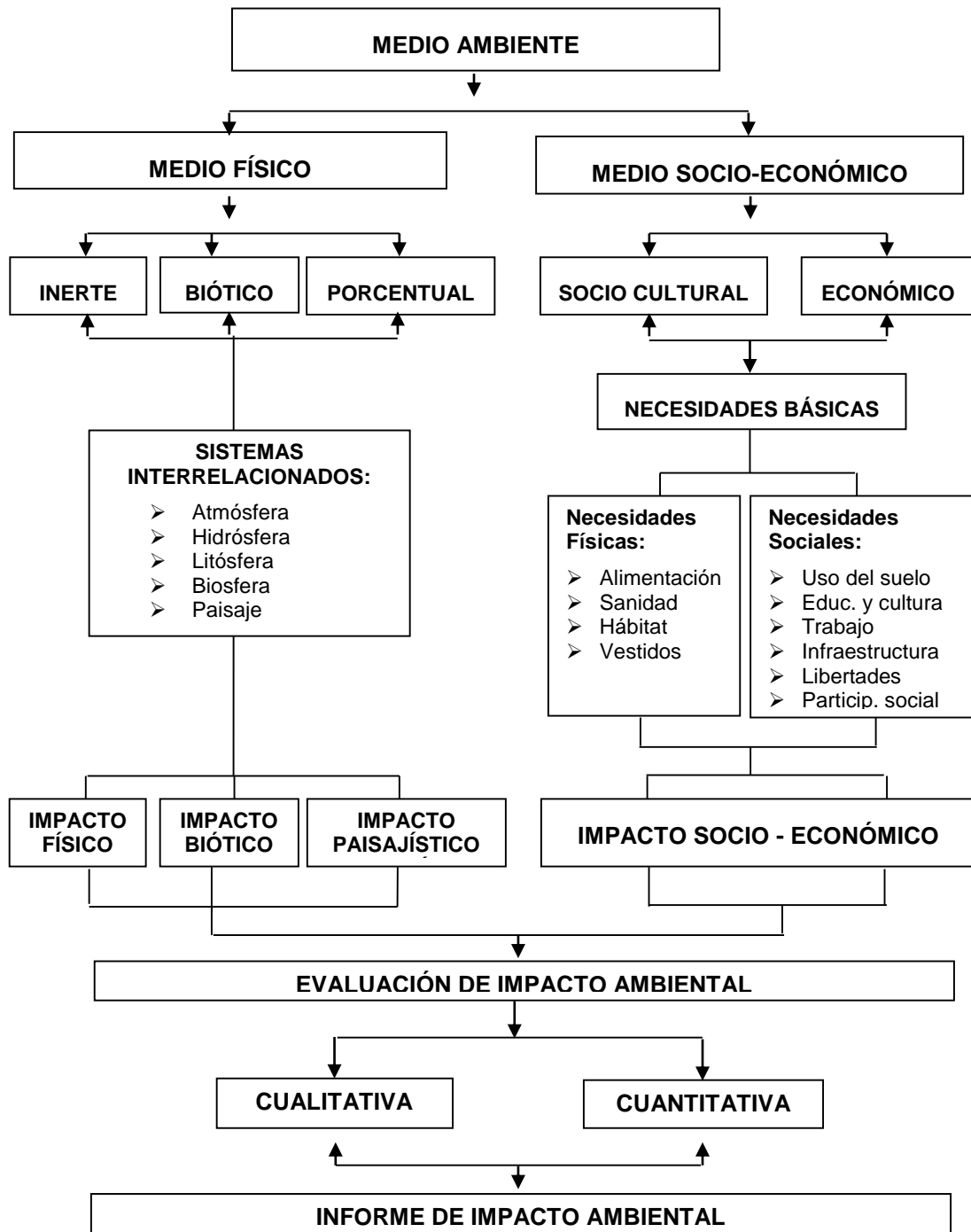
Toda actividad acción o proyecto de orden civil debe considerar una evaluación de impacto ambiental la que tendrá como objetivo la identificación, cuantificación y valoración de los posibles impactos que pudiere ocasionar el desarrollo de la actividad planificada, es decir el EIA deberá orientarse a la prevención control y mitigación de los posibles impactos negativos, y a la rehabilitación y compensación de áreas susceptibles a ser aceptadas por las actividades a desarrolladas. El marco legal en el cual se desarrolla este estudio será las Leyes Ambientales, políticas y normativas de la República del Ecuador vigentes a la fecha. Además de contar con" la información pertinente para el desarrollo de los formularios legales ambientales exigidos por la ley.

### **5.2.2. Metodología para la realización del EIA.**

La metodología que se puede emplear para la evaluación impacto ambiental pueden categorizarse en administrativas y técnicas, de conformidad al enfoque general que se le vaya a dar al estudio.

Las administrativas se refieren a todo el procedimiento legal y al marco jurídico respectivo desde los cuales se puede enfrentar los problemas del EIA, para el Ecuador.

Las técnicas que tratan de los medios y mecanismos ambientales en una forma específica y taxativa que a su vez permite determinar, en firme alternativas de control, reducción o deleitación de impactos negativos. Las principales actividades de un EIA se presentan en la siguiente figura.



**Figura 5.1 Metodología General para el desarrollo del EIA.**

**Fuente:** Bustos A. Fernando (2007), Manual de Gestión y Control Ambiental

(P. 240)

Se debe contar además con un inventario Ambiental, el mismo que contemplara los siguientes aspectos:

- Descripción y diagnóstico del estado actual del Ambiente.
- Servirá para amortizar la ejecución del proyecto con la preservación del ambiente.

Los requisitos indispensables para cumplir con este inventario son los siguientes:

- Excelencia del equipo multidisciplinario.
- Información de origen primario.
- Métodos y tecnología de vanguardia.

Las etapas de desarrollo de este inventario son:

- Recopilación y procesamiento de la información preexistente.
- Elaboración de mapas básicos.
- Visita técnica de campo.

Cumplidos estos requisitos previos se procede a analizar el conjunto de las metodologías empleadas para la valoración de impactos ambientales. La identificación de impactos se puede establecer matemáticamente, es decir ser medible en términos cuantitativos o cualitativos, esta identificación es recomendable realizarla de manera sistemática.

### **5.3. Desarrollo del estudio de impacto ambiental.**

Como inicio de toda actividad se procederá a determinar los objetivos que perseguirá dicho estudio, los cuales se describen a continuación:

- Determinar los efectos potencial mente críticos sobre el medio físico, biótico y antrópico.
- Identificar los impactos ambientales beneficiosos y permitir medidas que permitan incrementarlo.
- Identificar impactos perjudiciales y proponer medidas de mitigación de los mismos, así como establecer la base del plan de manejo ambiental.

### 5.3.1 Aspectos preliminares.

#### 5.3.1.1. Área de estudio.

El área de estudio se definirá en el área de implantación del proyecto a realizar esto, en la Región Sur del Ecuador, Provincia de Loja, Cantón Loja, Ciudad de Loja se constituye en un ejemplo del grado de afectaciones socio - ambiental que acarrearía un proyecto de este tipo.

#### 5.3.1.2. Caracterización del medio.

La caracterización del medio tanto físico, biótico y antrópico permitirá tener un diagnóstico de la situación actual de los componentes ambientales ya que se constituyen en la línea base de la información que se referirá a una descripción sistemática y ordenada de cada uno de los componentes integrantes de dicho medio.

El punto de partida para toda la evaluación se constituirá en la caracterización en el que se desenvuelve el estudio, es decir una descripción más explícita así:



Fig. 5.2 Esquema de división de los medios.

En cada medio a describir, deberá existir a su vez, **sub.** -clasificación de los componentes de dicho medio así tendremos:

#### **MEDIO FÍSICO.**

a) *Tierra.*

- Suelo.
- Topografía.
- Geología.
- Geomorfología.

**b) *Atmósfera.***

- Clima.
- Balance Hídrico.
- Calidad del Aire.
- Niveles de ruido

**c) *Agua.***

- Hidrología.
- Calidad de Agua
- Balance de masas.

**MEDIO BIÓTICO.**

- a) *Flora.*- Identificación y descripción de las principales unidades de vegetación, grado de intervención por otras actividades existentes.
- b) *Fauna.*- Inventario de poblaciones en sitios representativos. Determinación de las migraciones o movimientos específicos de importancia.

**MEDIO ANTRÓPICO.**

- a) *Población.*- Descripción y estructura de conglomerado sociales; evaluación de variables y parámetros de población.
- b) *Aspecto socioeconómico.* Ubicación de centros poblados, actividades económicas.

## **5.3.2 Evaluación de impacto ambiental.**

### **5.3.2.1. Definición del ámbito y alcance de la alternativa a analizar.**

Como objetivo de la evaluación de Impacto Ambiental se entenderá a la determinación o reconocimiento de las principales afectaciones causadas por el Proyecto en su área de influencia en la cual se procederá a la identificación de las afectaciones ocasionadas.

### **5.3.2.2. Definición de los factores a recibir impactos.**

En este caso en particular los factores propensos a impactos son los tres integrantes del medio esto es los elementos que conforman el medio físico, biótico y antrópico, los cuales fueron caracterizados en el numeral 7.3.2 del presente trabajo investigativo.

### **5.3.2.3. Definición de las acciones y/o actividades que ocasionan impactos.**

Las actividades del proyecto comprenden una serie de trabajos y acciones las cuales pueden ocasionar una afectación la cual a su vez producirá un impacto ambiental al medio estas actividades son:

- Preparación del terreno.
- Construcción.
- Armado de estructuras.

### **5.3.2.4. Identificación de impactos.**

La identificación de impactos se pone de manifiesto al interrelacionar las acciones de los factores ambientales de dicha interpretación se ha obtenido los siguientes resultados.

## **MEDIO FÍSICO.**

- ***Impacto en el Paisaje.***- Se debe tomar en consideración que se implantara en zonas en las cuales el entorno paisajístico natural ha sido afectado, teniendo un paisaje

semi - urbano, para lo cual el diseño de las casas a construir ha sido tomado en función del paisaje existente.

- ***Impacto en el suelo.-*** La actividad de ejecución del proyecto ocasionara las siguientes afectaciones al componente suelo esto es en cuanto a su uso, compactación, topografía, cobertura vegetal, y acumulación de desechos.
- ***Impacto a la red de drenaje.-*** Se manifiesta en una alteración a /a red de *drenaje superficial lo cual afecta a* las redes de drenaje del sector de influencia del proyecto.
- ***Impactos a la Atmósfera.-*** En el desarrollo del proyecto no se producirán afectaciones al ambiente dado que no existen emanaciones al mismo. Debiendo indicar que la emanación de polvo producto del transporte, apilamiento y manipulación de materiales es mínimo y radicalmente insignificante.

#### **MEDIO BIÓTICO.**

- ***Impacto a la Flora.-*** El único impacto será al retirar la capa vegetal la cual se ha definido como vegetación mínima alterada y degradada.
- ***Impacto a la Fauna.-*** Dado que la zona de implantación del proyecto ha sido catalogada como una zona degradada no existirán afectaciones a la fauna ya que la misma ha sido afectada por otras actividades ajenas al proyecto.

#### **MEDIO ANTRÓPICO.**

- ***Impacto a la población.-*** Dado que el proyecto tiene un fin social el impacto al medio antrópico será el más significativo ya que el desarrollo del proyecto generara nuevas plazas de trabajo, cubrirá la necesidad de vivienda de varias familias y mejorara la calidad de vida y salubridad de los habitantes del área de implantación.

## **5.4. Evaluación cualitativa y cuantitativa de los impactos ambientales.**

### **5.4.1. Metodología.**

La Evaluación del Impacto Ambiental se constituye como procedimiento de análisis encaminado a formar un juicio previo, lo más objetivo posible, sobre la importancia de los impactos ambientales de una acción humana y la posibilidad de evitarlos o reducirlos a niveles aceptables.

Desde una perspectiva metodológica, la EIA se considera como un proceso dirigido a identificar, predecir, interpretar, prevenir y comunicar el impacto ambiental ocasionado por la acción de actividades ocasionadas por el hombre; en este caso la actividad de construcción de viviendas, que en lo sucesivo denominaremos proyecto.

El proceso de identificación de alteraciones, tiene por objetivo, generar un grupo de indicadores de impacto de utilidad en la Evaluación de Impacto Ambiental (EIA). Por tanto, de dicho proceso surgirá el grupo de elementos o factores ambientales, que pueden quedar afectados significativamente por el desarrollo de la actividad de construcción.

Existen numerosos modelos y procedimientos para la evaluación de impactos sobre el medio ambiente o sobre alguno de los factores así: algunos son generales con pretensiones de universalidad, **otros** específicos para situaciones o aspectos concretos; algunos cualitativos de carácter estático o dinámico, etc. Hay que destacar que la mayoría de los métodos fueron elaborados para proyectos concretos, resultando por ello complicada su generalización, aunque resultan válidos para otros proyectos similares a los que dieron origen al método en cuestión.

### **SISTEMAS DE RED Y GRÁFICOS:**

- Lista de revisión, verificación o referencia. (Sistemas de Jain, Georgia, Stacey, Urban, Adkins, Dee, Stover, Banco Mundial, BIRF, BID, BEDE).
- Matrices causa - efecto. (Sistemas de Leopold, More, New York, Dee, 1973).

## **SISTEMAS CARTOGRÁFICOS:**

- Técnicas topográficas, como los mapas, transparencias. (Sistemas de McHarg, Krauskopf).
- Tricad / Falque.

## **ANÁLISIS DE SISTEMAS: MÉTODOS BASADOS EN INDICADORES, ÍNDICES E INTEGRACIÓN DE LA EVALUACIÓN.**

- Holmes.
- Universidad de Georgia.
- Hill - Schechter.
- Fisher-Davies.

## **MÉTODOS CUANTITATIVOS.**

- (Battelle).

### **5.4.2. Definición de la metodología.**

Las referencias bibliográficas de Metodologías fueron tomadas del manual de "Introducción a los Métodos de Evaluación de Impactos Ambientales". Recomendaciones para el Gobierno del Ecuador. "Fundación Natura". Septiembre de 1991. "Guía Metodológica para la Evaluación de Impacto Ambiental". Asociación de Técnicos del Medio Ambiente - España. 1997.

De la factibilidad y aplicación de estos cuatro "sistemas" y la consideración de la Ley de Gestión Ambiental se determina la factibilidad de aplicar las MATRICES CAUSA - EFECTO PARA la EIA DEL PROYECTO " **Evaluación y Comparación de las Propiedades Físico – Mecánicas de los Materiales Utilizados en el Sistema Prefabricado Denominado “Caja**

**Estructural” con los Materiales Tradicionales”**. El formato de las mismas se ejecutará en función de los requerimientos establecidos por la Subsecretaría de Protección Ambiental.

Las matrices, sobre todo, son métodos de identificación y valoración que pueden ser ajustados a las distintas fases del proyecto arrojando resultados cuantitativos y cualitativos realizando un análisis de las relaciones de casualidad entre una acción dada y sus posibles afectaciones al medio este método es uno de los más aplicados en la actualidad debido a su sencillez, aplicabilidad y entendimiento.

Las matrices en forma general son utilizadas para la identificación de impactos, están constituidas por una lista de actividades precisas para el desarrollo del proyecto, el cual se enfrentara en una tabla de doble entrada, a otra lista de indicadores de impacto lo cual formara una matriz que podrá usarse para la detección de relaciones causa efecto . Cuando una actividad produce un efecto en un sector ambiental, se anotara en el punto de intersección para proceder a un análisis minucioso y describirlo en términos de importancia.

### **5.5. Actividades del proyecto y su interpretación socio ambiental.**

El propósito de la EIA es asegurar que las propuestas, actividades y programas de desarrollo sean ambientalmente adecuados y sustentables. Es un proceso de planificación utilizado para predecir, analizar e interpretar los efectos ambientales de un proyecto y proporcionar la información que puede ser usada durante la toma de decisiones respecto a su viabilidad.

En esta consideración la Evaluación del Impacto Ambiental (EIA) en el Proyecto tiene como eje la predicción de la potencial propuesta del ambiente a una acción social determinada que se realiza en el presente. Esta Evaluación Ambiental analiza fundamentalmente, la interacción directa que se establece entre el ambiente y los individuos (socio – ambiental).

Sobre esta base y con el objetivo de identificar y valorar los posibles impactos ambientales producidos por el Desarrollo del Proyecto “**Evaluación y Comparación de las**

**Propiedades Físico – Mecánicas de los Materiales Utilizados en el Sistema Prefabricado Denominado “Caja Estructural” con los Materiales Tradicionales**“ se plantea un sistema matricial (causa–efecto).

Las matrices usadas para la identificación de Impactos están constituidas por una lista de las actividades precisas que se desarrollaran **en** el proyecto, la cual se enfrenta, en tabla de doble entrada, a otra lista **de** indicadores de impacto; forma así una matriz que puede usarse para **la** detección de relaciones causa - efecto.

La importancia de estas matrices radica en que su campo de acción permite la definición cualitativa de las mismas relaciones causa -efecto.

#### **5.5.1. Actividades.**

En las consideraciones a tener en cuenta en la gestión de los recursos que sirven para utilizar de forma más eficiente el medio natural, pueden citarse los siguientes:

- Aprovechamiento integral.
- Reciclado de materiales de desecho.
- Utilización eficiente de energía.
- Legislación ambiental.

Sobre la base de los conceptos y requerimientos expuestos desglosa que el desarrollo del proyecto **“Evaluación y Comparación de las Propiedades Físico – Mecánicas de los Materiales Utilizados en el Sistema Prefabricado Denominado “Caja Estructural” con los Materiales Tradicionales”** cuenta con las siguientes actividades:

- Actividades Generales: referidos a acondicionamiento de preparación del terreno.

- Construcción: Referido a las actividades de excavación, construcción de contrapiso armado y armado de instalaciones AA-SS, AA -PP.
- Armado de estructuras: Paredes cubiertas y Galvalumen.
- Acabados.

Para aplicación de las actividades en la matriz causa – efecto, las mismas quedarán codificadas de la siguiente manera:

<b>TABLA 5.1 CODIFICACIÓN DE ACTIVIDADES</b>	
<b>FASE:</b>	<b>OBRAS CIVILES</b>
<b>ACTIVIDADES GENERALES:</b>	<i>Preparación del terreno</i>
	<b>A: Desbroce</b>
	<b>B: Replanteo y nivelación</b>
	<b>C: Excavación</b>
<b>FASE:</b>	
<b>ACTIVIDAD:</b>	<i>Construcción</i>
	<b>E: Empedrado del contrapiso</b>
	<b>F: Armado de instalaciones sanitarias y de agua potable</b>
	<b>G: Armado de contrapiso con hierro</b>
	<b>H: Fundición de contrapiso</b>
<b>FASE:</b>	
<b>ACTIVIDAD:</b>	<i>Armado de estructura</i>
	<b>1: Paredes</b>
	<b>J: Estructura de madera y Galvalumen</b>
	<b>K: Armado de cubierta</b>
	<b>L: Instalaciones eléctricas y acabados</b>

**ELABORACIÓN:** El Autor

### 5.5.2. Factores ambientales (FA).

“Fundación Natura (1991), en su Manual nos dice que:

Los factores ambientales reconocidos; se describen a continuación:

<b>TABLA 5.2 FACTORES AMBIENTALES</b>	
<b>CATEGORÍA:</b>	<b>FÍSICO – QUÍMICO</b>
<b>COMPONENTE:</b>	<b>GEOLÓGICOS</b>
	<i>01: Suelo</i> <i>02: Morfología</i> <i>03: Paisaje</i>
<b>COMPONENTE:</b>	<b>HÍDRICOS</b>
	<i>04: Hidrología</i> <i>05: Calidad de las aguas</i> <i>06: Eco clima</i>
<b>CATEGORÍA:</b>	<b>BIOLÓGICOS</b>
<b>COMPONENTE:</b>	<b>FLORA – FAUNA</b>
	<i>07: Flora</i> <i>08. Fauna</i>
<b>COMPONENTE:</b>	<b>SOCIO – ECOLÓGICO</b>
	<i>09: Uso de Suelo</i> <i>10: Socio – económico</i> <i>11: Salud</i> <i>12: Empleo</i> <i>13: Educación</i>

**FUENTE:** Introducción a los métodos de evaluación de Impactos Ambientales

**ELABORACIÓN:** Fundación Natura” (p. 51)

Para el Análisis del Impacto Ambiental en el área de estudio; se han adaptado de forma específica la matriz de interacciones ambientales, la misma se presenta como **Matriz de Interacción Ambiental N° 1**.

### **5.6. Valoración estimada de los impactos ambientales (V.I.A.).**

Sobre la base de la aplicación de Matriz de Interacciones Ambientales (M.I.A.) N° 1, se ha realizado la evaluación cualitativa y valoración estimada de los impactos ambientales con su respectiva matriz de valoración (V.I.A.) N° 1-A, para lo cual se ha usado la siguiente metodología:

- a) *Características generales de los Impactos:* Referido al concepto de valor de impacto ambiental se concebirá de la siguiente manera: El valor de un impacto mide la gravedad del impacto cuando es negativo y el "grado de bondad" cuando es positivo; en uno y otro caso, el valor se refiere a la cantidad, calidad, grado y forma con que un factor ambiental

es alterado y al significado ambiental de dicha alteración. Se puede concretar en términos de magnitud y de incidencia de la alteración; la magnitud representa la cantidad y calidad del factor modificado. La incidencia se refiere a la severidad y forma de la alteración, la cual viene definida por la intensidad y por una serie de atributos de tipo cualitativo que caracteriza dicha alteración.

Basados en la temática, leyes y reglamentos ambientales, la valoración del impacto ambiental se lleva a cabo atendiendo, además del signo, grado de manifestación cualitativa y su magnitud. Así:

<b>TABLA 5.3 VALORACIONES DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES</b>					
IMPACTO AMBIENTAL	SIGNO	POSITIVO	+		
		NEGATIVO	-		
		INEXISTENTE	0		
	VALOR (GRADO DE MANIFESTACIÓN)	IMPORTANCIA (GRADO DE MANIFESTACIÓN CUALITATIVA)	GRADO DE INCIDENCIA	INTENSIDAD	
			CARACTERIZACIÓN	Extensión Plazo de manifestación Persistencia Reversibilidad Sinergia Acumulación Efecto Periodicidad Recuperabilidad	
	MAGNITUD (GRADO DE MANIFESTACIÓN CUANTITATIVA)	Cantidad			
		Calidad			

**FUENTE:** Introducción a los métodos de evaluación de Impactos Ambientales

**ELABORACIÓN:** Fundación Natura (p. 54)

Los impactos generados por el Proyecto, en los diferentes medios son de carácter **positivo**, a los impactos **negativos** se los minimiza y en lo posible se procura que no se den a través de medidas preventivas. Su característica general queda representada por los siguientes caracteres:

- **Positivo:** Se referirá como efecto positivo aquel admitido como tal, tanto para la comunidad técnica y científica como para la población en general, en el contexto de un análisis completo de los costos y beneficios genéricos y de las externalidades de la acción contemplada. Se presentara con el **signo más (+)**.
- **Negativo:** Aquel que se traduce en pérdida de valor naturístico, estético - cultural, paisajístico, de productividad ecológica, o en aumento de los perjuicios derivados de la contaminación, de la erosión o colmatación y demás riesgos ambientales en discordancia con la estructura ecológica -geográfica, el carácter y la personalidad de una localidad determinada. Se presentara con el **signo menos (-)**.
- **Inexistente:** Aquel que ni siquiera posee el carácter de existencia. Se lo presentara con **cero (0)**.

b) *Calificación de los Impactos:* Referida a la valoración cualitativa. Consiste en situar en cada impacto identificado en un rango de escala de puntuación cuyo tamaño depende del grado de confianza que se disponga; así valorar a una escala de tres rangos: alto, medio y bajo, es muy fácil hacerlo en una de 5: muy alto, alto, medio, bajo y muy bajo, o de escala 10, que permite matizar y especificar un poco más la valoración.

Para la calificación de impactos para las matrices, se ha otorgado valoraciones de "1" que equivale a un impacto mínimo y con valoración "10" a un impacto grave, irreversible y complejo. Para mejor referencia de este parámetro se debe mejor referencia de este parámetro se debe considerar la tabla de codificación. La Matriz N° 1 - A, muestran la Valoración de los Impactos.

c) *Tabla codificada:* La Asociación de Técnicos del Medio Ambiente, en su estudio con respecto a los parámetros de calificación que manejan los problemas ambientales varían límites relacionados con:

"Magnitud.- Bajo esta premisa se valorara el grado de afectación del medio ambiente, los límites varían entre:

- **Muy baja.** Sin necesidad de acciones remedianas.
- **Baja.** Requiere un monitoreo para su ubicación y remediación.
- **Moderada.** Aquel en el que la recuperación no precisa prácticas protectoras o correctoras intensivas, y en el que la consecución de las condiciones ambientales iniciales requiere cierto tiempo.
- **Mediana.** Que necesita monitoreo y plan de medidas de remediación.
- **Alta.** Exige un riguroso monitoreo, y plan estratégico de recuperación.
- **Muy Alta.** Afectación grave al medio Ambiente, en el cual se tiene que ejecutar un plan de mitigación inmediato.

Perceptibilidad.- Los impactos pueden encontrarse entre los límites:

- **Imperceptibles.** Aquellos que no son deducibles a simple vista.
- **Poco Imperceptible.** Se considera a aquellos en los cuales es necesario realizar un estudio para su identificación.
- **Medianamente I.** Se los puede determinar mediante una inspección minuciosa o un análisis de las acciones desarrolladas.
- **Fácilmente perceptibles.** Aquellas que son evidentes y causan severos daños.

Reversibilidad.- Se constituye como el plazo o posibilidad en que se recuperan los efectos de los impactos. Poseen límites:

- **Corto plazo.** Aquel cuya incidencia puede manifestarse considerando días, semanas y meses.
- **Mediano plazo.** Considerado entre meses y uno o dos años.
- **Largo plazo.** Más de dos años.
- **Irreversible.** A ningún plazo.

Forma de recuperación. - Constituido como la razón natural o tecnológica que mantiene los siguientes límites:

- **Natural.** Sin intervención de agentes extraños.
- **Tecnología local.** Que las soluciones se planteen con equipos y medios existentes en la Región.
- **Tecnología extra.** Que no se cuenta ni con los medios ni la Tecnología para solventar el tipo de problema presentado.
- **Complejo.** (Aplicación de técnicas y tecnología de punta).

A continuación se presenta la relación entre su calificación, magnitud, percepción, reversibilidad y forma de recuperar el impacto producido, expresado en la siguiente tabla:"

(P. 120-125)

<b>TABLA 5.4 CODIFICACIÓN DE IMPACTOS</b>				
PARÁMETRO DE CALIFICACIÓN	MAGNITUD DEL IMPACTO	PERCEPTIBILIDAD DEL EFECTO	REVERSIBILIDAD	FORMA DE RECUPERACIÓN
<b>1</b>	<i>Muy baja</i>	<i>Imperceptible</i>	<i>Corto plazo</i>	<i>Natural</i>
<b>2</b>	<i>Baja</i>	<i>Poco</i>	<i>Corto plazo</i>	<i>Natural</i>
<b>3</b>	<i>Baja</i>	<i>Poco</i>	<i>Corto plazo</i>	<i>Natural</i>
<b>4</b>	<i>Moderada</i>	<i>Mediana</i>	<i>Mediano plazo</i>	<i>Natural</i>
<b>5</b>	<i>Moderada</i>	<i>Perceptible</i>	<i>Corto plazo</i>	<i>Tecnología local</i>
<b>6</b>	<i>Mediana</i>	<i>Perceptible</i>	<i>Corto plazo</i>	<i>Tecnología local</i>
<b>7</b>	<i>Mediana</i>	<i>Muy perceptible</i>	<i>Mediano plazo</i>	<i>Tecnología local</i>
<b>8</b>	<i>Alta</i>	<i>Fácil</i>	<i>Largo plazo</i>	<i>Tecnología Extra</i>
<b>9</b>	<i>Alta</i>	<i>Fácil</i>	<i>Irreversible</i>	<i>Complejo</i>
<b>10</b>	<i>Muy alta</i>	<i>Fácil</i>	<i>Irreversible</i>	<i>Complejo</i>

**FUENTE:** Introducción a los métodos de evaluación de Impactos Ambientales

**ELABORACIÓN:** Fundación Natura (p. 57)

**MATRIZ DE INTERACCIÓN AMBIENTAL N° 1. Proyecto “Evaluación y Comparación de las Propiedades Físico – Mecánicas de los Materiales Utilizados en el Sistema Prefabricado Denominado “Caja Estructural” con los Materiales Tradicionales.”**

FACTORES AMBIENTALES (F.A)		GEOFACTORES: FÍSICO-QUÍMICOS						BIOLÓGICOS		SOCIO-ECOLÓGICAS				
		GEOLÓGICOS			HÍDRICOS		ECOCLIMA	FLORA-FAUNA		USO DEL SUELO				
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
		SUELO	MORFOLOGÍA	PAISAJE	HIDROLOGÍA	CALIDAD DE LAS AGUAS	ECOCLIMA	FLORA	FAUNA	USO DE SUELO	SOCIO-ECONÓMICO	SALUD	EMPLEO	EDUCACIÓN
PREPARACIÓN DEL	A: DESBROCE	X-	X-	X-	0	0	X-	X-	0	X-	X+	0	X+	0
	B: REPLANTEO Y NIVELACIÓN	X-	X-	X-	0	0	X-	X-	0	X-	X+	0	X+	0
	C: EXCAVACIÓN	X-	X-	X-	0	0	X-	X-	0	X-	X+	0	X+	0
CONSTRUCCIÓN	D: EMPEDRADO DE CONTRAPISO	x+	x+	0	0	0	0	0	0	0	x+		x+	0
	E: INST. AA-SS Y AA-PP	0	0	0	0	x+	0	0	0	0	x+	x+	x+	x+
	F: ACERO EN CONTRAPISO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	x+	0	x+	0
	G: FUNDICIÓN DE CONTRAPISO	x+	0	0	0	0	0	0	0	x+	x+	0	x+	0
ARMADO DE ESTRUCTURAS	H: PAREDES	0	0	x+	0	0	0	0	0	x+	x+	0	x+	x+
	I: EST. DE MADERA Y GALVALUMEN	0	0	0	0	0	0	0	0	x+	x+	0	x+	x+
	J: ARMADO DE CUBIERTA	0	0	0	0	0	0	0	0	x+	x+	0	x+	0
	K: INST. ELÉC. Y ACABADOS	0	0	0	0	0	0	0	0	x+	x+	0	x+	x+
<b>PONDERACIÓN:</b>		<b>5</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>7</b>	<b>11</b>	<b>1</b>	<b>11</b>	<b>4</b>
<b>ELABORACIÓN: El Autor</b>														

Nota: X<sup>Naturaleza</sup>

Total de Impactos identificados = 51

**MATRIZ DE VALORACIÓN ESTIMADA DE IMPACTOS AMBIENTALES (VIA) N°**

**1-A**

**Proyecto Evaluación y Comparación de las Propiedades Físico – Mecánicas de los Materiales Utilizados en el Sistema Prefabricado Denominado “Caja Estructural” con los Materiales Tradicionales.**

<b>FACTORES AMBIENTALES (F.A)</b>		<b>GEOFACTORES: Físico-QUÍMICOS</b>						<b>BIOLÓGICOS</b>		<b>SOCIO - ECOLÓGICAS</b>					
		<b>GEOLÓGICOS</b>			<b>HÍDRICOS</b>			<b>ECOCLIMA</b>	<b>FLORA-FAUNA</b>		<b>USO DEL SUELO</b>				
		<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>								
		<b>SUELO</b>	<b>MORFOLOGÍA</b>	<b>PAISAJE</b>	<b>HIDROLOGÍA</b>	<b>CALIDAD DE LAS AGUAS</b>	<b>ECOCLIMA</b>	<b>FLORA</b>	<b>FAUNA</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>11</b>	<b>12</b>	<b>13</b>	
<b>ACTIVIDADES</b>															
<b>PREPARACIÓN DEL TERRENO</b>	<b>A: DESBROCE</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>2</b>	<b>5</b>	<b>0</b>	<b>5</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	
	<b>B: REPLANTEO Y NIVELACIÓN</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	
	<b>C: EXCAVACIÓN</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>5</b>	<b>0</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>0</b>	<b>6</b>	<b>0</b>	
<b>CONSTRUCCIÓN</b>	<b>D: EMPEDRADO DE CONTRAPISO</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>4</b>	<b>0</b>	<b>4</b>	<b>0</b>	
	<b>E: INST. AA-SS Y AA-PP</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>5</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>2</b>	<b>8</b>	<b>2</b>	<b>5</b>	
	<b>F: ACERO EN CONTRAPISO</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>4</b>	<b>0</b>	<b>4</b>	<b>0</b>	
	<b>G: FUNDICIÓN DE CONTRAPISO</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>5</b>	<b>8</b>	<b>0</b>	<b>8</b>	<b>0</b>	
<b>ARMADO DE ESTRUCTURAS</b>	<b>H: PAREDES</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>5</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>0</b>	<b>6</b>	<b>4</b>	
	<b>I: EST. DE MADERA Y GALVALUMEN</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>0</b>	<b>6</b>	<b>0</b>	
	<b>J: ARMADO DE CUBIERTA</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>5</b>	<b>4</b>	<b>0</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	
	<b>K: INST. ELÉC. Y ACABADOS</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>5</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>2</b>	<b>4</b>	
<b>PONDERACIÓN:</b>		<b>4</b>	<b>6</b>	<b>10</b>	<b>0</b>	<b>5</b>	<b>2</b>	<b>10</b>	<b>0</b>	<b>35</b>	<b>46</b>	<b>8</b>	<b>46</b>	<b>17</b>	
<b>ELABORACIÓN: El Autor</b>															

### 5.6.1. Conclusiones Generales.

Entre los factores ambientales considerados en la Matriz de Identificación (MIA N° 1) y la Matriz de valoración (VIA N° 1-A), se han seleccionado aquellos que resultan más representativos de alteraciones sustanciales, procurando que sean exclusivos (que no contengan unos a otros), MEDIBLES (en lo posible) Y COMPLETOS (que cubran las alteraciones producidas). En esta relación se plantea la base para la conclusión general de la valoración de impactos en el área de estudio:

Clasificación de los efectos sobre los factores del medio, en base a sus posibilidades de ser medidos para el Proyecto “Evaluación y Comparación de las Propiedades Físico – Mecánicas de los Materiales Utilizados en el Sistema Prefabricado Denominado “Caja Estructural” con los Materiales Tradicionales.”

TABLA 5.7 EFECTOS SOBRE FACTORES DEL MEDIO					
EFECTOS SOBRE FACTORES DEL MEDIO	DESPRECIABLES				
	CUANTIFICABLES	Directamente			MEDIBLES
		A través de un índice o modelo			
	CRITERIOS OBJETIVOS DE VALORACIÓN	<i>Escalas proporcionales</i>		PROYECTO	
		<i>Escalas jerárquicas: orden intervalo</i>		PROYECTO	
		<i>Escalas de preferencias Otros criterios subjetivos</i>			
	CRITERIOS SUBJETIVOS				
ESTRICTAMENTE CUALITATIVOS	Fracción no medible				
CUALITATIVOS					

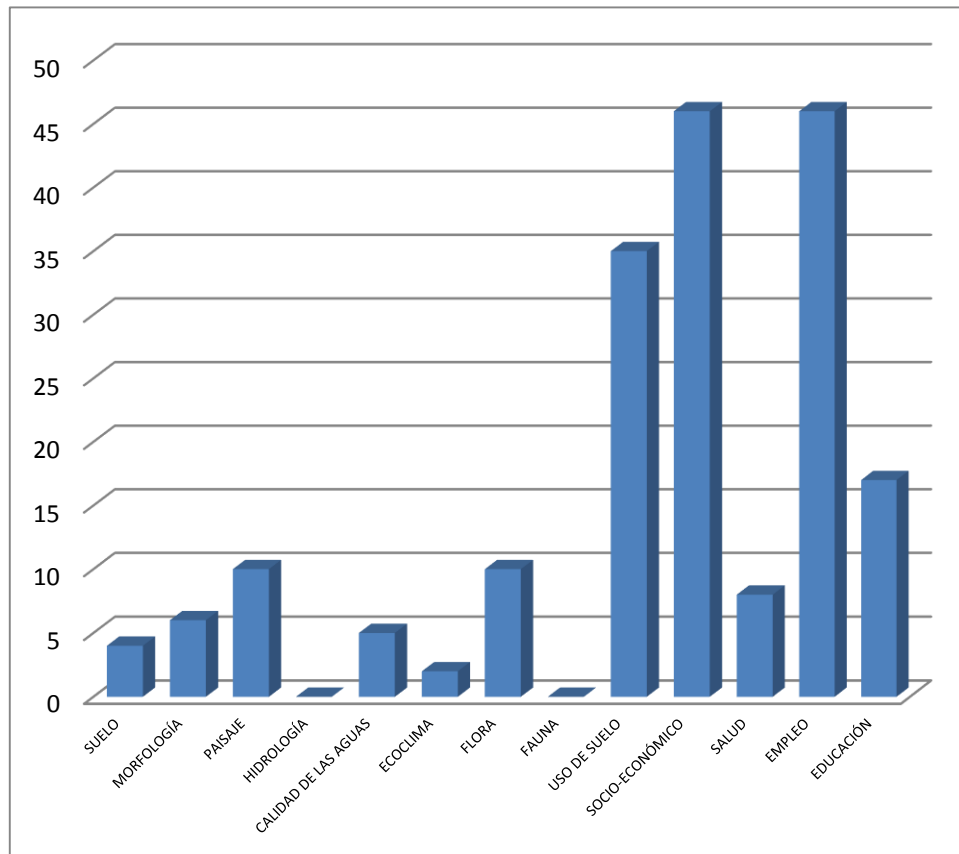
**FUENTE:** Introducción a los métodos de evaluación de Impactos Ambientales

**ELABORACIÓN:** Fundación Natura

En estas consideraciones se presentan conclusiones a la valoración en función de los siguientes factores:

- Valoración numérica (1 al 10).

- Porcentaje que ocupa como Identificación.
- Porcentaje como efecto de valoración - importancia.
- Barras de presentación gráfica: Importancia.



**Fig. 5.2 Representación gráfica de los impactos ambientales.**

### 5.7. Plan de manejo.

Prevenir, apilar o corregir el Impacto Ambiental significa introducir medidas preventivas y/o correctoras en la actuación con el fin de:

- Explotar en mayor medida las oportunidades que brinda el medio en aras al mejor logro ambiental del proyecto o actividad
- Anular, atenuar, evitar, corregir o compensar los efectos negativos que las acciones derivadas del proyecto producen sobre el medio ambiente, en el entorno de aquellas.

- Incrementar, mejorar y potenciar los efectos positivos que pudieran existir.

Este concepto y objetivos de un Plan de Manejo Ambiental permitirá; una vez identificados y valorados los impactos ambientales de las actividades del Proyecto, presentar un conjunto de medidas preventivas, correctivas y/o de control, para el manejo ambientalmente adecuado del proyecto, que cubra los diferentes elementos ambientales (Físico, Biótico y Socio - ambiental - cultural).

### **5.7.1. Descripción de los sub - planes de manejo ambiental.**

Sobre la base de la Evaluación de Impacto Ambiental (EIA); debido a su magnitud, se prevé la aplicación de divisiones coherentes. En esta relación un Plan de Manejo Ambiental (PMA), se puede y de hecho se agrupa en sub -planes:

- De Manejo de Desechos y escombros,\*
- De Monitoreo y Seguimiento,
- De Educación y Capacitación,
- De contingencias,
- Mitigación.

Los Impactos Ambientales que se produzcan por la acción del proyecto "**Evaluación y Comparación de las Propiedades Físico – Mecánicas de los Materiales Utilizados en el Sistema Prefabricado Denominado “Caja Estructural” con los Materiales Tradicionales**” serán prevenidos y mitigados con las acciones que se describen a continuación; básicamente a cargo del Ejecutor del Proyecto, Organismos públicos y Organismos no Gubernamentales (O.N.G's)

Los requisitos de integración en la fase de diseño del Plan de Manejo Ambiental para el Proyecto, se expresan en términos de coherencia con el entorno según las siguientes facetas principales:

- Coherencia ecológica, es decir, con la biocenosis y los ecosistemas,

- Coherencia paisajística, particularmente visual.
- Racionalidad de generar Impactos positivos.

Estas acciones se presentan como parte del plan de manejo; no sin antes sumar a estas, las consideraciones y recomendaciones emitidas por: Ingeniero Agrónomo, Forestal, Biólogo, Doctor Veterinario, Socióloga y recomendaciones presentadas previamente para el sector por Fundación Ecológica Arcoiris.

### **5.8. Metodología para la identificación de las medidas preventivas, correctoras y compensatorias para el proyecto " Evaluación y Comparación de las Propiedades Físico – Mecánicas de los Materiales Utilizados en el Sistema Prefabricado Denominado “Caja Estructural” con los Materiales Tradicionales."**

Se prevé que no todas las medidas del plan de manejo ambiental (PMA) estarán presentes en una evaluación, tal como indica la teoría; por lo que se recomienda definir qué actividades se establecerán como Indispensables, Necesarias u Optativas dentro del desarrollo del proyecto **“Evaluación y Comparación de las Propiedades Físico – Mecánicas de los Materiales Utilizados en el Sistema Prefabricado Denominado “Caja Estructural” con los Materiales Tradicionales.”**

Sobre la base del análisis y la profundidad de las medidas a introducir en el proyecto, se pueden reconocer:

- Medidas de Nulificación:* Este tipo de medidas contempla la modificación parcial o total de acciones contempladas en el proyecto original, a fin de no causar mayores impactos en el área.
- Medidas de Prevención:* Son aquellas medidas que identifican impactos negativos, y se toman para evitar que ellos sucedan a través de la realización de acciones subsidiarias al proyecto. Su diferencia con las medidas de mitigación radica en son concebidas para paliar los efectos negativos, sino para prevenir su ocurrencia.
- Medidas de Mitigación:* Este tipo de medidas tiende a minimizar los efectos negativos mediante la ejecución de una serie de acciones subsidiarias. Por lo general este tipo de

medidas pueden ser aplicadas en cualquier etapa de planificación en la que se encuentre el proyecto, sin embargo al contemplar acciones adicionales, eventualmente puede incrementarse el presupuesto inicial.

Estas medidas de mitigación pueden dividirse en:

- **Técnicas.** Que frecuentemente dan soluciones de acuerdo a distintas especialidades del equipo o grupo multidisciplinario.
- **Legislativas.** Cuando a través de una legislación adecuada se busca paliar los efectos producidos por el proyecto.
- **Medidas de manejo.** Que involucran procedimientos específicos para el manejo del área afectada por el proyecto.

*d) Medidas de Compensación:* Las medidas de compensación tienden a restituir las condiciones del ambiente antes de la aplicación de las acciones del proyecto, o a reproducir situaciones similares para no afectar la vida de los directamente involucrados por los efectos negativos identificados. Las medidas de compensación pueden ser **de indemnización y de restitución.**

- **Las Medidas de Indemnización.** Contempla el pago de un valor en moneda o especies al afectado como consecuencia de los impactos causados en su propiedad.
- **Las Medidas de Restitución.** Involucran la ejecución de ciertas acciones auxiliares tendientes a dejar el ambiente en circunstancias bastante similares a las condiciones a las que se registraban antes de la ejecución del proyecto.

*e) Medidas de Estimulación:* Son aquellas acciones que se toman para producir un incremento en los impactos positivos y lograra aún más la optimización del proyecto.

*f) Plan de Contingencias:* El Plan de Contingencias constituye una serie de lineamientos y procedimientos formulados para que el concesionario minero, industrial, productor, pueda hacer frente a las contingencias relacionadas fundamentalmente con eventuales accidentes

no previstos que se originen dentro de las actividades planificadas. El Objetivo del Plan de Contingencias es dotar al Ejecutante del proyecto, industrial, inversionista o productor de una herramienta de información para el análisis de riesgos y la proposición de medidas preventivas.

*g) Seguimiento, Evaluación y monitoreo:* La función básica es el establecimiento de un sistema de observación y monitoreo que garantice el cumplimiento de las alternativas técnicas, indicaciones, medidas de control y mitigación, contenidas en el Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental.

## CAPITULO 6

## **6. PROGRAMACIÓN DE LA OBRA.**

### **6.1. Introducción.**

El propietario aspira que los trabajos de construcción sean lo **más económico** posibles, que reúnan las **mejores condiciones técnicas**, y que se efectúen en el **menor tiempo**; para el efecto, el cliente escoge a aquel constructor que le ofrezca las condiciones que mejor satisfagan estos tres requerimientos.

El mercado de la construcción se ha vuelto altamente competitivo, y solamente a través de **la calidad y eficiencia** se puede sobrevivir y progresar; el no observar esta regla elemental determinará que los profesionales, las empresas, y las instituciones involucradas en proyectos de construcción corran el riesgo de volverse poco competitivas y sean desplazadas del mercado.

Una planificación y un control total de los procesos permiten optimizar el uso de recursos, y conduce a una mayor calidad, a un menor tiempo de ejecución y a un menor precio. **“Construir mejor no significa construir más caro”**.

### **6.2. Las Actividades de la construcción**

Con el objeto de conseguir un control más apropiado de la construcción, los proyectos se dividen en diferentes actividades independientes o tareas, las que deben poseer todas o algunas de las siguientes características:

- Deben ser claramente identificables.
- Deben ser realizadas en un momento específico.
- Toman un tiempo determinado en su realización.
- Consumen determinados recursos humanos.
- Consumen determinados recursos físicos, y
- Tienen un costo económico.

En la construcción de una vivienda podríamos tener entre otras, las siguientes actividades:

- Demolición y desalojo.
- Limpieza de terreno y desbroce.
- Replanteo de ejes y nivelación.
- Excavación de plataforma y desalojo.
- Colocación de replantillo en plintos.
- Armado de plintos.
- Fundición de plintos.
- Construcción de cimientos de piedra.
- Armado de cadenas.
- Fundición de cadenas.
- Compactación de suelo previamente excavado.

- Armado de columnas.
- Encofrado de columnas.
- Fundición de columnas.
- Encofrado de losa.
- Armado de losa.
- Fundición de losa.
- Levantamiento de mampostería de bloque.
- Enlucido vertical y horizontal.
- Puertas de madera
- Ventanería.
- Pintura, etc.

Dada la gran cantidad de actividades que llegan a definirse (en la construcción de una vivienda podrían detectarse más de 100 actividades), puede resultar conveniente, debido a ciertas afinidades, agruparlas en una sola actividad.

- Limpieza + Desbroce = Limpieza y desbroce
- Replanteo + Nivelación = Replanteo y nivelación.
- Excavación + Desalojo = Excavación y desalojo.

En otras ocasiones, debido a su complejidad o al hecho de que ciertas actividades deben ser ejecutadas por fases o pueden emplear diferentes recursos, puede convenir que una actividad sea descompuesta en varias actividades, con el objeto de controlar adecuadamente tanto la actividad como el proyecto total.

Otra razón por la cual puede resultar conveniente de dividir una actividad es el flujo económico diferente que requiera dos o más fases de una actividad.

Adicionalmente a las actividades normales, existen sucesos que constituyen puntos clave en el desarrollo de la construcción, que fundamentalmente no tienen tiempo de duración pero deben realizarse en un momento específico, pudiendo inclusive consumir recursos y tener un costo. Estos sucesos reciben el nombre de **Hitos** y condicionan el desarrollo de determinadas actividades y del proyecto en general.

Algunos ejemplos de hitos podrían ser:

- Inicio de proyecto.
- Fin del Proyecto.
- Escogimiento del color de la pintura por parte del propietario.
- Definición de tipo de vidrios.

### **6.3. Tipos de relaciones entre las actividades.**

#### **6.3.1. Actividades concatenadas.**

Existen actividades que solamente pueden ser realizadas luego de la ejecución de otra u otras actividades (el enlucido de la mampostería de bloque debe ser realizado después del levantamiento de la mampostería; la fundición de la losa debe realizarse después del armado de la misma); estas actividades se llaman **Actividades Concatenadas o Actividades Secuenciales**.

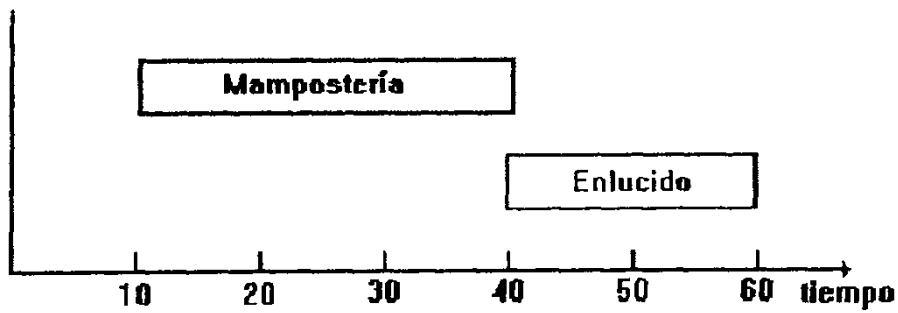


Fig. 6.1 Actividades Secuenciales.

Debe notarse en la Fig. 6.1 que la segunda de las actividades (enlucido) se inicia una vez concluida la primera actividad (mampostería).

### 6.3.2. Actividades paralelas.

Existen actividades que pueden ser realizadas simultáneamente, utilizando recursos diferentes o compartiendo recursos (fundición de losas del tercer piso, levantamiento de mampostería del primer piso y supervisión general del proyecto; fundición de columnas en bloque 1 y fundición de columnas en bloque 2). Cuando las actividades se ejecutan al mismo tiempo se denominan **Actividades Paralelas**.

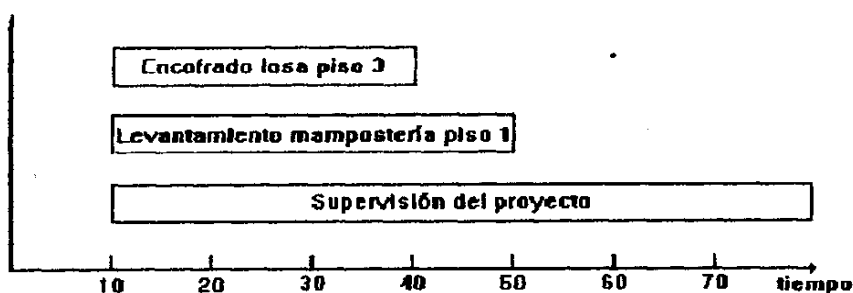


Fig. 6.2 Actividades Paralelas.

Debe observarse en la Fig. 6.2 que las tres actividades (encofrado losa piso 3; levantamiento mampostería piso 1; supervisión del proyecto) se ejecutan a un mismo tiempo.

### 6.3.3. Actividades desfasadas.

Existen actividades que deben ejecutarse a continuación de otras (por su naturaleza son actividades concatenadas), pero no requieren que las que se ejecutan primero deban haber concluido para iniciar su ejecución (para fundir columnas en un piso no se requiere que todas las columnas del piso hayan sido armadas y encofradas previamente, sino solamente algunas de ellas). Este tipo de actividades se denominan **Actividades Desfasadas** (la fundición de columnas podría empezar tres días después del inicio del encofrado de columnas, y esta última actividad podría empezar tres días después del inicio del armado de columnas, pero nunca podrá concluir la fundición antes del armado y encofrado de todas las columnas).

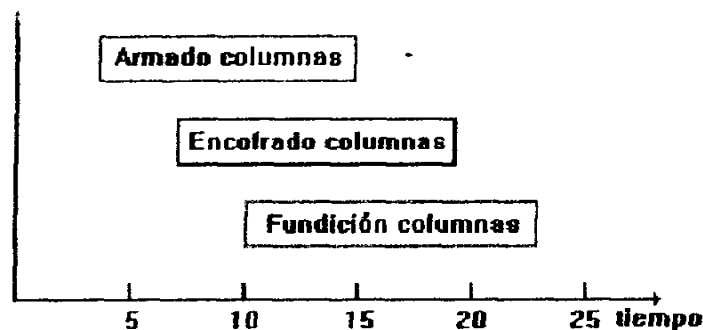
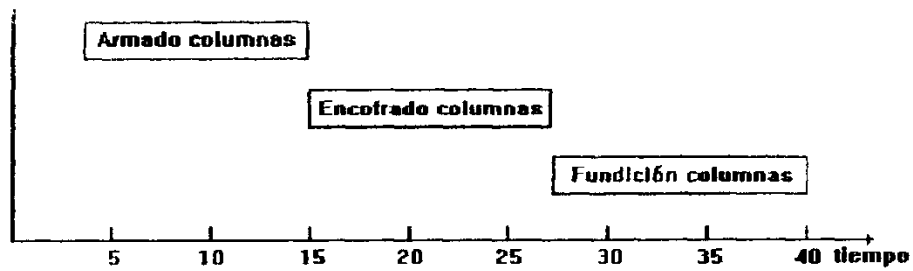


Fig. 6.3 Actividades Desfasadas.

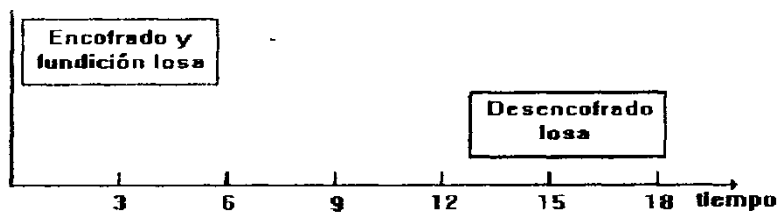
Es importante notar que si las mismas actividades (armado de columnas; encofrado de columnas; fundición de columnas) en lugar de ejecutarlas desfasadamente, como se propone en la Fig. 6.3, se las ejecuta secuencialmente (Fig. 6.4), la fecha de terminación de la última actividad sería muy posterior a la fecha de terminación como actividades desfasadas.



**Fig. 6.4 Actividades Desfasadas a Secuenciales.**

La transformación de actividades intrínsecamente secuenciales en actividades desfasadas es un mecanismo que permite disminuir los tiempos de ejecución de los proyectos a la vez que disminuye los costos de construcción, pero este tipo de transformación debe ser manejada técnicamente.

Ocasionalmente el desfase puede implicar el que transcurra cierto tiempo desde la culminación de la primera actividad para que pueda iniciarse la segunda actividad (Fig. 6.5) (para desencofrar losas podría necesitarse que transcurra una semana desde la fundición de la misma losa, si se emplean aditivos acelerantes en el hormigón; durante este tiempo será necesario realizar el curado del hormigón de la losa, pero será un proceso esporádico).



**Fig. 6.5 Actividades Desfasadas con espera de tiempo.**

Las relaciones de desfase son importantes, cuando son bien manejadas, por cuanto permiten disminuir el tiempo de ejecución de todo el proyecto (mal manejadas provocan el incremento del tiempo de ejecución).

#### **6.4. La ruta crítica.**

En el documento recuperado de <http://www.espe.edu.ec/cursos-e/civil/>, nos indica que: "Existen actividades que, si se retrasan, provocan un retraso de todo el proyecto; y si se adelantan, provocan un adelanto en la conclusión del proyecto. Este tipo de actividades reciben el nombre de **Actividades Críticas**, las que integradas conforman la **Ruta Crítica** (Camino Crítico), por lo que deben ser vigiladas con mayor cuidado por los profesionales que administran el proyecto.

Las actividades que no forman parte de la Ruta Crítica reciben el nombre de Actividades no Críticas, y tienen la característica de que pueden admitir un cierto retraso máximo sin afectar al tiempo total de ejecución del proyecto o el tiempo de ejecución de otras actividades. El retraso máximo admisible en una actividad recibe el nombre de **Holgura Total**."

Cualquier demora adicional a la holgura total de la actividad afectará a todo el proyecto, pues una vez consumido este tiempo de reserva, la actividad pasa a convertirse en actividad crítica. En estos casos es muy frecuente que exista más de una ruta crítica en el proyecto.

Durante cualquier tiempo del desarrollo de un proyecto siempre existirá al menos una actividad que sea crítica. No resulta conveniente tener demasiadas actividades críticas en un momento dado, pues el control total del proyecto se vuelve más difícil, y la probabilidad de que se incumpla con los plazos de ejecución del proyecto se vuelve más alta.

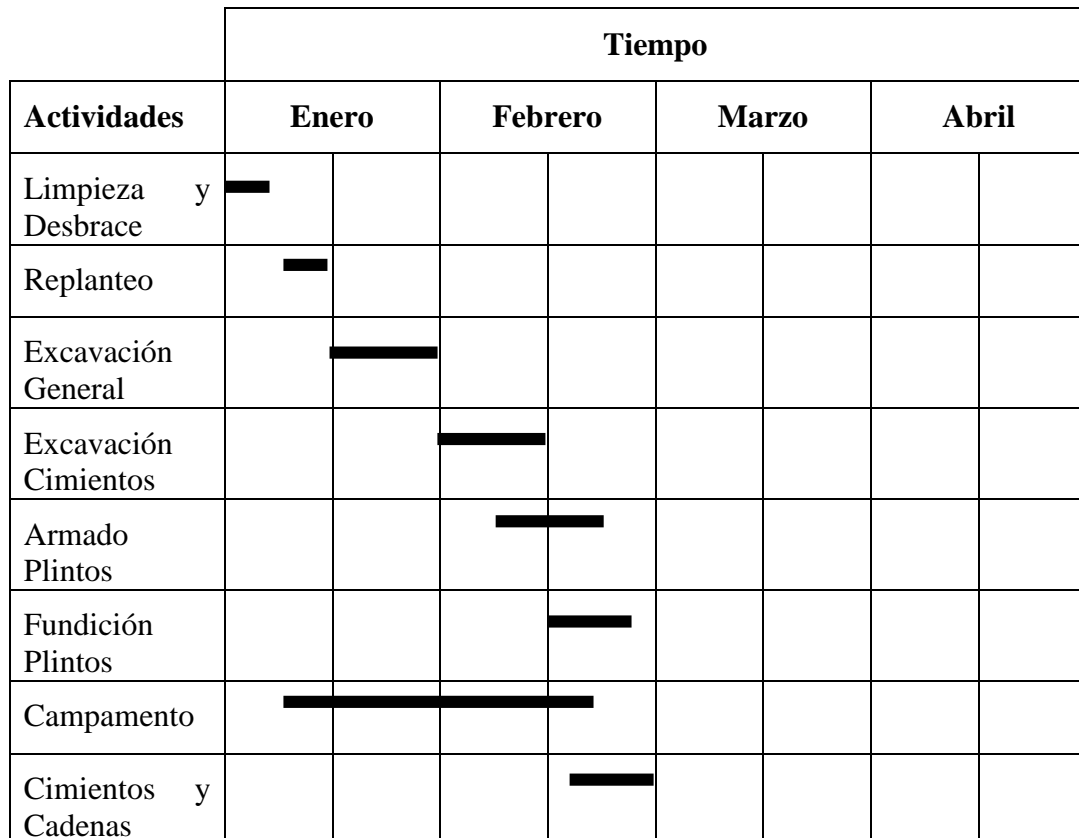
La presencia de un número suficiente de actividades no críticas durante el desarrollo de los proyectos permite superar limitaciones temporales de recursos económicos, físicos y humanos, sin afectar a la fecha de terminación de los proyectos, a través de la asignación prioritaria de tales recursos a las actividades críticas, y una asignación limitada a las actividades no críticas.

#### **6.5. Representación gráfica de las actividades de la construcción.**

Existen dos maneras fundamentales de representar gráficamente las características de las actividades de la construcción y sus interrelaciones: los Diagramas de Barras (Diagramas GANTT) y las Redes de Actividades (**Diagramas PERT o Diagramas CPM**).

### 6.5.1. Diagrama de barras Gantt.

El **Diagrama GANTT Tradicional** representa a las actividades como barras horizontales cuya longitud y posición se determina en base a una escala horizontal proporcional al tiempo.



**Fig. 6.6 Diagrama de GANTT**

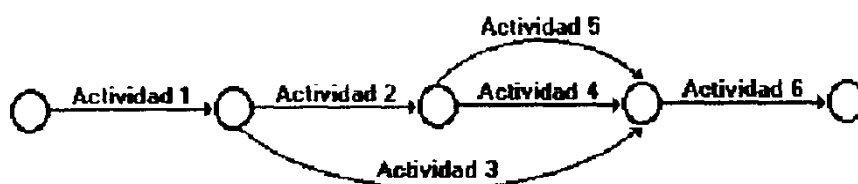
### 6.5.2. Diagramas CPM y PERT.

En su estudio Agustín Montaña (1998) concluyó que:

"El **Diagrama CPM (Critical Path Method / Método de la Ruta Crítica)** tuvo su origen en trabajos realizados en la Compañía Dupon de Nueva York, en 1956, que perseguía resolver problemas de administración en el sector de ingeniería de producción de proyectos grandes, ante el fracaso de las técnicas vigentes a la época.

El **Diagrama PERT (Program Evaluation and Review Technique / Evaluación de Programa y Técnica de Revisión)** se originó en el ámbito militar, en 1958, ante el retraso en la ejecución del Proyecto Polaris de la marina de los Estados Unidos, que tenía cerca de trescientos contratistas y más de tres mil subcontratistas." (p.13, 14)

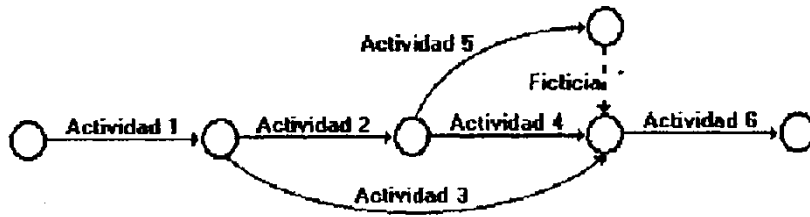
Los Diagrama CPM y PERT tradicionales representan las actividades como **Vectores** (flechas) que concurren a **Nodos** circulares o rectangulares llamados **Eventos**, que constituyen los puntos de interrelación entre actividades.



**Fig. 6.7 Diagrama PERT - CPM.**

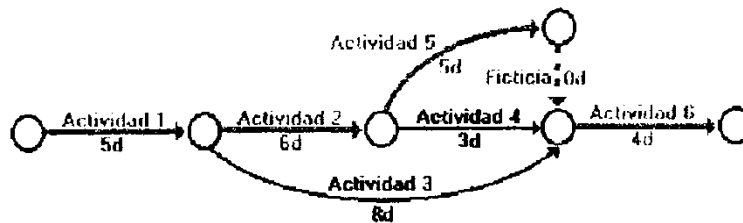
Es relativamente sencillo interpretar las relaciones de secuencialidad y paralelismo entre las actividades de la red. Existe secuencialidad entre las actividades 1, 2, 4 y 6; así mismo son secuenciales las actividades 1, 2, 5 y 6; también son secuenciales las actividades 1, 3 y 6. Las actividades 2 y 3 pueden desarrollarse en paralelo; así mismo las actividades 4 y 5 son paralelas.

Con el objeto de realizar el manejo matemático manual de la información, no se admite que dos o más actividades puedan partir de un evento común y llegar a otro evento común (como el caso de las actividades 4 y 5), requiriéndose la creación de eventos ficticios y **actividades ficticias** (Fig. 8.8) (actividades no existentes).



**Fig. 6.8 Diagrama PERT-CPM con actividad ficticia.**

El diagrama CPM realiza una estimación de los tiempos de ejecución de las actividades y del proyecto en general mediante métodos determinísticos.



**Fig. 6.9 Estimación de tiempos en diagrama PERT-CPM.**

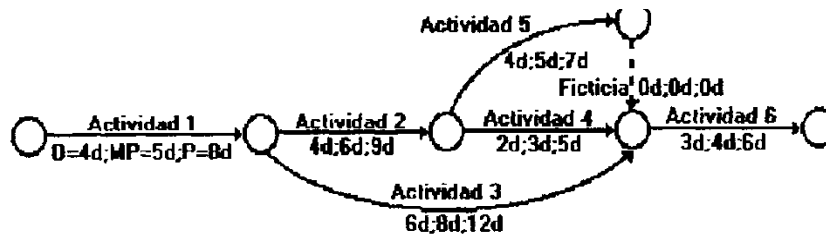
El diagrama PERT utiliza estimaciones probabilísticas de tiempos de ejecución de las actividades, realizadas por profesionales que conocen a profundidad tales actividades, lo que da lugar a la definición del **tiempo optimista (O)**, del **tiempo más probable (MP)** y del **tiempo pesimista (P)**.

**Tiempo optimista (o):** Es el menor tiempo posible en el cual puede ejecutarse la actividad, utilizando los recursos normales. En otras palabras: es el tiempo necesario para terminar el trabajo en caso que todo ocurra mejor de lo que se espera.

**Tiempo más probable (M):** Es la estimación de tiempo más exacta posible. En otras palabras: es aquella duración de actividad que se adoptará si se imagina que todo sucede satisfactoriamente.

**Tiempo pesimista (p):** Es el máximo tiempo necesario para la ejecución de la actividad. En otras palabras: es la estimación de tiempo que sería adoptada considerándose todos los

factores adversos, excluyéndose, sin embargo, una catástrofe que no está prevista en el diagrama.



**Fig. 6.10** Tiempos optimista, probable y pesimista en diagrama PERT-CPM.

Si el proceso se repitiese un gran número de veces, y su duración obedeciese a una distribución probabilística (campana de Gauss), el **tiempo medio estimado de ejecución** que llevaría la actividad se podría calcular mediante la siguiente expresión:

$$M = \frac{O + 4PM + P}{6}$$

La utilización de los tiempos estimados, en lugar de los otros tres tiempos probabilísticos, permite que el diagrama PERT se convierta en un problema semi - determinístico similar al diagrama CPM.

Es importante anotar que el tiempo medio estimado de ejecución de las actividades que se emplea en los diagramas PERT puede ser diferente del tiempo más probable que usualmente se emplea en los diagramas CPM.

Un análisis rápido del gráfico del diagrama CPM (Fig. 6.9) (que es el más sencillo de estudiar) permite deducir que una vez concluida la **Actividad 1**, cuya duración es de **5 días laborables**, es posible iniciar las Actividades 2 y 3, las mismas que pueden desarrollarse paralelamente. Así mismo, luego de concluir la Actividad 2 (que dura 6 días laborables), se pueden iniciar las Actividades 4 y 5, que pueden ejecutarse paralelamente. Solamente luego de concluidas las Actividades, 3, 4 y 5 se podrá iniciar la Actividad 6.

De igual manera, mediante una simple suma de los tiempos de duración de las actividades se puede determinar que la ruta crítica está conformada por las actividades 1, 2, 5 y 6. Así mismo, mediante resta de tiempos se deduce que la actividad 4 tiene una holgura total de 2 días laborables, y que la actividad 3 tiene una holgura total de 3 días laborables.

Es evidente que, desde el punto de vista del especialista, la calidad de la información proporcionada por un Diagrama PERT/CPM es mucho mejor que la que proporciona un Diagrama GANTT, aunque no necesariamente es más fácil de manejar. Es más, a partir de la lógica propia de un Diagrama PERT/CPM se puede construir con relativa facilidad un Diagrama GANTT consistente, pero a partir de un Diagrama GANTT tradicional no es posible construir un Diagrama PERT/CPM con toda su lógica incluida.

## 6.6. Holguras.

Existen dos tipos de holgura que son trascendentales para la administración de proyectos: la **Holgura Total** y la **Holgura Libre**.

**Holgura total (HT):** Es el máximo atraso que puede soportar una actividad sin afectar a la finalización del proyecto.

$$HT = U_j - P_i - t$$

**Holgura libre (HL):** Es el máximo atraso que puede soportar una actividad sin afectar al inicio de la actividad inmediatamente posterior.

$$HL = P_j - P_i - t$$

Donde:

$P_i$  = Fecha más temprana de iniciación.

$P_j$  = Fecha más temprana de terminación.

$U_i$  = Fecha más tardía de iniciación.

$U_j$  = Fecha más tardía de terminación.

## **6.7. Inicio y finalización de las actividades.**

Las actividades que presentan holgura tienen flexibilidad en cuanto a su fecha de iniciación y su fecha de finalización, sin que afecten a la duración total del proyecto.

Se conoce como **Fechas más Tempranas** de una actividad a las fechas de iniciación y finalización de la actividad que se obtienen cuando todas las actividades anteriores inician tan pronto como sea posible (ASAP / as soon as possible).

Se conoce como **Fechas más Tardías** de una actividad a las fechas de iniciación y finalización de la actividad que se obtienen cuando las actividades anteriores inician tan tarde como sea posible (ALAP / as late as possible), sin afectar a la fecha de finalización del proyecto.

## **6.8. Programación de obra de una vivienda convencional.**

Lo primero que se debe realizar es un listado de las actividades que se realizan dentro de la construcción de una vivienda que son alrededor de casi 100 actividades, puede resultar más conveniente, debido a ciertas afinidades, agruparlas en una sola actividad. En esta se convendría listarlas en orden de su ejecución para evitar omitir alguna de ellas. Una vez con el listado de actividades definitivo, es conveniente enumerarlas progresivamente para su identificación. El grado de detalle que se les asigne a cada actividad dependerá de la necesidad del control dentro del proyecto.

A continuación se procede a ordenar las actividades en una matriz de secuencias para lo cual se debe disponer de la información que nos permita conocer cuáles actividades deben hacerse al terminar cada una de las que aparecen en la lista. Para este efecto se debe presentar la matriz de secuencias iniciando con la actividad cero que servirá para indicar solamente el punto de partida de las demás. Luego se procede a elaborar una matriz de tiempos de conformidad a los conceptos enunciados en el numeral 6.5.2 del presente capítulo, la medida

del tiempo se la puede hacer en horas, días semanas, meses y años, dependiendo de la duración del proyecto. Para el presente proyecto la estimación de los tiempos se la hará tomando en cuenta los criterios, limitaciones de espacio y de recursos adquiridos dentro de la construcción de viviendas.

Finalmente en esta primera fase recopilamos la información de la matriz de secuencias y la matriz de tiempo en una sola matriz que llamaremos de información y que se detalla a continuación:

<b>TABLA 6.1 MATRIZ DE INFORMACIÓN VIVIENDA CONVENCIONAL</b>							
<b>Actividades</b>		<b>Antecedentes</b>	<b>Secuencias</b>	<b>Tiempos</b>			
				<b>o</b>	<b>M</b>	<b>p</b>	<b>t</b>
<b>0</b>	Inicio del proyecto		1	0	0	0	0
<b>1</b>	Limpieza y desbroce	0	2	1	1	1	1
<b>2</b>	Replanteo y Nivelación	1	3	1	1	1	1
<b>3</b>	Excavación de cimientos	2	4,5,6	5	7	9	7
<b>4</b>	Caja de revisión 50x50x50 + tapa	3	7,8,9	2	3	4	3
<b>5</b>	Cimientos de piedra (mortero 1:5 + piedra)	3	7,8,9	3	5	7	5
<b>6</b>	Desalojo de material cargado a máquina	3	7,8,9	1	2	2	2
<b>7</b>	H°S fc=210kg/cm2 en plintos + encofrado	4,5,6	10	3	4	5	4
<b>8</b>	H°S fc=210kg/cm2 en cadenas + encof.	4,5,6	10	5	8	10	8
<b>9</b>	Acero de refuerzo	4,5,6	10	5	7	10	7
<b>10</b>	Perfil metálico para columnas	7,8,9	11,13,15	1	2	2	2
<b>11</b>	Instalaciones AA-SS	10	12	2	3	3	3
<b>12</b>	Instalaciones AA PP	11	14	2	3	3	3
<b>13</b>	Cubierta (Est. Metálica + Placa P10)	10	16	4	5	7	6
<b>14</b>	Instalaciones Eléctricas	11	17	1	2	2	2
<b>15</b>	Mampostería de ladrillo	10	17	8	10	12	10
<b>16</b>	Enlucido Vertical (Mortero 1:3 + Empaste)	13	17	16	18	22	20

17	Contrapiso e=6cm f <sub>c</sub> =180kg/cm <sup>2</sup> + piedra	14,15,16	18,19,22,23	3	5	7	5
18	Inodoros, mesón de cocina	17	20,21	1	2	2	2
19	Bordillo de tina	17	20,21	1	1	1	1
20	Lavandería	18,19	25	2	3	4	3
21	Lavaplatos, lavamanos, rejillas de piso, duchas	18,19	25	1	1	2	2
22	Alisado de pisos (mortero 1:3 e=1,5cm)	17	26,27	1	2	3	2
23	Colocación de cielo raso	17	24	3	5	5	5
24	Enlucido de cielo raso con empaste	23	29	3	5	5	5
25	Colocación de ventanas	20,21	28	2	3	5	4
26	Colocación de puertas	22	30	3	4	6	5
27	Instalaciones eléctricas(terminación)	22	29	3	3	5	4
28	Pintura de cubierta	25	30	3	4	5	4
29	Pintura Exterior e Interior	24,27	30	12	14	20	15
30	Cerámica en pisos, paredes y mesones	26,28,29	31	5	7	10	8
31	Parquet en dormitorios	30	32	4	4	6	5
32	Poséis y muebles de cocina	31	33	3	4	6	5
33	Limpieza de obra e inspección general	32	34	1	2	3	2
34	Solución de fallas existentes	33	-----	2	3	3	3

**ELABORACIÓN:** El Autor

Con los datos proporcionados por esta matriz se procede a trazar una gráfica que contendrá en su primera etapa los datos de los tiempos calculados y los eventos que concatenan dichas actividades. Con la gráfica trazada se procede a determinar las fechas más tempranas y más tardías de iniciación y terminación de cada actividad, con lo que se puede llegar a conocer las holguras, y, finalmente determinar la ruta crítica. La ruta crítica estará representada por aquellas actividades cuya holgura sea igual a cero, a continuación se presenta la matriz de elasticidad en donde se indican las holguras y las actividades que forman parte de la ruta crítica.

<b>TABLA 6.2 MATRIZ DE ELASTICIDAD VIVIENDA CONVENCIONAL</b>									
Actividades	Eventos	$t$	Fechas				HT	HL	Tipo de Actividad
			P <sub>I</sub>	U <sub>I</sub>	P <sub>I</sub>	U <sub>I</sub>			
0		0	0	0	0	0	---	---	
1	0 – 1	1	0	0	1	1	0	0	Crítica
2	1 – 2	1	1	1	2	2	0	0	Crítica
3	3 – 4	7	2	2	9	9	0	0	Crítica
4	4 – 5	3	9	11	12	14	2	0	---
5	4 – 5	5	9	9	14	14	0	0	Crítica
6	4 – 5	2	9	12	11	14	3	0	---
7	5 – 6	4	14	18	18	22	4	0	---
8	5 – 8	8	14	14	22	22	0	0	Crítica
9	5 – 7	7	14	15	21	22	1	0	---
10	8 – 9	2	22	22	24	24	0	0	Crítica
11	9 – 10	3	24	42	27	45	18	0	---
12	10 – 12	3	27	45	30	48	18	0	---
13	9 – 11	6	24	24	30	30	0	0	Crítica
14	12 – 13	2	30	48	32	50	18	0	---
15	9 – 14	10	24	40	34	50	16	0	---
16	11 – 15	20	30	30	50	50	0	0	Crítica
17	15 – 16	5	50	50	55	55	0	0	Crítica
18	16 – 17	2	55	66	57	68	11	0	---
19	16 – 17	1	55	68	56	69	13	0	---
20	17 – 19	3	57	69	60	72	12	0	---
21	17 – 19	2	57	70	59	72	13	0	---
22	16 – 18	2	55	59	57	61	4	0	---
23	16 – 20	5	55	55	60	60	0	0	Crítica
24	20 – 22	5	60	60	65	65	0	0	Crítica
25	19 – 21	4	59	72	63	76	13	0	---
26	18 – 24	5	57	75	62	80	18	0	---
27	18 – 24	4	57	61	61	65	4	0	---
28	21 – 23	4	63	76	67	80	13	0	---
29	22 – 24	15	65	65	80	80	0	0	Crítica

30	24 – 25	8	80	80	88	88	0	0	Crítica
31	24 – 25	5	80	83	85	88	3	0	---
32	25 – 26	5	93	93	98	98	0	0	Crítica
33	26 – 27	2	98	98	100	100	0	0	Crítica
34	27 – 28	3	100	100	103	103	0	0	Crítica

**ELABORACIÓN:** El Autor

$P_I$  = Fecha más temprana de iniciación.

$P_J$  = Fecha más temprana de terminación.

$U_I$  = Fecha más tardía de iniciación.

$U_J$  = Fecha más tardía de terminación.

Con los datos de la matriz de elasticidad procedemos a trazar el diagrama PERT de la vivienda convencional, en el que se detalla las actividades normales, críticas y ficticias, su duración y los eventos.

### 6.9. Programación de obra de una vivienda Prefabricada.

Seguimos el mismo procedimiento expuesto en el numeral 6.8 del presente capítulo, lo que cambian son algunas de las actividades a realizarse que, nos arrojarán otros tiempos de ejecución; hay algunas actividades que se repiten, para el efecto de la presente se ha tomado los mismos valores de tiempos que en la matriz anterior (Tabla 6.1) en dichas actividades. A continuación se plantea la matriz de información para una vivienda prefabricada.

<b>TABLA 6.3 MATRIZ DE INFORMACIÓN VIVIENDA PREFABRICADA</b>							
<b>Actividades</b>		<b>Antecedentes</b>	<b>Secuencias</b>	<b>Tiempos</b>			
				<b>o</b>	<b>M</b>	<b>p</b>	<b>t</b>
<b>0</b>	Inicio del proyecto	----	1	0	0	0	0
<b>1</b>	Limpieza y desbroce	0	2	1	1	1	1
<b>2</b>	Replanteo y Nivelación	1	3	1	1	1	1
<b>3</b>	Excavación S/C a mano	2	4,5	5	4	6	4
<b>4</b>	Caja de revisión 50x50x50 + tapa	3	6,7,8	2	3	4	3
<b>5</b>	Desalojo de material cargado a máquina	3	6,7,8	2	2	2	2
<b>6</b>	Contrapiso e=6cm f <sub>c</sub> =180kg/cm <sup>2</sup> + piedra	4,5	11,12	3	5	7	5
<b>7</b>	Malla electrosoldada	4,5	9	2	2	2	2

<b>8</b>	Instalaciones AA-SS	4,5	10	1	2	2	2
<b>9</b>	Descarga de vivienda prefabricada	7	11,12	1	1	1	1
<b>10</b>	Instalaciones AA PP	8	11,12	1	2	2	2
<b>11</b>	Armado de Estruct.de madera y paredes de H°	6,9,10	14,15	1	2	3	2
<b>12</b>	Colocación de puertas	6,9,10	13	1	1	1	1
<b>13</b>	Colocación de ventanas	12	14,15	1	1	1	1
<b>14</b>	Cubierta Placa Ondulada P10	11,13	16,17	1	1	1	1
<b>15</b>	Colocación de chapas	11,13	16,1,7	1	1	1	1
<b>16</b>	Afeado de pisos (mortero 1:3 e=1.5cm)	14,15	18,19	1	2	3	2
<b>17</b>	Enlucido Vertical (Mortero 1:3 + Empaste)	14,15	24	16	18	22	20
<b>18</b>	Inodoros, mesón de cocina	16	22	1	2	2	2
<b>19</b>	Bordillo de tina	16	20	1	1	1	1
<b>20</b>	Lavaplatos, lavamanos, rejillas de piso, duchas	19	21	1	1	2	2
<b>21</b>	Lavandería	20	24	2	3	4	3
<b>22</b>	Pintura de cubierta	18	23	3	4	5	4
<b>23</b>	Instalaciones eléctricas.	22	24	5	7	7	7
<b>24</b>	Colocación de cielo raso	17,21,23	25,26	3	5	5	5
<b>25</b>	Enlucido de cielo raso con empaste	24	27,28	3	5	5	5
<b>26</b>	Pintura Exterior e Interior	24	27,28	12	14	20	15
<b>27</b>	Cerámica en pisos , paredes y mesones	25,26	28	5	7	10	8
<b>28</b>	Parquet en dormitorios	25,26	28	4	4	6	5
<b>29</b>	Closets v muebles de cocina	27,28	30	3	4	6	5
<b>30</b>	Limpieza de obra e inspección general	29	31	1	2	3	2
<b>31</b>	Solución de fallas existentes	30	----	2	3	3	3

**ELABORACIÓN:** El Autor

Con los datos de la anterior matriz (Tabla 6.3) se elabora la matriz de elasticidad, misma que se plantea a continuación:

<b>TABLA 6.4 MATRIZ DE ELASTICIDAD VIVIENDA PREFABRICADA</b>									
Actividades	Eventos	$t$	Fechas				HT	HL	Tipo de Actividad
			$P_I$	$U_I$	$P_I$	$U_I$			
<b>0</b>		0	0	0	0	0	---	---	
<b>1</b>	1 – 2	1	0	0	1	1	0	0	Crítica
<b>2</b>	2 – 3	1	1	1	2	2	0	0	Crítica
<b>3</b>	3 – 4	4	2	2	6	6	0	0	Crítica
<b>4</b>	4 – 5	3	6	6	9	9	0	0	Crítica
<b>5</b>	4 – 5	2	6	7	8	9	1	0	---
<b>6</b>	5 – 8	5	9	9	14	14	0	0	Crítica
<b>7</b>	5 – 6	2	9	11	11	13	2	0	---
<b>8</b>	5 – 7	2	9	10	11	12	1	0	---
<b>9</b>	6 – 8	1	11	13	12	14	2	0	---
<b>10</b>	7 – 8	2	11	12	13	14	1	0	---
<b>11</b>	8 – 10	2	14	14	16	16	0	0	Crítica
<b>12</b>	8 – 9	1	14	14	15	15	0	0	Crítica
<b>13</b>	9 – 10	1	15	15	16	16	0	0	Crítica
<b>14</b>	10 – 11	1	16	16	17	17	0	0	Crítica
<b>15</b>	10 – 11	1	16	16	17	17	0	0	Crítica
<b>16</b>	11 – 12	2	17	20	19	22	3	0	---
<b>17</b>	11 – 18	20	17	17	37	37	0	0	Crítica
<b>18</b>	12 – 14	2	19	24	21	26	5	0	---
<b>19</b>	12 – 13	1	19	31	20	32	12	0	---
<b>20</b>	13 – 15	2	20	32	22	34	12	0	---
<b>21</b>	15 – 17	3	22	34	25	37	12	0	---
<b>22</b>	14 – 16	4	21	26	25	30	5	0	---
<b>23</b>	16 – 17	7	25	30	32	37	5	0	
<b>24</b>	18 – 19	5	37	37	42	42	0	0	Crítica
<b>25</b>	19 – 20	5	42	52	47	57	10	0	---
<b>26</b>	19 – 21	15	42	42	57	57	0	0	Crítica
<b>27</b>	21 – 22	8	57	57	65	65	0	0	Crítica
<b>28</b>	21 – 22	5	57	57	62	65	3	0	---
<b>29</b>	22 – 23	5	65	65	70	70	0	0	Crítica
<b>30</b>	23 – 24	2	70	70	72	72	0	0	Crítica
<b>31</b>	24 – 25	3	72	72	75	75	0	0	Crítica

**ELABORACIÓN:** El Autor

$P_I$  = Fecha más temprana de iniciación.       $P_J$  = Fecha más temprana de terminación.

$U_I$  = Fecha más tardía de iniciación.       $U_J$  = Fecha más tardía de terminación.

## CAPITULO 7

## **6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.**

### **6.1 Conclusiones.**

#### **De las hipótesis.**

1. Las soluciones habitacionales que se construyen con materiales alternativos (Prefabricados) economizan notablemente los costos de una vivienda.
2. Las viviendas de tipo prefabricado brindan la misma seguridad y comodidad que las viviendas convencionales.
3. La resistencia de los materiales empleados en la construcción de viviendas prefabricadas cumple con los requerimientos establecidos.

#### **De la resistencia de los materiales.**

1. Los paneles de Hormigón soportan un esfuerzo a la flexión promedio de 46.93 kg/cm<sup>2</sup> y una carga máxima de 193.00 kg.
2. Los paneles de Hormigón que se utilizan como paredes en la vivienda prefabricada soportan un esfuerzo a la compresión promedio de 81.42 kg/cm<sup>2</sup> y una carga máxima de 13.900.00 kg.
3. La probeta de madera se comporta como si un conjunto de tubos alargados soportara la presión de una fuerza que trata de aplastarlos.
4. Las probetas de madera ensayadas (Yumbingue) a compresión paralela a las fibras tienen un módulo de elasticidad promedio de 81.926.00 kg/cm<sup>2</sup>, cuyo

valor es mayor al utilizado en los diseños de las columnas de madera ( $E_{min}=75.000.00 \text{ kg/cm}^2$ ).

5. Las probetas de madera ensayadas a flexión tienen un módulo de elasticidad promedio de  $216.295.00 \text{ kg/cm}^2$ , cuyo valor es mayor al utilizado en los diseños de las vigas y la armadura ( $E=100.000.00 \text{ Kg/cm}^2$ )
6. El contenido de humedad en las probetas ensayadas estuvo entre  $17.49 \%$  y  $18.22\%$ , lo que indica que la madera se encontraba en estado casi seco, pues el CHS (Contenido de humedad en estado seco) es igual al  $12\%$ .
7. A mayor contenido de humedad menor resistencia de la madera.
8. Los perfiles ensayados tienen un módulo de elasticidad promedio de  $587.228.50 \text{ Kg/cm}^2$  y soportan una carga máxima de  $1930.00 \text{ kg}$ .
9. De lo anteriormente anotado podemos deducir que las viviendas prefabricadas son realizadas con materiales de calidad que garantizan su duración y su resistencia y por lo tanto brindan seguridad y comodidad.

### **De los diseños.**

1. Los paneles de Hormigón utilizados como paredes en la vivienda prefabricada soportan los esfuerzos a los que son sometidos por las cargas de servicio.
2. La madera que se utiliza para la estructura de la vivienda prefabricada, soporta los esfuerzos a los que son sometidos por las cargas de servicio.
3. Los perfiles metálicos no soportan ningún tipo de esfuerzo y solo sirven como medio de acople entre los paneles de hormigón.
4. La sub base que se coloca por debajo del contrapiso (losa de piso) le permite tener un apoyo más firme que si la losa se asentara directamente sobre el suelo.

5. La losa de piso por estar sometida a cargas uniformemente repartidas y, al asentarse sobre una sub base uniforme, también presentará esfuerzos debido a la retracción del fraguado del concreto y a los cambios de temperatura, pero estos esfuerzos son resistidos por una fuerza de arrastre por fricción entre la losa y la sub – rasante.
6. El uso de una película plástica (polietileno) permite reducir la fricción entre la losa y la sub base.
7. La fuerza cortante basal se transmite únicamente por fricción entre módulo y módulo.

#### **Del estudio de Mercado y Financiero.**

1. Las viviendas prefabricadas tienen menor costo que las viviendas convencionales.
2. Las viviendas de tipo prefabricado son una solución al déficit habitacional por su bajo costo y calidad.
3. Las viviendas de tipo prefabricado tienen la aceptación del sector medio / bajo de la ciudad de Loja.
4. El VAN del presente estudio arroja un saldo positivo de \$52.201.665.51, que indica que el proyecto es factible de realizarse.
5. La relación costo / beneficio (2.93) es mayor que la unidad, por lo tanto el proyecto de viviendas prefabricadas es factible de ejecutarse.
6. La capacidad de ganancia del proyecto de viviendas prefabricadas es favorable pues la TIR (99.77%) es superior al costo de oportunidad de mercado (15%).

### **Del estudio de impacto ambiental.**

1. La evaluación de impacto ambiental arroja un resultado favorable, ya son más significativos los impactos positivos (medio antrópico), que los negativos (medio físico – químico y biótico). Ver Fig. 5.2.

### **De la programación de la obra.**

1. La programación de obra de las viviendas prefabricadas conlleva menor tiempo de ejecución que la de las viviendas convencionales.
2. El ahorro de tiempo trae como consecuencia el ahorro de recursos económicos

### **7.2. Recomendaciones.**

- Empezar en campañas de difusión de sistemas alternativos de construcción de vivienda como los prefabricados, que presten las condiciones técnicas y económicas necesarias para masificar la vivienda y dar solución al gran problema habitacional del País.
- Fomentar el desarrollo tecnológico e investigativo, mediante programas de intercambio con otros países, que permitan implementar y desarrollar sistemas alternativos de construcción de viviendas de bajo costo, que den al sector medio / bajo la posibilidad de adquirir las mismas.
- Crear proyectos sociales de vivienda que sean sustentables y sostenibles basados en condiciones ecológicas que no dañen el medio ambiente.

## **ANEXOS**

**ANEXO 1**

**PRESUPUESTO DE VIVIENDA PREFABRICADA**

**PRESUPUESTO DE VIVIENDA CONVENCIONAL**

**ANALISIS DE PRECIOS**

**PRESUPUESTO DE VIVIENDA PREFABRICADA DE 48 M2**

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	PRECIO
			UNIT.	TOTAL
Limpieza manual del terreno	M2	63.00	0.34	21.42
Replanteo y nivelación	M2	63.00	0.65	40.95
Excavación sin clasificar a mano.	M3	25.20	2.77	69.80
Desalojo de material sobrante, cargado a mano	M3	25.20	2.29	57.71
Cimientos de piedra.	M3	10.00	53.65	536.50
H. S. en cadenas f'c=210kg/cm2 + encofrado	M3	2.00	128.34	256.68
Acero de Refuerzo	KG	256.00	1.35	345.60
Acero estructural	M3	204.30	1.36	277.85
Estructura Metálica	M2	51.30	7.54	386.80
Cerradura de baño instalada	UNIDAD	1.00	7.90	7.90
Cerradura de llave-seguro instalada	UNIDAD	2.00	10.50	21.00
Cerradura de llave-llave instalada	UNIDAD	1.00	31.36	31.36
Contrapiso e=6 cm. HS=180Kg/cm2+impermeabil+piedra	M2	66.00	11.96	789.36
Iluminación	Pto	8.00	12.28	98.24
Salida de agua fría PVC	Pto	5.00	17.43	87.15
Inodoro tanque bajo Cacique blanco	UNIDAD	1.00	63.12	63.12
Lavamanos completo amapola blanco	UNIDAD	1.00	38.54	38.54
Mesa de cocina de H. Armado	MI	6.00	17.24	103.44
Lavaplatos completo 1 pozo	UNIDAD	1.00	76.57	76.57
Rejilla interior de piso de 75 mm	UNIDAD	3.00	2.71	8.13
Vidrio claro flotado 4 mm	M2	6.63	9.50	62.99
Acometida principal eléctrica	MI	20.00	8.35	167.00
Tablero de control 4 puntos	UNIDAD	1.00	49.15	49.15
Caja de revisión 50*50*50 con tapa	UNIDAD	3.00	25.22	75.66
Ducha sencilla cromada	UNIDAD	1.00	6.25	6.25
Accesorios baño (nacional)	JUEGO	1.00	30.28	30.28
Bordillo tina de baño	MI	1.25	22.09	27.61
Llave de paso cortadora de 1/2 plg. RW	UNIDAD	5.00	13.67	68.35
Tubería PVC 75 mm desagüe	MI	6.00	3.03	18.18
Tubería PVC 50 mm desagüe	MI	3.00	1.80	5.40
Tubería PVC 1/2 ple	MI	36.00	3.06	110.16
Tubería PVC 110 mm desagüe	MI	21.00	3.61	75.81
Tomacorrientes 110V	UNIDAD	8.00	10.95	87.60
Lavandería	UNIDAD	1.00	83.20	83.20
Llave de pico de lavandería	M	1.00	5.24	5.24
Pintura sobre eternit (2 manos)	M2	51.30	2.41	123.63
Empastado de paredes con carbonato de calcio	M2	199.31	2.85	568.03
Pintura en paredes (unilatex)	M2	199.31	2.34	466.39
Estucado de ventanas	ML	21.50	3.00	64.50
Estucado de cielo raso	M2	48.00	7.40	355.20
Baldosa cerámica 40 x 40 pisos	M2	48.00	12.86	617.28
Canal de tool galvanizado (aguas lluvias)	ML	16.00	5.62	89.92
Bajante de aguas lluvias PVC 75 mm.	ML	6.00	3.20	19.20
Closets	ML	4.00	110.00	440.00
Muebles altos de cocina	ML	2.00	80.00	160.00
Muebles bajos de cocina	ML	2.00	80.00	160.00
<b>SUBTOTAL</b>				<b>5.817.01</b>
<b>INDIRECTOS</b>				<b>887.68</b>
<b>COSTO CASA LISTA + TRANSPORTE</b>				<b>3.148.00</b>
<b>PRESUPUESTO + COSTO CASA LISTA</b>				<b>9.852.69</b>

**PRESUPUESTO DE VIVIENDA CONVENCIONAL DE 48 M2**

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	PRECIO
			UNIT.	TOTAL
Limpieza manual del terreno	M2	63.00	0.34	21.42
Replanteo y nivelación	M2	63.00	0.65	40.95
EXCAVACION SIN CLASIFICAR A MANO	M3	25.20	2.77	69.80
Desalojo de material sobrante, cargado a mano	M3	25.20	2.29	57.71
Cerradura de baño instalada	UNIDAD	1.00	7.90	7.90
Cerradura de llave-seguro instalada	UNIDAD	2.00	10.50	21.00
Cerradura de llave-llave instalada	UNIDAD	1.00	31.36	31.36
Malla electrosoldada 5 mm a 10 cm.	M2	63.00	2.16	136.08
Contrapiso e=6 cm. HS=180Kg/cm2+impermeabil+piedra	M2	66.00	11.96	789.36
Iluminación	Pto	8.00	12.28	98.24
Salida de agua fría PVC	Pto	5.00	17.43	87.15
Inodoro tanque bajo Cacique blanco	UNIDAD	1.00	63.12	63.12
Lavamanos completo amapola blanco	UNIDAD	1.00	38.54	38.54
Mesa de cocina de H. Armado	MI	6.00	17.24	103.44
Lavaplatos completo 1 pozo	UNIDAD	1.00	76.57	76.57
Rejilla interior de piso de 75 mm	UNIDAD	3.00	2.71	8.13
Ventana de hierro con rejilla incluida	M2	9.11	42.90	390.82
Vidrio claro flotado 4 mm	M2	9.11	9.50	86.55
Puerta principal 0.90x2.00 m	UNIDAD	3.00	72.06	216.18
Puerta de baño 0.90x2.00 m	UNIDAD	1.00	52.06	52.06
Acometida principal eléctrica	MI	20.00	8.35	167.00
Tablero de control 4 puntos	UNIDAD	1.00	49.15	49.15
Caja de revisión 50*50*50 con tapa	UNIDAD	3.00	25.22	75.66
Ducha sencilla cromada	UNIDAD	1.00	6.25	6.25
Accesorios baño (nacional)	JUEGO	1.00	30.28	30.28
Bordillo tina de baño	MI	1.25	22.09	27.61
Llave de paso cortadora de 1/2 plg. RW	UNIDAD	5.00	13.67	68.35
Tubería PVC 75 mm desagüe	MI	6.00	3.03	18.18
Tubería PVC 50 mm desagüe	MI	3.00	1.80	5.40
Tubería PVC 1/2 ple	MI	36.00	3.06	110.16
Tubería PVC 110 mm desagüe	MI	21.00	3.61	75.81
Tomacorrientes 110V	UNIDAD	8.00	10.95	87.60
Lavandería	UNIDAD	1.00	83.20	83.20
Llave de pico de lavandería	M	1.00	5.24	5.24
Pintura sobre eternit (2 manos)	M2	51.30	2.41	123.63
Mampostería de ladrillo jaboncillo	M2	199.31	8.42	1.678.19
Enlucido vertical (mortero 1:3 + 1:1:8)	M2	199.31	4.40	876.96
Pintura en paredes (unilatex)	M2	199.31	2.34	466.39
Estucado de ventanas	ML	21.50	3.00	64.50
Estucado de cielo raso	M2	48.00	7.40	355.20
Baldosa cerámica 40 x 40 pisos	M2	48.00	12.86	617.28
Canal de tool galvanizado (aguas lluvias)	ML	16.00	5.62	89.92
Bajante de aguas lluvias PVC 75 mm.	ML	6.00	3.20	19.20
Closets	ML	4.00	110.00	440.00
Muebles altos de cocina	ML	2.00	80.00	160.00
Muebles bajos de cocina	ML	2.00	80.00	160.00
<b>SUBTOTAL</b>				10.356.18

<b>IMPREVISTOS 2%</b>				207.12
<b>UTILIDAD 13%</b>				1.373.23
<b>TOTAL COSTOS INDIRECTOS</b>				1.580.35
<b>PRESUPUESTO + COSTO CASA LISTA</b>				<b>11.936.53</b>

## **ANALISIS DE PRECIOS**

## ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

**PROYECTO:** Evaluación y Comparación de las Propiedades Físico – Mecánicas de los Materiales Utilizados en el Sistema Prefabricado Denominado "Caja Estructural" con los Materiales Tradicionales.  
**DIRECCION TÉCNICA:** ING. FREDDY CORREA  
**ELABORADO POR:** HUGO LEONARDO RUIZ VELEZ  
**FECHA:** MARZO DEL 2016

**RUBRO:** LIMPIEZA MANUAL DEL TERRENO

**UNIDAD:** Rendimiento(Horas/Unidad

**DETALLE:**

m<sup>2</sup> 0,1020

EQUIPO					
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Herramientas manuales (5% M.O.)					0,02
<b>SUBTOTAL (M)</b>					<b>0,02</b>

MANO DE OBRA					
DESCRIPCION	CANTIDAD	ORNAL/HOR.	COSTO-HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Peón	1	3,18	3,180	0,1020	0,32
<b>SUBTOTAL (N)</b>					<b>0,32</b>

MATERIALES					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNIT.	COSTO	
<b>SUBTOTAL (O)</b>					<b> </b>

TRANSPORTE					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
<b>SUBTOTAL (P)</b>					<b> </b>

<b>Estos precios NO incluyen IVA</b>			
Loja, MAR 20 del 2016			
RESPONSABLE HUGO RUIZ VELEZ	59	<b>TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)</b> <b>INDIRECTOS Y UTILIDADES</b> <b>OTROS INDIRECTOS</b> <b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b> <b>VALOR OFERTADO</b>	     0,34    <b>0,34</b>  <b>0,34</b>



### ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

**PROYECTO:** Evaluación y Comparación de las Propiedades Físico – Mecánicas de los Materiales Utilizados en el Sistema Prefabricado Denominado "Caja Estructural" con los Materiales Tradicionales.  
**DIRECCION TÉCNICA:** ING. FREDDY CORREA  
**ELABORADO POR:** HUGO LEONARDO RUIZ VELEZ  
**FECHA:** MARZO DEL 2016

**RUBRO:** EXCAVACION A MANO SIN CLASIFICAR

**UNIDAD:** Rendimiento(Horas/Unidad)

**DETALLE:**

m<sup>3</sup> 0,7496

<b>EQUIPO</b>					
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Herramientas manuales (5% M.O.)					0,13
<b>SUBTOTAL (M)</b>					<b>0,13</b>

<b>MANO DE OBRA</b>					
DESCRIPCION	CANTIDAD	ORNAL/HOR.	COSTO-HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Peón	1	3,18	3,180	0,7496	2,38
Maestro mayor en ejecución de obras ci	0,05	3,57	0,179	0,7496	0,13
Albañil	0,05	3,22	0,161	0,7496	0,12
<b>SUBTOTAL (N)</b>					<b>2,64</b>

<b>MATERIALES</b>				
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNIT.	COSTO
<b>SUBTOTAL (O)</b>				

<b>TRANSPORTE</b>				
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
<b>SUBTOTAL (P)</b>				

Estos precios NO incluyen IVA  
Loja, MARZO del 2016

RESPONSABLE  
HUGO RUIZ VELEZ

42

<b>TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)</b>	2,77
<b>INDIRECTOS Y UTILIDADES</b>	
<b>OTROS INDIRECTOS</b>	
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>	2,77
<b>VALOR OFERTADO</b>	2,77



**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

PROYECTO: Evaluación y Comparación de las Propiedades Físico – Mecánicas de los Materiales Utilizados en el Sistema Prefabricado Denominado “Caja Estructural” con los Materiales Tradicionales.  
 DIRECCION TÉCNICA: ING. FREDDY CORREA  
 ELABORADO POR: HUGO LEONARDO RUIZ VELEZ  
 FECHA: MARZO DEL 2016

RUBRO: **C I M E N T O S D E P I E D R A** UNIDAD: **m<sup>3</sup>** Rendimiento(Horas/Unidad) **0,7117**

**DETALLE:**

<b>EQUIPO</b>					
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Herramientas manuales (5% M.O.)	1,00				0,47
Concreteira	1,00	4,0000	4,000	0,7117	2,85
<b>SUBTOTAL (M)</b>					<b>3,32</b>

<b>MANO DE OBRA</b>					
DESCRIPCION	CANTIDAD	ORNAL/HOR	COSTO-HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Peón	2	3,18	6,360	0,7117	4,53
Albañil	1	3,22	3,220	0,7117	2,29
Maestro mayor en ejecución de obras civ	0,1	3,57	0,357	0,7117	0,25
Operador de equipo liviano	1	3,22	3,220	0,7117	2,29
<b>SUBTOTAL (N)</b>					<b>9,37</b>

<b>MATERIALES</b>				
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNIT.	COSTO
Arena Gruesa	m <sup>3</sup>	0,3935	19,5000	7,67
Cemento	kg	120,0000	0,1400	16,80
Agua	Lt.	100,0000	0,0090	0,90
Piedra	m <sup>3</sup>	0,8000	19,5000	15,60
<b>SUBTOTAL (O)</b>				<b>40,97</b>

<b>TRANSPORTE</b>				
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
<b>SUBTOTAL (P)</b>				

Estos precios NO incluyen IVA  
Loja, MARZO del 2016

RESPONSABLE  
HUGO RUIZ VELEZ

<b>TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)</b>		53,65
<b>INDIRECTOS Y UTILIDADES</b>		
<b>OTROS INDIRECTOS</b>		
<b>4</b>	<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>	<b>53,65</b>
	<b>VALOR OFERTADO</b>	<b>53,65</b>







## ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

**PROYECTO:** Evaluación y Comparación de las Propiedades Físico-Mecánicas de los Materiales Utilizados en el Sistema Prefabricado Denominado "Caja Estructural" con los Materiales Tradicionales.  
**DIRECCION TÉCNICA:** ING. FREDDY CORREA  
**ELABORADO POR:** HUGO LEONARDO RUIZ VELEZ  
**FECHA:** MARZO DEL 2016

**RUBRO:** ESTRUCTURA METÁLICA

**UNIDAD:** Rendimiento(Horas/Unidad)

**DETALLE:**

**Kg.** 0,0510

EQUIPO					
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Herramientas manuales (5% M.O.)					0,03
<b>SUBTOTAL (M)</b>					<b>0,03</b>

MANO DE OBRA					
DESCRIPCION	CANTIDAD	ORNAL/HOR.	COSTO-HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Peón	2	3,18	6,360	0,0510	0,32
Fierro	1	3,22	3,220	0,0510	0,16
Maestro mayor en ejecución de obras ci	1	3,57	3,570	0,0510	0,18
<b>SUBTOTAL (N)</b>					<b>0,67</b>

MATERIALES				
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNIT.	COSTO
ESTRUCTURA METALICA GALVANIZADA PARA FACHADA PRINCIPAL	KG	1,0000	6,8400	6,84
<b>SUBTOTAL (O)</b>				<b>6,84</b>

TRANSPORTE				
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
<b>SUBTOTAL (P)</b>				<b> </b>

Estos precios NO incluyen IVA  
Loja, MARZO del 2016

TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)	7,54
INDIRECTOS Y UTILIDADES	
OTROS INDIRECTOS	
<b>66 COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>	<b>7,54</b>
<b>VALOR OFERTADO</b>	<b>7,54</b>

RESPONSABLE  
HUGO RUIZ VELEZ

**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

PROYECTO: Evaluación y Comparación de las Propiedades Físico – Mecánicas de los Materiales Utilizados en el Sistema Prefabricado Denominado “Caja Estructural” con los Materiales Tradicionales.  
 DIRECCION TÉCNICA: ING. FREDDY CORREA  
 ELABORADO POR: HUGO LEONARDO RUIZ VELEZ  
 FECHA: MARZO DEL 2016

RUBRO: **CERRADURA DE BAÑO INSTALADA**

UNIDAD: **u** Rendimiento(Horas/Unidad)

**DETALLE:**

**u** **0,2083**

<b>EQUIPO</b>					
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Herramientas manuales (5% M.O.)	1,00				0,07
<b>SUBTOTAL (M)</b>					<b>0,07</b>

<b>MANO DE OBRA</b>					
DESCRIPCION	CANTIDAD	ORNAL/HORA	COSTO-HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Carpintero	1	3,22	3,220	0,2083	0,67
Peón	1	3,18	3,180	0,2083	0,66
<b>SUBTOTAL (N)</b>					<b>1,33</b>

<b>MATERIALES</b>				
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNIT.	COSTO
Cerradura baño	u	1,0000	6,5000	6,50
<b>SUBTOTAL (O)</b>				<b>6,50</b>

<b>TRANSPORTE</b>				
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
<b>SUBTOTAL (P)</b>				<b> </b>

Estos precios NO incluyen IVA  
Loja, MARZO del 2016

<b>TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O +P)</b>	7,90
<b>INDIRECTOS Y UTILIDADES</b>	
<b>OTROS INDIRECTOS</b>	
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>	<b>7,90</b>
<b>VALOR OFERTADO</b>	<b>7,90</b>

RESPONSABLE  
HUGO RUIZ VELEZ

68

## ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

**PROYECTO:** Evaluación y Comparación de las Propiedades Físico – Mecánicas de los Materiales Utilizados en el Sistema Prefabricado Denominado "Caja Estructural" con los Materiales Tradicionales.  
**DIRECCION TÉCNICA:** ING. FREDDY CORREA  
**ELABORADO POR:** HUGO LEONARDO RUIZ VELEZ  
**FECHA:** MARZO DEL 2016

**RUBRO:** CERRADURA LLAVE -SEGURO INSTALADA

**UNIDAD:** Rendimiento(Horas/Unidad)

**DETALLE:**

u 0,4464

EQUIPO					
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Herramientas manuales (5% M.O.)	1,00				0,14
<b>SUBTOTAL (M)</b>					<b>0,14</b>

MANO DE OBRA					
DESCRIPCION	CANTIDAD	ORNAL/HOR.	COSTO -HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Peón	1	3,18	3,180	0,4464	1,42
Carpintero	1	3,22	3,220	0,4464	1,44
<b>SUBTOTAL (N)</b>					<b>2,86</b>

MATERIALES				
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNIT.	COSTO
CERRADURA LLAVE SEGURO	U	1,0000	7,5000	7,50
<b>SUBTOTAL (O)</b>				<b>7,50</b>

TRANSPORTE				
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
<b>SUBTOTAL (P)</b>				

Estos precios NO incluyen IVA  
Loja, MARZO del 2016

RESPONSABLE  
HUGO RUIZ VELEZ

67

<b>TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)</b>	<b>10,50</b>
<b>INDIRECTOS Y UTILIDADES</b>	
<b>OTROS INDIRECTOS</b>	
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>	<b>10,50</b>
<b>VALOR OFERTADO</b>	<b>10,50</b>

## ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

**PROYECTO:** Evaluación y Comparación de las Propiedades Físico – Mecánicas de los Materiales Utilizados en el Sistema Prefabricado Denominado “Caja Estructural” con los Materiales Tradicionales.  
**DIRECCION TÉCNICA:** ING. FREDDY CORREA  
**ELABORADO POR:** HUGO LEONARDO RUIZ VELEZ  
**FECHA:** MARZO DEL 2016

**RUBRO:** CERRADURA LLAVE - LLAVE INSTALADA

**UNIDAD:** Rendimiento(Horas/Unidad)

**DETALLE:**

u 1,9802

EQUIPO					
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Herramientas manuales (5% M.O.)					0,32
<b>SUBTOTAL (M)</b>					<b>0,32</b>

MANO DE OBRA					
DESCRIPCION	CANTIDAD	ORNAL/HOR.	COSTO-HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Albañil	1	3,22	3,220	1,9802	6,38
<b>SUBTOTAL (N)</b>					<b>6,38</b>

MATERIALES					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNIT.	COSTO	
CERRADURA DE POMO	U	1,0000	24,6600	24,66	
<b>SUBTOTAL (O)</b>					<b>24,66</b>

TRANSPORTE					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
<b>SUBTOTAL (P)</b>					<b> </b>

Estos precios NO incluyen IVA  
Loja, MARZO del 2016

RESPONSABLE  
HUGO RUIZ VELEZ

69

<b>TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)</b>	<b>31,36</b>
<b>INDIRECTOS Y UTILIDADES</b>	
<b>OTROS INDIRECTOS</b>	
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>	<b>31,36</b>
<b>VALOR OFERTADO</b>	<b>31,36</b>

### ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO: Evaluación y Comparación de las Propiedades Físico – Mecánicas de los Materiales Utilizados en el Sistema Prefabricado Denominado “Caja Estructural” con los Materiales Tradicionales.  
 DIRECCION TÉCNICA: ING. FREDDY CORREA  
 ELABORADO POR: HUGO LEONARDO RUIZ VELEZ  
 FECHA: MARZO DEL 2016

**RUBRO:** CONTRAPISO e=6cm HS=180 kg/cm<sup>2</sup> + impermeabil+pedra **UNIDAD:** Rendimiento(Horas/Unidad)

**DETALLE:** Incluye cama de material petreo (grava) **m<sup>2</sup>** **0,2976**

<b>EQUIPO</b>					
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Herramientas manuales (5% M.O.)					0,24
Compactador manual	1,00	2,5000	2,500	0,2976	0,74
Concreteira	0,10	4,0000	0,400	0,2976	0,12
<b>SUBTOTAL (M)</b>					<b>1,10</b>

<b>MANO DE OBRA</b>					
DESCRIPCION	CANTIDAD	ORNAL/HOR	COSTO-HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Maestro mayor en ejecución de obras ci	0,05	3,57	0,179	0,2976	0,05
Albañil	1	3,22	3,220	0,2976	0,96
Peón	3	3,18	9,540	0,2976	2,84
Operador de equipo liviano	1	3,22	3,220	0,2976	0,96
<b>SUBTOTAL (N)</b>					<b>4,81</b>

<b>MATERIALES</b>				
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNIT.	COSTO
Cemento	kg	21,0000	0,1400	2,94
Arena Gruesa	m <sup>3</sup>	0,0955	19,5000	1,86
Grava	m <sup>3</sup>	0,0580	19,5000	1,13
Aqua	Lt.	13,0000	0,0090	0,12
<b>SUBTOTAL (O)</b>				<b>6,05</b>

<b>TRANSPORTE</b>				
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
<b>SUBTOTAL (P)</b>				

Estos precios NO incluyen IVA  
Loja, MAR 20 del 2016

RESPONSABLE  
HUGO RUIZ VELEZ

<b>TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)</b>	11,96
<b>INDIRECTOS Y UTILIDADES</b>	
<b>OTROS INDIRECTOS</b>	
<b>6 COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>	<b>11,96</b>
<b>VALOR OFERTADO</b>	<b>11,96</b>





### ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO: Evaluación y Comparación de las Propiedades Físico – Mecánicas de los Materiales Utilizados en el Sistema Prefabricado Denominado “Caja Estructural” con los Materiales Tradicionales.  
 DIRECCION TÉCNICA: ING. FREDDY CORREA  
 ELABORADO POR: HUGO LEONARDO RUIZ VELEZ  
 FECHA: MARZO DEL 2016

RUBRO: **INODOROS TANQUE BAJO Cacique blanco** UNIDAD: **U** Rendimiento(Horas/Unidad) **1,5420**

DETALLE:

EQUIPO					
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Herramientas manuales (5% M.O.)					0,39
<b>SUBTOTAL (M)</b>					<b>0,39</b>

MANO DE OBRA					
DESCRIPCION	CANTIDAD	ORNAL/HOR	COSTO-HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Peón	0,5	3,18	1,590	1,5420	2,45
Plomero	1	3,22	3,220	1,5420	4,97
Maestro mayor en ejecución de obras ci	0,05	3,57	0,179	1,5420	0,28
<b>SUBTOTAL (N)</b>					<b>7,69</b>

MATERIALES					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNIT.	COSTO	
INODOROS TANQUE BAJO (Inc. Accesorios de descarga y anillo de cera)	U	1,0000	46,0000	46,00	
Arena fina	m <sup>3</sup>	0,0405	20,0000	0,81	
Teflon	rollo	0,2000	0,6000	0,12	
Cemento	kg	0,5000	0,1400	0,07	
Manguera de abasto	u	1,0000	2,3800	2,38	
Llave angular de inodoro FV.	u	1,0000	5,6400	5,64	
Silicón	kg	0,0200	0,7500	0,02	
Permatex	onz	0,0200	0,4000	0,01	
<b>SUBTOTAL (O)</b>					<b>55,04</b>

TRANSPORTE				
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
<b>SUBTOTAL (P)</b>				

Estos precios NO incluyen IVA  
Loja, MAR 20 del 2016

TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)	63,12
INDIRECTOS Y UTILIDADES	
OTROS INDIRECTOS	
<b>27 COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>	<b>63,12</b>
<b>VALOR OFERTADO</b>	<b>63,12</b>

RESPONSABLE  
HUGO RUIZ VELEZ



## ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

**PROYECTO:** Evaluación y Comparación de las Propiedades Físico- Mecánicas de los Materiales Utilizados en el Sistema Prefabricado Denominado "Caja Estructural" con los Materiales Tradicionales.  
**DIRECCION TÉCNICA:** ING. FREDDY CORREA  
**ELABORADO POR:** HUGO LEONARDO RUIZ VELEZ  
**FECHA:** MARZO DEL 2016

**RUBRO:** MESON DE COCINA DE H. ARMADO

**UNIDAD:** Rendimiento(Horas/Unidad)

**DETALLE:**

ml 0,1190

EQUIPO					
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Herramientas manuales (5% M.O.)					0,04
<b>SUBTOTAL (M)</b>					<b>0,04</b>

MANO DE OBRA					
DESCRIPCION	CANTIDAD	ORNAL/HORA	COSTO-HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Peón	1	3,18	3,180	0,1190	0,38
Plomero	1	3,22	3,220	0,1190	0,38
Maestro mayor en ejecución de obras ci	0,05	3,57	0,179	0,1190	0,02
<b>SUBTOTAL (N)</b>					<b>0,78</b>

MATERIALES					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNIT.	COSTO	
Arena Gruesa	m³	0,0290	19,5000	0,57	
Cemento	kg	10,0000	0,1400	1,40	
Aqua	Lt.	5,0000	0,0090	0,05	
Grava	m³	0,0350	19,5000	0,68	
Hierro	kg	3,9200	1,8300	7,17	
Encofrado (Tabla, listón, puntal)	Global	0,1000	15,0000	1,50	
Arena fina	m³	0,2000	20,0000	4,00	
Clavos	Kg	0,1000	7,0000	0,70	
Alambre de amarre	kg	0,2500	1,3800	0,35	
<b>SUBTOTAL (O)</b>					<b>16,41</b>

TRANSPORTE				
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
<b>SUBTOTAL (P)</b>				

Estos precios NO incluyen IVA  
Loja, MARZO del 2016

RESPONSABLE  
HUGO RUIZ VELEZ

32

<b>TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)</b>	17,24
<b>INDIRECTOS Y UTILIDADES</b>	
<b>OTROS INDIRECTOS</b>	
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>	17,24
<b>VALOR OFERTADO</b>	17,24

**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

PROYECTO: Evaluación y Comparación de las Propiedades Físico – Mecánicas de los Materiales Utilizados en el Sistema Prefabricado Denominado "Caja Estructural" con los Materiales Tradicionales.  
 DIRECCION TÉCNICA: ING. FREDDY CORREA  
 ELABORADO POR: HUGO LEONARDO RUIZ VELEZ  
 FECHA: MARZO DEL 2016

RUBRO: LAVAPLATOS ACERO INOXIDABLE 1P/E + MEZCLADORA

UNIDAD: Rendimiento(Horas/Unidad)

DETALLE: U 2,3866

<b>EQUIPO</b>					
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Herramientas manuales (5% M.O.)					0,38
<b>SUBTOTAL (M)</b>					<b>0,38</b>

<b>MANO DE OBRA</b>					
DESCRIPCION	CANTIDAD	ORNAL/HOR	COSTO-HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Plomero	1	3,22	3,220	2,3866	7,69
<b>SUBTOTAL (N)</b>					<b>7,69</b>

<b>MATERIALES</b>					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNIT.	COSTO	
Lavaplatos acero inoxidable, griferia, sifon y abasto	u	1,0000	68,5000	68,50	
<b>SUBTOTAL (O)</b>				<b>68,50</b>	

<b>TRANSPORTE</b>				
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
<b>SUBTOTAL (P)</b>				

Estos precios NO incluyen IVA  
Loja, MARZO del 2016

TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)	76,57
INDIRECTOS Y UTILIDADES	
OTROS INDIRECTOS	
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>	<b>76,57</b>
<b>VALOR OFERTADO</b>	<b>76,57</b>

RESPONSABLE  
HUGO RUIZ VELEZ

29

## ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO:

Evaluación y Comparación de las Propiedades Físico – Mecánicas de los Materiales Utilizados en el Sistema Prefabricado Denominado "Caja Estructural" con los Materiales Tradicionales.

DIRECCION TÉCNICA:  
ELABORADO POR:  
FECHA:

ING. FREDDY CORREA  
HUGO LEONARDO RUIZ VELEZ  
MARZO DEL 2016

RUBRO: REJILLA DE PISOS DE ALUMINIO 75 mm

UNIDAD: Rendimiento(Horas/Unidad)

DETALLE:

U 0,4032

EQUIPO					
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Herramientas manuales (5% M.O.)					0,13
<b>SUBTOTAL (M)</b>					<b>0,13</b>

MANO DE OBRA					
DESCRIPCION	CANTIDAD	ORNAL/HOR	COSTO-HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Peón	1	3,18	3,180	0,4032	1,28
Plomero	1	3,22	3,220	0,4032	1,30
<b>SUBTOTAL (N)</b>					<b>2,58</b>

MATERIALES					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNIT.	COSTO	
REJILLA DE PISOS DE ALUMINIO 75 mm	U	1,0000			
<b>SUBTOTAL (O)</b>					

TRANSPORTE					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
<b>SUBTOTAL (P)</b>					

Estos precios NO incluyen IVA  
Loja, MARZO del 2016

<b>TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)</b>	2,71
<b>INDIRECTOS Y UTILIDADES</b>	
<b>OTROS INDIRECTOS</b>	
<b>70 COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>	<b>2,71</b>
<b>VALOR OFERTADO</b>	<b>2,71</b>

RESPONSABLE  
HUGO RUIZ VELEZ

## ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO: Evaluación y Comparación de las Propiedades Físico-Mecánicas de los Materiales Utilizados en el Sistema Prefabricado Denominado "Caja Estructural" con los Materiales Tradicionales.  
 DIRECCION TÉCNICA: ING. FREDDY CORREA  
 ELABORADO POR: HUGO LEONARDO RUIZ VELEZ  
 FECHA: MARZO DEL 2016

RUBRO: VIDRIO CLARO FLOTADO 4 mm.

UNIDAD: Rendimiento(Horas/Unidad)

DETALLE:

m<sup>2</sup> 0.2857

EQUIPO					
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Herramientas manuales (5% M.O.)					0,05
<b>SUBTOTAL (M)</b>					<b>0,05</b>

MANO DE OBRA					
DESCRIPCION	CANTIDAD	ORNAL/HOR.	COSTO-HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Peón	1	3,18	3,180	0,2857	0,91
<b>SUBTOTAL (N)</b>					<b>0,91</b>

MATERIALES					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNIT.	COSTO	
Vidrio 4mm	m2	1,0000	7,8000	7,80	
Silicon	kg	1,0000	0,7500	0,75	
<b>SUBTOTAL (O)</b>					<b>8,55</b>

TRANSPORTE				
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
<b>SUBTOTAL (P)</b>				

Estos precios NO incluyen IVA  
Loja, MARZO del 2016

RESPONSABLE  
HUGO RUIZ VELEZ

22

TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)	9,50
INDIRECTOS Y UTILIDADES	
OTROS INDIRECTOS	
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>	<b>9,50</b>
<b>VALOR OFERTADO</b>	<b>9,50</b>

## ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO: Evaluación y Comparación de las Propiedades Físico – Mecánicas de los Materiales Utilizados en el Sistema Prefabricado Denominado "Caja Estructural" con los Materiales Tradicionales.  
 DIRECCION TÉCNICA: ING. FREDDY CORREA  
 ELABORADO POR: HUGO LEONARDO RUIZ VELEZ  
 FECHA: MARZO DEL 2016

RUBRO: **ACOMETIDA PRINCIPAL ELECTRICA**

UNIDAD: **Rendimiento(Horas/Unidad)**

DETALLE: Para 120 voltios

**U** 0,0772

<b>EQUIPO</b>					
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Herramientas manuales(5% M.O.)					0,03
<b>SUBTOTAL (M)</b>					<b>0,03</b>

<b>MANO DE OBRA</b>					
DESCRIPCION	CANTIDAD	ORNAL/HOR	COSTO-HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Peón	1	3,18	3,180	0,0772	0,25
Electricista	1	3,22	3,220	0,0772	0,25
Supervisor eléctrico general	0,01	3,57	0,036	0,0772	0,00
<b>SUBTOTAL (N)</b>					<b>0,50</b>

<b>MATERIALES</b>					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNIT.	COSTO	
TUBERIA PVC PESADA DE 3/4"	m	3,0000	1,2500	3,75	
Alambre # 10 THHN	ml	8,0000	0,5100	4,08	
<b>SUBTOTAL (O)</b>					<b>7,83</b>

<b>TRANSPORTE</b>					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
<b>SUBTOTAL (P)</b>					

Estos precios NO incluyen IVA  
Loja, MARZO del 2016

RESPONSABLE  
HUGO RUIZ VELEZ

55

TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)	8,35
INDIRECTOS Y UTILIDADES	
OTROS INDIRECTOS	
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>	<b>8,35</b>
<b>VALOR OFERTADO</b>	<b>8,35</b>







### ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO: Evaluación y Comparación de las Propiedades Físico – Mecánicas de los Materiales Utilizados en el Sistema Prefabricado Denominado "Caja Estructural" con los Materiales Tradicionales.  
 DIRECCION TÉCNICA: ING. FREDDY CORREA  
 ELABORADO POR: HUGO LEONARDO RUIZ VELEZ  
 FECHA: MARZO DEL 2016

**RUBRO:** ACCESORIO DE BAÑO **UNIDAD:** u Rendimiento(Horas/U nidad) 6,0731  
**DETALLE:**

EQUIPO					
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Herramientas manuales (5% M.O.)	1,00				0,97
<b>SUBTOTAL (M)</b>					<b>0,97</b>

MANO DE OBRA					
DESCRIPCION	CANTIDAD	ORNAL/HOR	COSTO-HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Peón	1	3,18	3,180	6,0731	19,31
<b>SUBTOTAL (N)</b>					<b>19,31</b>

MATERIALES					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNIT.	COSTO	
Accesorios de baño	u	1,0000	10,0000	10,00	
<b>SUBTOTAL (O)</b>					<b>10,00</b>

TRANSPORTE					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
<b>SUBTOTAL (P)</b>					

Estos precios NO incluyen IVA  
Loja, MARZO del 2016

RESPONSABLE  
HUGO RUIZ VELEZ

72

TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)	30,28
INDIRECTOS Y UTILIDADES	
OTROS INDIRECTOS	
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>	<b>30,28</b>
<b>VALOR OFERTADO</b>	<b>30,28</b>

## ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

**PROYECTO:** Evaluación y Comparación de las Propiedades Físico – Mecánicas de los Materiales Utilizados en el Sistema Prefabricado Denominado "Caja Estructural" con los Materiales Tradicionales.  
**DIRECCION TÉCNICA:** ING. FREDDY CORREA  
**ELABORADO POR:** HUGO LEONARDO RUIZ VELEZ  
**FECHA:** MARZO DEL 2016

**RUBRO:** BORDILLO TINA DE BAÑO

**UNIDAD:** Rendimiento(Horas/Unidad)

**DETALLE:** bordillo revestido

m l 2,9895

EQUIPO					
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Herramientas manuales (5% M.O.)					0,96
<b>SUBTOTAL (M)</b>					<b>0,96</b>

MANO DE OBRA					
DESCRIPCION	CANTIDAD	ORNAL/HOR	COSTO-HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Peón	1	3,18	3,180	2,9895	9,51
Albañil	1	3,22	3,220	2,9895	9,63
<b>SUBTOTAL (N)</b>					<b>19,13</b>

MATERIALES					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNIT.	COSTO	
Ladrillo 28.5x14x8.5	u	3,0000	0,1900	0,57	
Arena fina	m <sup>3</sup>	0,0460	20,0000	0,92	
Cemento	kg	3,0000	0,1400	0,42	
Agua	Lt.	10,0000	0,0090	0,09	
<b>SUBTOTAL (O)</b>					<b>2,00</b>

TRANSPORTE				
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
<b>SUBTOTAL (P)</b>				<b> </b>

Estos precios NO incluyen IVA  
Loja, MARZO del 2016

RESPONSABLE  
HUGO RUIZ VELEZ

31

TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)	22,09
INDIRECTOS Y UTILIDADES	
OTROS INDIRECTOS	
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>	<b>22,09</b>
<b>VALOR OFERTADO</b>	<b>22,09</b>

## ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO: Evaluación y Comparación de las Propiedades Físico – Mecánicas de los Materiales Utilizados en el Sistema Prefabricado Denominado "Caja Estructural" con los Materiales Tradicionales.  
 DIRECCION TÉCNICA: ING. FREDDY CORREA  
 ELABORADO POR: HUGO LEONARDO RUIZ VELEZ  
 FECHA: MARZO DEL 2016

**RUBRO:** LLAVE DE PASO (CORTADORA ) Mc. RED WHITE H.G. D=1/2" **UNIDAD:** Rendimiento(Horas/Unidad)

**DETALLE:** **U** 1,1792

EQUIPO					
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Herramientas manuales (5% M.O.)					0,38
<b>SUBTOTAL (M)</b>					<b>0,38</b>

MANO DE OBRA					
DESCRIPCION	CANTIDAD	ORNAL/HOR	COSTO-HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Peón	1	3,18	3,180	1,1792	3,75
Plomero	1	3,22	3,220	1,1792	3,80
<b>SUBTOTAL (N)</b>					<b>7,55</b>

MATERIALES					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNIT.	COSTO	
LLAVE DE PASO (CORTADORA ) Mc. RED WHITE H.G. D=1/2"	u	1,0000	5,7500	5,75	
<b>SUBTOTAL (O)</b>					<b>5,75</b>

TRANSPORTE					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
<b>SUBTOTAL (P)</b>					

Estos precios NO incluyen IVA  
 Loja, MAR 20 del 2016

RESPONSABLE  
 HUGO RUIZ VELEZ

73

TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)	13,67
INDIRECTOS Y UTILIDADES	
OTROS INDIRECTOS	
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>	<b>13,67</b>
<b>VALOR OFERTADO</b>	<b>13,67</b>



## ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

**PROYECTO:** Evaluación y Comparación de las Propiedades Físico – Mecánicas de los Materiales Utilizados en el Sistema Prefabricado Denominado “Caja Estructural” con los Materiales Tradicionales.  
**DIRECCION TÉCNICA:** ING. FREDDY CORREA  
**ELABORADO POR:** HUGO LEONARDO RUIZ VELEZ  
**FECHA:** MARZO DEL 2016

**RUBRO:** TUBERIA PVC-S E/C DESAGUE 50mm

**UNIDAD:** Rendimiento(Horas/Unidad)

**DETALLE:**

**M** 0,0000

EQUIPO					
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Herramientas manuales(5% M.O.)					
<b>SUBTOTAL (M)</b>					

MANO DE OBRA					
DESCRIPCION	CANTIDAD	ORNAL/HOR	COSTO-HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Peón	1	3,18	3,180	0,0000	
Plomero	1	3,22	3,220	0,0000	
<b>SUBTOTAL (N)</b>					

MATERIALES					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNIT.	COSTO	
TUBERIA PVC-S E/C DESAGUE 50mm	M	1,0000	1,2700		1,27
Polipega	lt.	0,0100	35,5000		0,36
Polilimpia	gln	0,0100	17,8800		0,18
<b>SUBTOTAL (O)</b>					<b>1,80</b>

TRANSPORTE				
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
<b>SUBTOTAL (P)</b>				

Estos precios NO incluyen IVA  
Loja, MAR 20 del 2016

TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)	1,80
INDIRECTOS Y UTILIDADES	
OTROS INDIRECTOS	
<b>76 COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>	<b>1,80</b>
<b>VALOR OFERTADO</b>	<b>1,80</b>

RESPONSABLE  
HUGO RUIZ VELEZ

**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

PROYECTO: Evaluación y Comparación de las Propiedades Físico – Mecánicas de los Materiales Utilizados en el Sistema Prefabricado Denominado "Caja Estructural" con los Materiales Tradicionales  
 DIRECCION TÉCNICA: ING. FREDDY CORREA  
 ELABORADO POR: HUGO LEONARDO RUIZ VELEZ  
 FECHA: MARZO DEL 2016

RUBRO: **TUBERÍA PVC PR DE 1/2"** UNIDAD: **ML** Rendimiento(Horas/Unidad) **0,3012**

DETALLE: **ML** **0,3012**

<b>EQUIPO</b>					
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Herramientas manuales (5% M.O.)					0,10
<b>SUBTOTAL (M)</b>					<b>0,10</b>

<b>MANO DE OBRA</b>					
DESCRIPCION	CANTIDAD	ORNAL/HORA	COSTO-HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Peón	1	3,18	3,180	0,3012	0,96
Plomero	1	3,22	3,220	0,3012	0,97
<b>SUBTOTAL (N)</b>					<b>1,93</b>

<b>MATERIALES</b>				
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNIT.	COSTO
TUBERÍA PVC PR DE 1/2"	m	1,0100	0,9333	0,94
CINTA TEFLÓN	Rollo	0,3000	0,3000	0,09
Permatex	onz	0,0050	0,4000	0,00
<b>SUBTOTAL (O)</b>				<b>1,04</b>

<b>TRANSPORTE</b>				
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
<b>SUBTOTAL (P)</b>				<b></b>

Estos precios NO incluyen IVA  
Loja, MARZO del 2016

<b>TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)</b>	3,06
<b>INDIRECTOS Y UTILIDADES</b>	
<b>OTROS INDIRECTOS</b>	
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>	<b>3,06</b>
<b>VALOR OFERTADO</b>	<b>3,06</b>

RESPONSABLE **78**  
HUGO RUIZ VELEZ



**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

PROYECTO: Evaluación y Comparación de las Propiedades Físico-Mecánicas de los Materiales Utilizados en el Sistema Prefabricado Denominado "Caja Estructural" con los Materiales Tradicionales.  
 DIRECCION TÉCNICA: ING. FREDDY CORREA  
 ELABORADO POR: HUGO LEONARDO RUIZ VELEZ  
 FECHA: MARZO DEL 2016

RUBRO: **TOMACORRIENTE 110 V**

UNIDAD: Rendimiento(Horas/Unidad)

DETALLE: polarizado y empotrado

pto 0,0007

<b>EQUIPO</b>					
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Herramientas manuales (5% M.O.)					
AMOLADOR	1,00	1,0000	1,000	0,0007	0,00
<b>SUBTOTAL (M)</b>					<b>0,00</b>

<b>MANO DE OBRA</b>					
DESCRIPCION	CANTIDAD	ORNAL/HOR.	COSTO-HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Peón	0,5	3,18	1,590	0,0007	0,00
Electricista	0,5	3,22	1,610	0,0007	0,00
<b>SUBTOTAL (N)</b>					<b>0,00</b>

<b>MATERIALES</b>					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNIT.	COSTO	
Manguera de polietileno 1/2"	ml	5,2500	0,3000	1,58	
Alambre # 12 solido TW AWG	ml	9,0000	0,3800	3,42	
Cajetín rectangular	u	1,0100	0,4000	0,40	
Tomacorriente doble polarizado + placa	u	1,0000	2,9700	2,97	
Cinta aislante	u	0,0800	0,1000	0,01	
Alambre galvanizado # 18	Kg	0,0100	1,5000	0,02	
Alambre # 10 THHN	ml	5,0000	0,5100	2,55	
<b>SUBTOTAL (O)</b>				<b>10,94</b>	

<b>TRANSPORTE</b>				
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
<b>SUBTOTAL (P)</b>				<b> </b>

Estos precios NO incluyen IVA  
Loja, MARZO del 2016

RESPONSABLE  
HUGO RUIZ VELEZ

15

TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)	10,95
INDIRECTOS Y UTILIDADES	
OTROS INDIRECTOS	
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>	<b>10,95</b>
<b>VALOR OFERTADO</b>	<b>10,95</b>



### ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO: Evaluación y Comparación de las Propiedades Físico – Mecánicas de los Materiales Utilizados en el Sistema Prefabricado Denominado “Caja Estructural” con los Materiales Tradicionales.  
 DIRECCION TÉCNICA: ING. FREDDY CORREA  
 ELABORADO POR: HUGO LEONARDO RUIZ VELEZ  
 FECHA: MARZO DEL 2016

RUBRO: LLAVE DE PICO 1/2 UNIDAD: Rendimiento(Horas/Unidad)  
 DETALLE: Instalada u 0,1905

EQUIPO					
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Herramientas manuales (5% M.O.)	1,00				0,06
<b>SUBTOTAL (M)</b>					<b>0,06</b>

MANO DE OBRA					
DESCRIPCION	CANTIDAD	ORNAL/HOR.	COSTO-HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Plomero	1	3,22	3,220	0,1905	0,61
Peón	1	3,18	3,180	0,1905	0,61
<b>SUBTOTAL (N)</b>					<b>1,22</b>

MATERIALES					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNIT.	COSTO	
LLAVE DE Pico 1/2"	u	1,0000	3,6600		3,66
Teflon	rollo	0,5000	0,6000		0,30
<b>SUBTOTAL (O)</b>					<b>3,96</b>

TRANSPORTE					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
<b>SUBTOTAL (P)</b>					

Estos precios NO incluyen IVA  
Loja, MARZO del 2016

RESPONSABLE  
HUGO RUIZ VELEZ

<b>80</b>	<b>TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)</b>	5,24
	<b>INDIRECTOS Y UTILIDADES</b>	
	<b>OTROS INDIRECTOS</b>	
	<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>	5,24
	<b>VALOR OFERTADO</b>	5,24

## ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO: Evaluación y Comparación de las Propiedades Físico-Mecánicas de los Materiales Utilizados en el Sistema Prefabricado Denominado "Caja Estructural" con los Materiales Tradicionales.  
 DIRECCION TÉCNICA: ING. FREDDY CORREA  
 ELABORADO POR: HUGO LEONARDO RUIZ VELEZ  
 FECHA: MARZO DEL 2016

**RUBRO: PINTURA SOBRE ETERNIT** **UNIDAD:** Rendimiento(Horas/Unidad)

**DETALLE:** **m<sup>2</sup>** 0,2632

EQUIPO					
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Herramientas manuales (5% M.O.)					0,08
<b>SUBTOTAL (M)</b>					<b>0,08</b>

MANO DE OBRA					
DESCRIPCION	CANTIDAD	ORNAL/HOR.	COSTO-HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Peón	1	3,18	3,180	0,2632	0,84
Pintor	1	3,22	3,220	0,2632	0,85
<b>SUBTOTAL (N)</b>					<b>1,68</b>

MATERIALES				
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNIT.	COSTO
Pintura para cubierta	G.L.N.	0,0500	12,8500	0,64
<b>SUBTOTAL (O)</b>				<b>0,64</b>

TRANSPORTE				
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
<b>SUBTOTAL (P)</b>				

Estos precios NO incluyen IVA  
 Loja, MAR 20 del 2016

RESPONSABLE  
 HUGO RUIZ VELEZ

**81**

TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)	2,41
INDIRECTOS Y UTILIDADES	
OTROS INDIRECTOS	
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>	<b>2,41</b>
<b>VALOR OFERTADO</b>	<b>2,41</b>

## ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

**PROYECTO:** Evaluación y Comparación de las Propiedades Físico – Mecánicas de los Materiales Utilizados en el Sistema Prefabricado Denominado "Caja Estructural" con los Materiales Tradicionales.  
**DIRECCION TÉCNICA:** ING. FREDDY CORREA  
**ELABORADO POR:** HUGO LEONARDO RUIZ VELEZ  
**FECHA:** MARZO DEL 2016

**RUBRO:** EMPASTADO DE PAREDES CON CARBONATO DE CALCIO

**UNIDAD:** Rendimiento(Horas/Unidad)

**DETALLE:** m<sup>2</sup> 0,1408

<b>EQUIPO</b>					
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Herramientas manuales (5% M.O.)					0,02
Andamios	1,00	0,1000	0,100	0,1408	0,01
<b>SUBTOTAL (M)</b>					<b>0,04</b>

<b>MANO DE OBRA</b>					
DESCRIPCION	CANTIDAD	ORNAL/HOR	COSTO-HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Enlucidor	1	3,22	3,220	0,1408	0,45
Maestro mayor en ejecución de obras ci	0,06	3,57	0,214	0,1408	0,03
<b>SUBTOTAL (N)</b>					<b>0,48</b>

<b>MATERIALES</b>					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNIT.	COSTO	
Empaste para exteriores	Kg	2,5000	0,9200	2,30	
Agua	Lt.	0,0100	0,0090	0,0090	
Lija	hoja	0,1000	0,2500	0,03	
<b>SUBTOTAL (O)</b>					<b>2,33</b>

<b>TRANSPORTE</b>					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
<b>SUBTOTAL (P)</b>					<b> </b>

<b>Estos precios NO incluyen IVA</b>		<b>TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)</b>	2,85
Loja, MARZO del 2016		<b>INDIRECTOS Y UTILIDADES</b>	
		<b>OTROS INDIRECTOS</b>	
RESPONSABLE	<b>34</b>	<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>	2,85
HUGO RUIZ VELEZ		<b>VALOR OFERTADO</b>	2,85

## ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

PROYECTO: Evaluación y Comparación de las Propiedades Físico – Mecánicas de los Materiales Utilizados en el Sistema Prefabricado Denominado "Caja Estructural" con los Materiales Tradicionales.  
 DIRECCION TÉCNICA: ING. FREDDY CORREA  
 ELABORADO POR: HUGO LEONARDO RUIZ VELEZ  
 FECHA: MARZO DEL 2016

RUBRO: PINTURA EN PAREDES (UNILATEX)

UNIDAD: Rendimiento(Horas/Unidad)

DETALLE:

m<sup>2</sup> 0,1754

<b>EQUIPO</b>					
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Herramientas manuales (5% M.O.)					0,06
Andamios	1,00	0,1000	0,100	0,1754	0,02
<b>SUBTOTAL (M)</b>					<b>0,08</b>

<b>MANO DE OBRA</b>					
DESCRIPCION	CANTIDAD	ORNAL/HOR	COSTO-HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Peón	1	3,18	3,180	0,1754	0,56
Pintor	1	3,22	3,220	0,1754	0,57
Maestro mayor en ejecución de obras cit	0,05	3,57	0,179	0,1754	0,03
<b>SUBTOTAL (N)</b>					<b>1,15</b>

<b>MATERIALES</b>				
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNIT.	COSTO
Pintura de caucho	gl	0,0500	8,5000	0,43
Lija	hoja	0,0100	0,2500	0,00
Brocha 4"	u	0,0500	13,5600	0,68
<b>SUBTOTAL (O)</b>				<b>1,11</b>

<b>TRANSPORTE</b>				
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
<b>SUBTOTAL (P)</b>				

Estos precios NO incluyen IVA  
 Loja, MARZO del 2016

RESPONSABLE  
 HUGO RUIZ VELEZ

35

TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)	2,34
INDIRECTOS Y UTILIDADES	
OTROS INDIRECTOS	
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>	<b>2,34</b>
<b>VALOR OFERTADO</b>	<b>2,34</b>

## ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

**PROYECTO:** Evaluación y Comparación de las Propiedades Físico – Mecánicas de los Materiales Utilizados en el Sistema Prefabricado Denominado "Caja Estructural" con los Materiales Tradicionales.  
**DIRECCION TÉCNICA:** ING. FREDDY CORREA  
**ELABORADO POR:** HUGO LEONARDO RUIZ VELEZ  
**FECHA:** MARZO DEL 2016

**RUBRO:** ESTUCADO DE VENTANAS

**UNIDAD:** Rendimiento(Horas/Unidad)

**DETALLE:**

ML 0,2000

EQUIPO					
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Herramientas manuales (5% M.O.)					0,03
Andamios	1,00	0,1000	0,100	0,2000	0,02
<b>SUBTOTAL (M)</b>					<b>0,05</b>

MANO DE OBRA					
DESCRIPCION	CANTIDAD	ORNAL/HOR	COSTO-HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Enlucidor	1	3,22	3,220	0,2000	0,64
<b>SUBTOTAL (N)</b>					<b>0,64</b>

MATERIALES				
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNIT.	COSTO
Empaste para exteriores	Kg	2,5000	0,9200	2,30
<b>SUBTOTAL (O)</b>				<b>2,30</b>

TRANSPORTE				
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
<b>SUBTOTAL (P)</b>				

Estos precios NO incluyen IVA  
Loja, MAR 20 del 2016

RESPONSABLE  
HUGO RUIZ VELEZ

82

TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)	3,00
INDIRECTOS Y UTILIDADES	
OTROS INDIRECTOS	
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>	<b>3,00</b>
<b>VALOR OFERTADO</b>	<b>3,00</b>







**ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

PROYECTO:

Evaluación y Comparación de las Propiedades Físico – Mecánicas de los Materiales Utilizados en el Sistema Prefabricado Denominado “Caja Estructural” con los Materiales Tradicionales.  
ING. FREDDY CORREA  
HUGO LEONARDO RUIZ VELEZ  
MARZO DEL 2016

DIRECCION TÉCNICA:  
ELABORADO POR:  
FECHA:

RUBRO:            **BAJANTE DE AGUA LLUVIAS PVC 75 mm**

UNIDAD:            Rendimiento(Horas/Unidad)

DETALLE:

ML                            0,1020

<b>EQUIPO</b>					
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Herramientas manuales (5% M.O.)	1,00				0,01
<b>SUBTOTAL (M)</b>					<b>0,01</b>

<b>MANO DE OBRA</b>					
DESCRIPCION	CANTIDAD	ORNAL/HOR.	COSTO-HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Peón	0,5	3,18	1,590	0,1020	0,16
<b>SUBTOTAL (N)</b>					<b>0,16</b>

<b>MATERIALES</b>					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNIT.	COSTO	
Tubo PVC 3"	m	1,0000	2,7300	2,73	
Polipega	lt.	0,0081	35,5000	0,29	
CODO PVC 75MM X 90	U	0,0100	0,9700	0,01	
<b>SUBTOTAL (O)</b>					<b>3,03</b>

<b>TRANSPORTE</b>					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
<b>SUBTOTAL (P)</b>					<b> </b>

<b>Estos precios NO incluyen IVA</b> Loja, MARZO del 2016	<b>TOTAL COSTOS DIRECTOS (M+N+O+P)</b>			<b>3,20</b>
	<b>INDIRECTOS Y UTILIDADES</b>			<b> </b>
	<b>OTROS INDIRECTOS</b>			<b> </b>
	<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>			<b>3,20</b>
	<b>VALOR OFERTADO</b>			<b>3,20</b>

RESPONSABLE  
HUGO RUIZ VELEZ

65







## **ANEXO 2**

### **CALCULO PARA DISEÑO DE PANELES Y ESTRUCTURA DE MADERA**

**DATOS Y RESULTADOS DEL PROGRAMA AVWIN (Resultados para diseños de estructura de madera).**

V I G A S   y   C O L U M N A S

viga	NJ	NK	Descripción	Sección	Material
1	201	207	Columna 4 (L=2.77)	Columna 4x14	Madera
2	207	215	Columna 4 (L=2.77)	Columna 4x14	Madera
3	215	221	Columna 4 (L=2.77)	Columna 4x14	Madera
4	221	226	Columna 4 (L=2.77)	Columna 4x14	Madera
5	226	231	Columna 4 (L=2.77)	Columna 4x14	Madera
6	202	208	Columna 6 (L=3.26)	Columna 4x14	Madera
7	208	216	Columna 6 (L=3.26)	Columna 4x14	Madera
8	216	232	Columna 6 (L=3.26)	Columna 4x14	Madera
9	232	235	Columna 6 (L=3.26)	Columna 4x14	Madera
10	203	209	Columna 6 (L=3.26)	Columna 4x14	Madera
11	209	217	Columna 6 (L=3.26)	Columna 4x14	Madera
12	217	234	Columna 6 (L=3.26)	Columna 4x14	Madera
13	234	236	Columna 6 (L=3.26)	Columna 4x14	Madera
14	205	211	Columna 2 (L=2.29)	Columna 4x14	Madera
15	211	219	Columna 2 (L=2.29)	Columna 4x14	Madera
16	219	224	Columna 2 (L=2.29)	Columna 4x14	Madera
17	51	245	Columna 4 (L=2.77)	Columna 4x14	Madera
18	56	254	Columna 4 (L=2.77)	Columna 4x14	Madera
19	59	259	Columna 4 (L=2.77)	Columna 4x14	Madera
20	245	56	Columna 4 (L=2.77)	Columna 4x14	Madera
21	254	259	Columna 4 (L=2.77)	Columna 4x14	Madera
22	241	246	Columna 6 (L=3.26)	Columna 4x14	Madera
23	246	250	Columna 6 (L=3.26)	Columna 4x14	Madera
24	250	263	Columna 6 (L=3.26)	Columna 4x14	Madera
25	263	266	Columna 6 (L=3.26)	Columna 4x14	Madera
26	242	247	Columna 6 (L=3.26)	Columna 4x14	Madera
27	247	251	Columna 6 (L=3.26)	Columna 4x14	Madera
28	251	265	Columna 6 (L=3.26)	Columna 4x14	Madera
29	265	267	Columna 6 (L=3.26)	Columna 4x14	Madera
30	145	149	Columna 4 (L=2.77)	Columna 4x14	Madera
31	149	153	Columna 4 (L=2.77)	Columna 4x14	Madera
32	153	255	Columna 4 (L=2.77)	Columna 4x14	Madera
33	157	262	Columna 4 (L=2.77)	Columna 4x14	Madera
34	255	262	Columna 4 (L=2.77)	Columna 4x14	Madera
35	243	248	Columna 2 (L=2.29)	Columna 4x14	Madera
36	248	252	Columna 2 (L=2.29)	Columna 4x14	Madera
37	252	257	Columna 2 (L=2.29)	Columna 4x14	Madera
38	187	191	Columna 1 (L=2.04)	Columna 4x14	Madera
39	191	195	Columna 1 (L=2.04)	Columna 4x14	Madera
40	195	199	Columna 1 (L=2.04)	Columna 4x14	Madera
41	53	55	Columna 4 (L=2.77)	Columna 4x14	Madera
42	55	58	Columna 4 (L=2.77)	Columna 4x14	Madera
43	58	273	Columna 4 (L=2.77)	Columna 4x14	Madera
44	61	275	Columna 4 (L=2.77)	Columna 4x14	Madera
45	273	275	Columna 4 (L=2.77)	Columna 4x14	Madera
46	278	280	Columna 4 (L=2.77)	Columna 4x14	Madera
47	280	282	Columna 4 (L=2.77)	Columna 4x14	Madera
48	282	284	Columna 4 (L=2.77)	Columna 4x14	Madera
49	284	286	Columna 4 (L=2.77)	Columna 4x14	Madera
50	286	288	Columna 4 (L=2.77)	Columna 4x14	Madera
51	289	293	Columna 6 (L=3.26)	Columna 4x14	Madera
52	293	297	Columna 6 (L=3.26)	Columna 4x14	Madera
53	297	301	Columna 6 (L=3.26)	Columna 4x14	Madera
54	301	308	Columna 6 (L=3.26)	Columna 4x14	Madera
55	308	314	Columna 6 (L=3.26)	Columna 4x14	Madera
56	290	294	Columna 6 (L=3.26)	Columna 4x14	Madera
57	294	298	Columna 6 (L=3.26)	Columna 4x14	Madera
58	298	302	Columna 6 (L=3.26)	Columna 4x14	Madera
59	302	310	Columna 6 (L=3.26)	Columna 4x14	Madera
60	310	315	Columna 6 (L=3.26)	Columna 4x14	Madera
61	292	296	Columna 4 (L=2.77)	Columna 4x14	Madera
62	296	300	Columna 4 (L=2.77)	Columna 4x14	Madera
63	300	304	Columna 4 (L=2.77)	Columna 4x14	Madera
64	304	306	Columna 4 (L=2.77)	Columna 4x14	Madera
65	306	312	Columna 4 (L=2.77)	Columna 4x14	Madera
66	318	320	Columna 4 (L=2.77)	Columna 4x14	Madera
67	320	322	Columna 4 (L=2.77)	Columna 4x14	Madera
68	322	324	Columna 4 (L=2.77)	Columna 4x14	Madera
69	324	327	Columna 4 (L=2.77)	Columna 4x14	Madera
70	69	81	Columna 5 (L=3.01)	Columna 14x4	Madera
71	81	93	Columna 5 (L=3.01)	Columna 14x4	Madera
72	93	105	Columna 5 (L=3.01)	Columna 14x4	Madera

73	105	117	Columna 5 (L=3.01)	Columna 14x4	Madera
74	73	85	Columna 5 (L=3.01)	Columna 14x4	Madera
75	85	97	Columna 5 (L=3.01)	Columna 14x4	Madera
76	97	325	Columna 5 (L=3.01)	Columna 14x4	Madera
77	109	121	Columna 5 (L=3.01)	Columna 14x4	Madera
78	109	325	Columna 5 (L=3.01)	Columna 14x4	Madera
79	161	165	Columna 3 (L=2.53)	Columna 14x4	Madera
80	165	175	Columna 3 (L=2.53)	Columna 14x4	Madera
81	175	181	Columna 3 (L=2.53)	Columna 14x4	Madera
82	328	329	Columna 7 (L=2.04)	columna 8x14	Madera
83	330	331	Columna 7 (L=2.04)	columna 8x14	Madera
84	332	333	Columna 8 (L=2.53)	columna 8x14	Madera
85	336	340	Armadura	Viga 8x14	Madera
86	340	334	Armadura	Viga 8x14	Madera
87	334	339	Armadura	Viga 8x14	Madera
88	339	117	Armadura	Viga 8x14	Madera
89	338	340	Armadura	Viga 4x6.5	Madera
90	337	339	Armadura	Viga 4x6.5	Madera
91	334	335	Armadura	Viga 4x6.5	Madera
92	340	335	Armadura	Viga 4x6.5	Madera
93	335	339	Armadura	Viga 4x6.5	Madera
94	342	346	Armadura	Viga 8x14	Madera
95	346	341	Armadura	Viga 8x14	Madera
96	341	347	Armadura	Viga 8x14	Madera
97	347	121	Armadura	Viga 8x14	Madera
98	343	346	Armadura	Viga 4x6.5	Madera
99	345	347	Armadura	Viga 4x6.5	Madera
100	341	344	Armadura	Viga 4x6.5	Madera
101	346	344	Armadura	Viga 4x6.5	Madera
102	344	347	Armadura	Viga 4x6.5	Madera
103	336	338	Armadura	Viga 4x9	Madera
104	338	335	Armadura	Viga 4x9	Madera
105	335	337	Armadura	Viga 4x9	Madera
106	337	117	Armadura	Viga 4x9	Madera
107	342	343	Armadura	Viga 4x9	Madera
108	343	344	Armadura	Viga 4x9	Madera
109	344	345	Armadura	Viga 4x9	Madera
110	345	121	Armadura	Viga 4x9	Madera
111	231	59	Viga 1	Viga 6.5x14	Madera
112	61	288	Viga 1	Viga 6.5x14	Madera
113	288	327	Viga 1	Viga 6.5x14	Madera
114	235	266	Viga 1	Viga 6.5x14	Madera
115	266	339	Viga 1	Viga 6.5x14	Madera
116	314	339	Viga 1	Viga 6.5x14	Madera
117	314	347	Viga 1	Viga 6.5x14	Madera
118	236	267	Viga 1	Viga 6.5x14	Madera
119	267	340	Viga 1	Viga 6.5x14	Madera
120	315	340	Viga 1	Viga 6.5x14	Madera
121	315	346	Viga 1	Viga 6.5x14	Madera
122	333	348	Viga 3	Viga 8x14	Madera
123	348	342	Viga 3	Viga 8x14	Madera
124	181	349	Viga 3	Viga 8x14	Madera
125	349	336	Viga 3	Viga 8x14	Madera
126	312	348	Viga 1	Viga 6.5x14	Madera
127	163	171	Columna 3 (L=2.53)	Columna 4x14	Madera
128	171	177	Columna 3 (L=2.53)	Columna 4x14	Madera
129	177	307	Columna 3 (L=2.53)	Columna 4x14	Madera
130	183	307	Columna 3 (L=2.53)	Columna 4x14	Madera
131	183	333	Viga 1	Viga 6.5x14	Madera
132	224	257	Viga 1	Viga 6.5x14	Madera
133	199	329	Viga 1	Viga 6.5x14	Madera
134	329	331	Viga 1	Viga 6.5x14	Madera
135	220	225	Columna 3 (L=2.53)	Columna 4x14	Madera
136	214	220	Columna 3 (L=2.53)	Columna 4x14	Madera
137	200	206	Columna 3 (L=2.53)	Columna 4x14	Madera
138	214	206	Columna 3 (L=2.53)	Columna 4x14	Madera
139	223	230	Columna 3 (L=2.53)	Columna 4x14	Madera
140	204	210	Columna 3 (L=2.53)	Columna 4x14	Madera
141	223	218	Columna 3 (L=2.53)	Columna 4x14	Madera
142	218	210	Columna 3 (L=2.53)	Columna 4x14	Madera
143	253	258	Columna 3 (L=2.53)	Columna 4x14	Madera
144	253	249	Columna 3 (L=2.53)	Columna 4x14	Madera
145	249	244	Columna 3 (L=2.53)	Columna 4x14	Madera
146	240	244	Columna 3 (L=2.53)	Columna 4x14	Madera
147	178	256	Columna 3 (L=2.53)	Columna 4x14	Madera
148	158	167	Columna 3 (L=2.53)	Columna 4x14	Madera
149	256	172	Columna 3 (L=2.53)	Columna 4x14	Madera

150	172	167	Columna 3 (L=2.53)	Columna 4x14	Madera
151	272	274	Columna 3 (L=2.53)	Columna 4x14	Madera
152	269	270	Columna 3 (L=2.53)	Columna 4x14	Madera
153	272	271	Columna 3 (L=2.53)	Columna 4x14	Madera
154	271	270	Columna 3 (L=2.53)	Columna 4x14	Madera
155	137	141	Columna 5 (L=3.01)	Columna 4x14	Madera
156	137	261	Columna 5 (L=3.01)	Columna 4x14	Madera
157	261	133	Columna 5 (L=3.01)	Columna 4x14	Madera
158	133	129	Columna 5 (L=3.01)	Columna 4x14	Madera
159	129	125	Columna 5 (L=3.01)	Columna 4x14	Madera
160	283	285	Columna 3 (L=2.53)	Columna 4x14	Madera
161	281	283	Columna 3 (L=2.53)	Columna 4x14	Madera
162	281	279	Columna 3 (L=2.53)	Columna 4x14	Madera
163	279	277	Columna 3 (L=2.53)	Columna 4x14	Madera
164	311	313	Columna 5 (L=3.01)	Columna 4x14	Madera
165	311	305	Columna 5 (L=3.01)	Columna 4x14	Madera
166	303	305	Columna 5 (L=3.01)	Columna 4x14	Madera
167	299	303	Columna 5 (L=3.01)	Columna 4x14	Madera
168	295	299	Columna 5 (L=3.01)	Columna 4x14	Madera
169	291	295	Columna 5 (L=3.01)	Columna 4x14	Madera
170	323	326	Columna 3 (L=2.53)	Columna 4x14	Madera
171	321	323	Columna 3 (L=2.53)	Columna 4x14	Madera
172	321	319	Columna 3 (L=2.53)	Columna 4x14	Madera
173	317	319	Columna 3 (L=2.53)	Columna 4x14	Madera
174	178	230	Viga 1	Viga 6.5x14	Madera
175	257	351	Viga 1	Viga 6.5x14	Madera
176	141	336	Viga 1	Viga 6.5x14	Madera
177	313	336	Viga 1	Viga 6.5x14	Madera
178	313	342	Viga 1	Viga 6.5x14	Madera
179	157	349	Viga 1	Viga 6.5x14	Madera
180	349	312	Viga 1	Viga 6.5x14	Madera
181	225	258	Viga 1	Viga 6.5x14	Madera
182	258	274	Viga 1	Viga 6.5x14	Madera
183	274	285	Viga 1	Viga 6.5x14	Madera
184	285	326	Viga 1	Viga 6.5x14	Madera
185	331	350	Viga 2	Viga 4x14	Madera
186	350	333	Viga 2	Viga 4x14	Madera
187	329	351	Viga 2	Viga 4x14	Madera
188	351	181	Viga 2	Viga 4x14	Madera
189	351	352	Viga 1	Viga 6.5x14	Madera
190	352	350	Viga 1	Viga 6.5x14	Madera

**FUERZA DISTRIBUIDA SOBRE VIGAS**

Estado Viga	Dir.	Valor [Kg/Cm]	
cm	111	Y	-0.206
	112	Y	-0.206
	113	Y	-0.206
	114	Y	-0.206
	115	Y	-0.206
	116	Y	-0.206
	117	Y	-0.206
	118	Y	-0.206
	119	Y	-0.206
	120	Y	-0.206
	121	Y	-0.206
	126	Y	-0.206
	130	Y	-0.206
	131	Y	-0.206
	132	Y	-0.206
	133	Y	-0.153
	134	Y	-0.153
	147	Y	-0.206
	174	Y	-0.206
	175	Y	-0.206
	176	Y	-0.206
	177	Y	-0.206
	178	Y	-0.206
	179	Y	-0.206
	180	Y	-0.206
	181	Y	-0.206
	182	Y	-0.206
	183	Y	-0.206

	184	Y	-0.206
	189	Y	-0.206
	190	Y	-0.206
-----			
cv	111	Y	-0.515
	112	Y	-0.515
	113	Y	-0.515
	114	Y	-0.515
	115	Y	-0.515
	116	Y	-0.515
	117	Y	-0.515
	118	Y	-0.515
	119	Y	-0.515
	120	Y	-0.515
	121	Y	-0.515
	126	Y	-0.515
	130	Y	-0.515
	131	Y	-0.515
	132	Y	-0.515
	133	Y	-0.3825
	134	Y	-0.3825
	147	Y	-0.515
	174	Y	-0.515
	175	Y	-0.515
	176	Y	-0.515
	177	Y	-0.515
	178	Y	-0.515
	179	Y	-0.515
	180	Y	-0.515
	181	Y	-0.515
	182	Y	-0.515
	183	Y	-0.515
	184	Y	-0.515
	189	Y	-0.515
	190	Y	-0.515

ESTADOS DE CARGA

Estado	Descripción	Comb.	MultX	MultY	MultZ
pp	Peso Propio	0	0	-1	0
cm	carga muerta	0	0	0	0
cv	carga viva	0	0	0	0
c1	pp+cm	1	0	0	0
c2	pp+cm+cv	1	0	0	0

V I G A S

		E S F U E R Z O S			
	M33	V2	M22	V3	
	[Kg*Cm]	[Kg]	[Kg*Cm]	[Kg]	
-----					
Viga 1					
Estado c2=pp+cm+cv					
0%	77.61	0.48	0.00	0.16	
16%	69.88	0.48	2.63	0.16	
33%	62.16	0.48	5.27	0.16	
50%	54.43	0.48	7.90	0.16	
66%	46.71	0.48	10.54	0.16	
83%	38.99	0.48	13.17	0.16	
100%	31.26	0.48	15.80	0.16	
	Axial: -40.41	[Kg]	Tor: 39.99	[Kg*Cm]	
-----					
Viga 2					
Estado c2=pp+cm+cv					
0%	67.60	7.90	15.80	-0.63	
16%	-60.10	7.90	5.65	-0.63	
33%	-187.81	7.90	-4.50	-0.63	
50%	-315.51	7.90	-14.66	-0.63	
66%	-443.22	7.90	-24.81	-0.63	
83%	-570.92	7.90	-34.96	-0.63	
100%	-698.62	7.90	-45.12	-0.63	
	Axial: -10.37	[Kg]	Tor: 26.20	[Kg*Cm]	
-----					
Viga 3					
Estado c2=pp+cm+cv					
0%	-238.85	25.37	-45.12	3.81	
16%	-444.17	25.37	-14.39	3.81	
33%	-649.50	25.37	16.33	3.81	
50%	-854.82	25.37	47.06	3.81	
66%	-1060.14	25.37	77.78	3.81	
83%	-1265.47	25.37	108.51	3.81	
100%	-1470.79	25.37	139.23	3.81	
	Axial: 47.08	[Kg]	Tor: -71.59	[Kg*Cm]	
-----					
Viga 4					
Estado c2=pp+cm+cv					
0%	-878.95	13.88	139.23	-13.83	
16%	-934.75	13.88	83.30	-13.83	
33%	-990.55	13.88	27.37	-13.83	
50%	-1046.35	13.88	-28.56	-13.83	
66%	-1102.15	13.88	-84.49	-13.83	
83%	-1157.95	13.88	-140.42	-13.83	
100%	-1213.75	13.88	-196.36	-13.83	
	Axial: -72.06	[Kg]	Tor: 111.28	[Kg*Cm]	
-----					
Viga 5					
	Axial: 16.35	[Kg]	Tor: -17.34	[Kg*Cm]	
Estado c2=pp+cm+cv					
0%	-1486.58	19.86	-196.36	7.27	
16%	-1567.11	19.86	-167.02	7.27	
33%	-1647.65	19.86	-137.68	7.27	
50%	-1728.18	19.86	-108.34	7.27	
66%	-1808.71	19.86	-79.00	7.27	
83%	-1889.24	19.86	-49.66	7.27	
100%	-1969.78	19.86	-20.32	7.27	
	Axial: 44.17	[Kg]	Tor: -56.36	[Kg*Cm]	
-----					
Viga 6					
Estado c2=pp+cm+cv					
0%	227.69	3.39	0.07	-0.02	
16%	172.81	3.39	-0.32	-0.02	
33%	117.93	3.39	-0.71	-0.02	
50%	63.05	3.39	-1.10	-0.02	
66%	8.18	3.39	-1.49	-0.02	
83%	-46.70	3.39	-1.88	-0.02	
100%	-101.58	3.39	-2.27	-0.02	
	Axial: 25.78	[Kg]	Tor: -15.71	[Kg*Cm]	
-----					
Viga 8					
Estado c2=pp+cm+cv					
0%	67.92	10.48	-2.27	0.16	
16%	-101.58	10.48	0.35	0.16	

33%	-271.09	10.48	2.97	0.16
50%	-440.60	10.48	5.58	0.16
66%	-610.11	10.48	8.20	0.16
83%	-779.61	10.48	10.82	0.16
100%	-949.12	10.48	13.43	0.16
Axial: 17.36		[Kg]	Tor: 27.09	[Kg*cm]

**Viga 9 (M<sub>Max.</sub> Y V<sub>Max.</sub> en columna de 4x14, L=3.26m)**

Estado c2=pp+cm+cv				
0%	-973.80	17.18	13.43	-1.49
16%	-1111.20	17.18	1.53	-1.49
33%	-1248.60	17.18	-10.37	-1.49
50%	-1386.00	17.18	-22.27	-1.49
66%	-1523.40	17.18	-34.18	-1.49
83%	-1660.80	17.18	-46.08	-1.49
100%	<b>-1798.20</b>	<b>17.18</b>	-57.98	-1.49
Axial: -2.93		[Kg]	Tor: 27.41	[Kg*cm]

**Viga 10**

Estado c2=pp+cm+cv				
0%	34.95	-0.76	0.00	-0.02
16%	47.21	-0.76	-0.30	-0.02
33%	59.46	-0.76	-0.60	-0.02
50%	71.72	-0.76	-0.90	-0.02
66%	83.97	-0.76	-1.19	-0.02
83%	96.23	-0.76	-1.49	-0.02
100%	108.48	-0.76	-1.79	-0.02
Axial: 13.49		[Kg]	Tor: 22.34	[Kg*cm]

**Viga 11**

Estado c2=pp+cm+cv				
0%	110.90	3.64	-1.79	0.02
16%	52.01	3.64	-1.48	0.02
33%	-6.88	3.64	-1.17	0.02
50%	-65.77	3.64	-0.86	0.02
66%	-124.66	3.64	-0.56	0.02
83%	-183.55	3.64	-0.25	0.02
100%	-242.44	3.64	0.06	0.02
Axial: 21.63		[Kg]	Tor: 26.80	[Kg*cm]

**Viga 12**

Estado c2=pp+cm+cv				
0%	-4.38	9.89	0.06	0.06
16%	-164.26	9.89	1.10	0.06
33%	-324.15	9.89	2.14	0.06
50%	-484.04	9.89	3.18	0.06
66%	-643.92	9.89	4.22	0.06
83%	-803.81	9.89	5.25	0.06
100%	-963.70	9.89	6.29	0.06
Axial: -7.42		[Kg]	Tor: -0.77	[Kg*cm]

**Viga 13**

Estado c2=pp+cm+cv				
0%	-1042.80	11.72	6.29	-1.21
16%	-1136.53	11.72	-3.40	-1.21
33%	-1230.26	11.72	-13.09	-1.21
50%	-1323.99	11.72	-22.78	-1.21
66%	-1417.72	11.72	-32.48	-1.21
83%	-1511.45	11.72	-42.17	-1.21
100%	-1605.18	11.72	-51.86	-1.21
Axial: -2.95		[Kg]	Tor: 0.36	[Kg*cm]

**Viga 14 (Carga de diseño en columna de 4x14, L=2.29m)**

Estado c2=pp+cm+cv				
0%	-97.96	-1.30	0.00	-0.05
16%	-76.85	-1.30	-0.77	-0.05
33%	-55.74	-1.30	-1.54	-0.05
50%	-34.63	-1.30	-2.31	-0.05
66%	-13.52	-1.30	-3.07	-0.05
83%	7.60	-1.30	-3.84	-0.05
100%	28.71	-1.30	-4.61	-0.05
Axial: <b>-41.22</b>		[Kg]	Tor: -3.45	[Kg*cm]

**Viga 15**

Estado c2=pp+cm+cv				
0%	-145.25	14.22	-4.61	0.07
16%	-375.07	14.22	-3.52	0.07

33%	-604.88	14.22	-2.42	0.07
50%	-834.70	14.22	-1.33	0.07
66%	-1064.52	14.22	-0.23	0.07
83%	-1294.34	14.22	0.86	0.07
100%	-1524.15	14.22	1.96	0.07
Axial: -27.21		[Kg]	Tor: -22.57 [Kg*Cm]	

**Viga 16 (MMáx. y VMax. en columna de 4x14, L=2.29m)**

Estado c2=pp+cm+cv				
0%	-1219.70	17.93	1.96	0.58
16%	-1364.48	17.93	6.68	0.58
33%	-1509.26	17.93	11.39	0.58
50%	-1654.04	17.93	16.11	0.58
66%	-1798.82	17.93	20.83	0.58
83%	-1943.60	17.93	25.55	0.58
100%	<b>-2088.38</b>	<b>17.93</b>	30.27	0.58
Axial: -19.08		[Kg]	Tor: -16.99 [Kg*Cm]	

**Viga 17**

Estado c2=pp+cm+cv				
0%	18.35	1.72	0.00	-0.22
16%	-9.50	1.72	-3.63	-0.22
33%	-37.35	1.72	-7.26	-0.22
50%	-65.20	1.72	-10.89	-0.22
66%	-93.05	1.72	-14.52	-0.22
83%	-120.90	1.72	-18.15	-0.22
100%	-148.75	1.72	-21.78	-0.22
Axial: 8.60		[Kg]	Tor: -11.29 [Kg*Cm]	

**Viga 18**

Estado c2=pp+cm+cv				
0%	-650.16	-33.54	-217.21	8.39
16%	-379.12	-33.54	-149.50	8.39
33%	-108.08	-33.54	-81.80	8.39
50%	162.96	-33.54	-14.10	8.39
66%	434.00	-33.54	53.61	8.39
83%	705.04	-33.54	121.31	8.39
100%	976.08	-33.54	189.02	8.39
Axial: 25.92		[Kg]	Tor: -3.76 [Kg*Cm]	

**Viga 19**

Estado c2=pp+cm+cv				
0%	-2149.78	-23.88	83.62	-12.30
16%	-2053.24	-23.88	34.03	-12.30
33%	-1956.70	-23.88	-15.56	-12.30
50%	-1860.16	-23.88	-65.15	-12.30
66%	-1763.62	-23.88	-114.75	-12.30
83%	-1667.07	-23.88	-164.34	-12.30
100%	-1570.53	-23.88	-213.93	-12.30
Axial: 57.15		[Kg]	Tor: 178.72 [Kg*Cm]	

**Viga 20**

Estado c2=pp+cm+cv				
0%	-67.29	6.87	-21.78	1.13
16%	-178.64	6.87	-3.91	1.13
33%	-289.99	6.87	13.96	1.13
50%	-401.33	6.87	31.83	1.13
66%	-512.68	6.87	49.70	1.13
83%	-624.03	6.87	67.58	1.13
100%	-735.38	6.87	85.45	1.13
Axial: 57.04		[Kg]	Tor: 51.01 [Kg*Cm]	

**Viga 28 (Carga de diseño en columna de 4x14, L=3.26m)**

Estado c2=pp+cm+cv				
0%	-36.21	7.53	-1.22	0.20
16%	-157.38	7.53	2.19	0.20
33%	-278.56	7.53	5.60	0.20
50%	-399.73	7.53	9.01	0.20
66%	-520.90	7.53	12.42	0.20
83%	-642.07	7.53	15.83	0.20
100%	-763.24	7.53	19.23	0.20
Axial: -85.85		[Kg]	Tor: 7.04 [Kg*Cm]	

**Viga 29**

Estado c2=pp+cm+cv				
0%	-927.45	9.26	19.23	-4.13
16%	-1001.74	9.26	-13.81	-4.13

33%	-1076.04	9.26	-46.85	-4.13
50%	-1150.33	9.26	-79.89	-4.13
66%	-1224.62	9.26	-112.93	-4.13
83%	-1298.91	9.26	-145.97	-4.13
100%	-1373.20	9.26	-179.01	-4.13
	<b>Axial: 23.31</b>	[Kg]	<b>Tor: 23.99</b>	[Kg*Cm]

Viga 30

Estado c2=pp+cm+cv

0%	4.26	0.29	0.00	0.06
16%	-0.35	0.29	1.38	0.06
33%	-4.96	0.29	2.76	0.06
50%	-9.56	0.29	4.14	0.06
66%	-14.17	0.29	5.52	0.06
83%	-18.77	0.29	6.90	0.06
100%	-23.38	0.29	8.28	0.06
	<b>Axial: 34.86</b>	[Kg]	<b>Tor: 11.70</b>	[Kg*Cm]

Viga 31 (Carga de diseño en columna de 4x14, L=2.77m)

Estado c2=pp+cm+cv

0%	45.58	1.85	8.28	-0.53
16%	15.87	1.85	1.89	-0.53
33%	-13.83	1.85	-4.50	-0.53
50%	-43.53	1.85	-10.89	-0.53
66%	-73.24	1.85	-17.28	-0.53
83%	-102.94	1.85	-23.67	-0.53
100%	-132.64	1.85	-30.06	-0.53
	<b>Axial: -206.38</b>	[Kg]	<b>Tor: -17.06</b>	[Kg*Cm]

Viga 32

Estado c2=pp+cm+cv

0%	4.41	39.21	163.33	-10.75
16%	-312.69	39.21	76.79	-10.75
33%	-629.79	39.21	-9.75	-10.75
50%	-946.88	39.21	-96.30	-10.75
66%	-1263.98	39.21	-182.84	-10.75
83%	-1581.08	39.21	-269.38	-10.75
100%	-1898.17	39.21	-355.93	-10.75
	<b>Axial: 94.57</b>	[Kg]	<b>Tor: 36.01</b>	[Kg*Cm]

Viga 33 (Máx. en columna de 4x14, L=2.77m)

Estado c2=pp+cm+cv

0%	<b>3504.23</b>	36.10	-20.43	20.92
16%	3357.36	36.10	63.67	20.92
33%	3210.48	36.10	147.77	20.92
50%	3063.61	36.10	231.87	20.92
66%	2916.73	36.10	315.97	20.92
83%	2769.86	36.10	400.07	20.92
100%	2622.99	36.10	484.17	20.92
	<b>Axial: 184.47</b>	[Kg]	<b>Tor: -9.70</b>	[Kg*Cm]

Viga 34

Estado c2=pp+cm+cv

0%	-1216.20	34.64	-355.93	34.59
16%	-1355.63	34.64	-215.91	34.59
33%	-1495.06	34.64	-75.90	34.59
50%	-1634.50	34.64	64.12	34.59
66%	-1773.93	34.64	204.14	34.59
83%	-1913.37	34.64	344.15	34.59
100%	-2052.80	34.64	484.17	34.59
	<b>Axial: -210.29</b>	[Kg]	<b>Tor: -196.11</b>	[Kg*Cm]

Viga 38 (Carga de diseño en columna de 4x14, L=2.04m)

Estado c2=pp+cm+cv

0%	22.05	0.60	184.43	-2.54
16%	12.37	0.60	142.23	-2.54
33%	2.70	0.60	100.03	-2.54
50%	-6.97	0.60	57.83	-2.54
66%	-16.65	0.60	15.62	-2.54
83%	-26.32	0.60	-26.58	-2.54
100%	-36.00	0.60	-68.78	-2.54
	<b>Axial: -106.57</b>	[Kg]	<b>Tor: 8.31</b>	[Kg*Cm]

Viga 39

Estado c2=pp+cm+cv

0%	-32.88	-1.11	-34.88	0.57
16%	-15.00	-1.11	-26.03	0.57
33%	2.89	-1.11	-17.19	0.57

50%	20.78	-1.11	-8.34	0.57
66%	38.67	-1.11	0.50	0.57
83%	56.55	-1.11	9.34	0.57
100%	74.44	-1.11	18.19	0.57
Axial: -39.46		[Kg]	Tor: -3.29 [Kg*Cm]	

**Viga 40 (MMáx. Y VMáx. para Columna 4x14, L=2.04m)**

Estado c2=pp+cm+cv				
0%	6.22	92.39	-46.02	6.11
16%	-367.19	92.39	-21.34	6.11
33%	-740.61	92.39	3.34	6.11
50%	-1114.03	92.39	28.02	6.11
66%	-1487.44	92.39	52.70	6.11
83%	-1860.86	92.39	77.38	6.11
100%	<b>-2234.28</b>	<b>92.39</b>	102.06	6.11
Axial: -11.82		[Kg]	Tor: -61.48 [Kg*Cm]	

**Viga 41**

Estado c2=pp+cm+cv				
0%	10.21	-0.07	47.54	-1.19
16%	11.30	-0.07	28.30	-1.19
33%	12.40	-0.07	9.06	-1.19
50%	13.49	-0.07	-10.19	-1.19
66%	14.58	-0.07	-29.43	-1.19
83%	15.67	-0.07	-48.67	-1.19
100%	16.76	-0.07	-67.91	-1.19
Axial: -1.80		[Kg]	Tor: 21.59 [Kg*Cm]	

**Viga 42**

Estado c2=pp+cm+cv				
0%	-23.24	0.10	46.31	-0.52
16%	-24.81	0.10	37.86	-0.52
33%	-26.39	0.10	29.42	-0.52
50%	-27.97	0.10	20.98	-0.52
66%	-29.54	0.10	12.53	-0.52
83%	-31.12	0.10	4.09	-0.52
100%	-32.70	0.10	-4.35	-0.52
Axial: 7.78		[Kg]	Tor: 55.16 [Kg*Cm]	

**Viga 43**

Estado c2=pp+cm+cv				
0%	191.33	6.97	-81.14	3.64
16%	134.99	6.97	-51.74	3.64
33%	78.66	6.97	-22.35	3.64
50%	22.32	6.97	7.05	3.64
66%	-34.01	6.97	36.45	3.64
83%	-90.35	6.97	65.84	3.64
100%	-146.68	6.97	95.24	3.64
Axial: 7.16		[Kg]	Tor: -102.17 [Kg*Cm]	

**Viga 44 (VMáx. en columna de 4x14, L=2.04m)**

Estado c2=pp+cm+cv				
0%	2377.40	<b>102.37</b>	-70.54	0.20
16%	1963.64	102.37	-69.72	0.20
33%	1549.88	102.37	-68.90	0.20
50%	1136.12	102.37	-68.08	0.20
66%	722.36	102.37	-67.26	0.20
83%	308.60	102.37	-66.44	0.20
100%	-105.16	102.37	-65.62	0.20
Axial: -2.22		[Kg]	Tor: 25.03 [Kg*Cm]	

**Viga 82 (Carga de diseño en columna de 8x14, L=2.53m)**

Estado c2=pp+cm+cv				
0%	1144.25	15.86	-1722.11	21.13
16%	567.30	15.86	-949.23	21.13
33%	-9.64	15.86	-176.34	21.13
50%	-586.59	15.86	596.54	21.13
66%	-1163.54	15.86	1369.43	21.13
83%	-1740.49	15.86	2142.31	21.13
100%	-2317.44	15.86	2915.20	21.13
Axial: <b>-357.04</b>		[Kg]	Tor: -19.71 [Kg*Cm]	

**Viga 83 (MMáx. en columna de 8x14, L=2.53m)**

Estado c2=pp+cm+cv				
0%	-3049.68	-42.33	-1122.94	12.12
16%	-1510.03	-42.33	-679.32	12.12
33%	29.62	-42.33	-235.70	12.12

50%	1569.27	-42.33	207.92	12.12
66%	3108.93	-42.33	651.54	12.12
83%	4648.58	-42.33	1095.17	12.12
100%	<b>6188.23</b>	-42.33	1538.79	12.12
Axial: -178.68		[Kg]	Tor: -110.69	[Kg*Cm]

Viga 84

Estado c2=pp+cm+cv				
0%	295.26	-1.54	-824.84	7.42
16%	360.17	-1.54	-491.14	7.42
33%	425.08	-1.54	-157.45	7.42
50%	489.99	-1.54	176.25	7.42
66%	554.90	-1.54	509.95	7.42
83%	619.81	-1.54	843.65	7.42
100%	684.72	-1.54	1177.35	7.42
Axial: -261.64		[Kg]	Tor: -39.81	[Kg*Cm]

Viga 85 (MMáx. para armadura 8 x 14)

Estado c2=pp+cm+cv				
0%	<b>10210.41</b>	82.90	-543.26	12.36
16%	8767.66	84.04	-331.51	12.36
33%	7305.40	85.18	-119.76	12.36
50%	5823.64	86.32	91.99	12.36
66%	4322.37	87.46	303.74	12.36
83%	2801.59	88.59	515.49	12.36
100%	1261.31	89.73	727.24	12.36
Axial: -598.57		[Kg]	Tor: 225.30	[Kg*Cm]

Viga 86

Estado c2=pp+cm+cv				
0%	2027.15	55.96	388.74	-2.89
16%	1535.72	56.53	362.49	-2.89
33%	1039.41	57.10	336.24	-2.89
50%	538.22	57.67	309.99	-2.89
66%	32.15	58.24	283.74	-2.89
83%	-478.79	58.81	257.50	-2.89
100%	-994.62	59.38	231.25	-2.89
Axial: -420.95		[Kg]	Tor: 511.48	[Kg*Cm]

Viga 87

Estado c2=pp+cm+cv				
0%	-957.50	-81.43	421.17	-3.43
16%	-271.37	-80.86	392.61	-3.43
33%	409.87	-80.29	364.06	-3.43
50%	1086.24	-79.72	335.50	-3.43
66%	1757.72	-79.15	306.94	-3.43
83%	2424.33	-78.59	278.39	-3.43
100%	3086.06	-78.02	249.83	-3.43
Axial: -415.71		[Kg]	Tor: 359.22	[Kg*Cm]

Viga 88 (VMáx. para armadura 8 x 14)

Estado c2=pp+cm+cv				
0%	4068.45	97.27	743.59	-13.27
16%	2574.38	98.41	515.42	-13.27
33%	660.81	99.55	287.26	-13.27
50%	-1072.27	100.69	59.10	-13.27
66%	-2824.85	101.83	-169.07	-13.27
83%	-4596.94	102.96	-397.23	-13.27
100%	-6388.53	<b>104.10</b>	-625.40	-13.27
Axial: -340.46		[Kg]	Tor: 637.51	[Kg*Cm]

Viga 89

Estado c2=pp+cm+cv				
0%	6.27	-2.62	241.02	-21.00
16%	16.67	-2.62	157.84	-21.00
33%	27.07	-2.62	74.65	-21.00
50%	37.47	-2.62	-8.53	-21.00
66%	47.87	-2.62	-91.71	-21.00
83%	58.27	-2.62	-174.89	-21.00
100%	68.67	-2.62	-258.07	-21.00
Axial: 4.24		[Kg]	Tor: -11.48	[Kg*Cm]

Viga 90

Estado c2=pp+cm+cv				
0%	12.26	-0.60	168.63	-14.09
16%	14.48	-0.60	113.09	-14.09
33%	16.71	-0.60	57.56	-14.09

50%	18.94	-0.60	2.02	-14.09
66%	21.16	-0.60	-53.52	-14.09
83%	23.39	-0.60	-109.05	-14.09
100%	25.62	-0.60	-164.59	-14.09
<b>Axial: -22.65</b>		[Kg]	Tor: -33.35 [Kg*Cm]	
<b>Viga 91</b>				
Estado c2=pp+cm+cv				
0%	4.19	0.55	-37.12	1.89
16%	1.63	0.55	-25.01	1.89
33%	-0.94	0.55	-12.90	1.89
50%	-3.50	0.55	-0.79	1.89
66%	-6.07	0.55	11.32	1.89
83%	-8.63	0.55	23.43	1.89
100%	-11.20	0.55	35.53	1.89
<b>Axial: 57.48</b>		[Kg]	Tor: -18.52 [Kg*Cm]	
<b>Viga 92</b>				
Estado c2=pp+cm+cv				
0%	51.58	0.31	54.47	-0.64
16%	43.99	0.44	50.03	-0.64
33%	35.18	0.57	45.59	-0.64
50%	25.16	0.70	41.15	-0.64
66%	13.91	0.83	36.71	-0.64
83%	1.45	0.97	32.26	-0.64
100%	-12.24	1.10	27.82	-0.64
<b>Axial: -177.43</b>		[Kg]	Tor: 5.85 [Kg*Cm]	
<b>Viga 93 (MMáx. Y VMáx. para armadura 4 x 6.5)</b>				
Estado c2=pp+cm+cv				
0%	-53.49	<b>-3.78</b>	7.60	-0.69
16%	-16.66	-3.65	2.29	-0.69
33%	18.94	-3.52	-3.01	-0.69
50%	53.33	-3.38	-8.32	-0.69
66%	86.50	-3.25	-13.63	-0.69
83%	118.45	-3.12	-18.94	-0.69
100%	<b>149.18</b>	-2.99	-24.24	-0.69
<b>Axial: 105.52</b>		[Kg]	Tor: 19.77 [Kg*Cm]	
<b>Viga 94</b>				
Estado c2=pp+cm+cv				
0%	4520.98	35.22	228.29	-6.09
16%	3904.88	36.36	123.94	-6.09
33%	3269.28	37.50	19.58	-6.09
50%	2614.17	38.64	-84.78	-6.09
66%	1939.56	39.78	-189.13	-6.09
83%	1245.44	40.92	-293.49	-6.09
100%	531.81	42.06	-397.85	-6.09
<b>Axial: -262.24</b>		[Kg]	Tor: -361.43 [Kg*Cm]	
<b>Viga 95</b>				
Estado c2=pp+cm+cv				
0%	745.03	20.52	218.13	0.84
16%	564.81	21.09	225.45	0.84
33%	379.70	21.66	232.77	0.84
50%	189.72	22.23	240.08	0.84
66%	-5.14	22.80	247.40	0.84
83%	-204.88	23.37	254.72	0.84
100%	-409.50	23.94	262.03	0.84
<b>Axial: -178.18</b>		[Kg]	Tor: -558.69 [Kg*Cm]	
<b>Viga 103 (MMáx. para armadura 4 x 9)</b>				
Estado c2=pp+cm+cv				
0%	<b>1411.23</b>	12.62	-35.01	1.30
16%	1208.94	12.98	-18.21	1.30
33%	1000.55	13.35	-1.41	1.30
50%	786.06	13.71	15.39	1.30
66%	565.47	14.08	32.19	1.30
83%	338.78	14.45	48.99	1.30
100%	105.99	14.81	65.79	1.30
<b>Axial: 532.11</b>		[Kg]	Tor: 23.65 [Kg*Cm]	
<b>Viga 104</b>				
Estado c2=pp+cm+cv				
0%	347.01	10.95	77.28	-1.31
16%	265.94	11.14	66.66	-1.31
33%	183.35	11.32	56.04	-1.31

50%	99.23	11.50	45.42	-1.31
66%	13.59	11.69	34.81	-1.31
83%	-73.58	11.87	24.19	-1.31
100%	-162.27	12.05	13.57	-1.31
<b>Axial: 511.11</b>		[Kg]	Tor: 29.92	[Kg*Cm]

**Viga 105**

Estado c2=pp+cm+cv				
0%	-85.48	-9.44	39.37	-0.72
16%	-2.01	-9.26	34.20	-0.72
33%	79.95	-9.07	29.03	-0.72
50%	160.37	-8.89	23.87	-0.72
66%	239.27	-8.71	18.70	-0.72
83%	316.65	-8.52	13.54	-0.72
100%	392.50	-8.34	8.37	-0.72
<b>Axial: 252.83</b>		[Kg]	Tor: 43.74	[Kg*Cm]

**Viga 106 (VMáx. para armadura 4 x 9)**

Estado c2=pp+cm+cv				
0%	561.13	14.31	41.71	-1.32
16%	331.98	14.67	21.75	-1.32
33%	96.74	15.04	1.78	-1.32
50%	-144.60	15.40	-18.18	-1.32
66%	-392.05	15.77	-38.15	-1.32
83%	-645.59	16.14	-58.11	-1.32
100%	-905.24	<b>16.50</b>	-78.08	-1.32
<b>Axial: 238.74</b>		[Kg]	Tor: 56.00	[Kg*Cm]

**Viga 107**

Estado c2=pp+cm+cv				
0%	622.78	4.98	0.41	-0.43
16%	539.24	5.34	-5.90	-0.43
33%	449.60	5.71	-12.22	-0.43
50%	353.86	6.08	-18.53	-0.43
66%	252.02	6.44	-24.85	-0.43
83%	144.08	6.81	-31.17	-0.43
100%	30.04	7.17	-37.48	-0.43
<b>Axial: 226.61</b>		[Kg]	Tor: -35.83	[Kg*Cm]

**Viga 108**

Estado c2=pp+cm+cv				
0%	145.21	4.07	-52.55	1.77
16%	112.72	4.26	-38.12	1.77
33%	78.71	4.44	-23.68	1.77
50%	43.18	4.62	-9.25	1.77
66%	6.11	4.81	5.19	1.77
83%	-32.47	4.99	19.62	1.77
100%	-72.58	5.17	34.06	1.77
<b>Axial: 216.50</b>		[Kg]	Tor: -45.51	[Kg*Cm]

**Viga 109**

Estado c2=pp+cm+cv				
0%	-26.08	-3.91	-12.30	1.92
16%	6.53	-3.72	3.72	1.92
33%	37.61	-3.54	19.73	1.92
50%	67.17	-3.36	35.74	1.92
66%	95.21	-3.17	51.76	1.92
83%	121.72	-2.99	67.77	1.92
100%	146.70	-2.81	83.79	1.92
<b>Axial: 77.44</b>		[Kg]	Tor: -43.65	[Kg*Cm]

**Viga 124 (MMáx. y Vmáx para viga de 8 x 14)**

Estado c2=pp+cm+cv				
0%	<b>-16415.77</b>	<b>-206.99</b>	-264.49	4.56
16%	-12832.38	-207.85	-186.68	4.56
33%	-9268.53	-206.71	-108.88	4.56
50%	-5724.20	-205.57	-31.07	4.56
66%	-2199.39	-204.43	46.74	4.56
83%	1305.88	-203.29	124.54	4.56
100%	4791.63	-202.15	202.35	4.56
<b>Axial: -116.10</b>		[Kg]	Tor: -779.20	[Kg*Cm]

**Viga 125**

Estado c2=pp+cm+cv				
0%	3630.15	-82.24	-35.95	-0.90
16%	5035.94	-81.10	-51.72	-0.90
33%	6422.21	-79.96	-67.49	-0.90

50%	7788.95	-78.82	-83.26	-0.90
66%	9136.15	-77.68	-99.02	-0.90
83%	10463.83	-76.54	-114.79	-0.90
100%	11771.99	-75.40	-130.56	-0.90
	Axial: -90.49	[Kg]	Tor: -303.10	[Kg*Cm]

Viga 126

Estado c2=pp+cm+cv				
0%	-7478.40	-117.16	-562.63	6.36
16%	-4004.60	-91.27	-350.58	6.36
33%	-1393.59	-65.39	-138.53	6.36
50%	354.63	-39.50	73.52	6.36
66%	1240.07	-13.62	285.57	6.36
83%	1262.71	12.26	497.62	6.36
100%	422.57	38.15	709.67	6.36
	Axial: 0.12	[Kg]	Tor: -93.74	[Kg*Cm]

Viga 127

Estado c2=pp+cm+cv				
0%	1051.75	14.91	76.00	-1.13
16%	810.27	14.91	57.39	-1.13
33%	568.80	14.91	38.78	-1.13
50%	327.32	14.91	20.17	-1.13
66%	85.84	14.91	1.56	-1.13
83%	-155.63	14.91	-17.05	-1.13
100%	-397.11	14.91	-35.66	-1.13
	Axial: -103.81	[Kg]	Tor: 32.43	[Kg*Cm]

Viga 128

Estado c2=pp+cm+cv				
0%	-338.76	-8.34	-6.38	0.11
16%	-204.02	-8.34	-4.66	0.11
33%	-69.28	-8.34	-2.93	0.11
50%	65.45	-8.34	-1.20	0.11
66%	200.19	-8.34	0.52	0.11
83%	334.93	-8.34	2.25	0.11
100%	469.67	-8.34	3.98	0.11
	Axial: -17.76	[Kg]	Tor: 4.40	[Kg*Cm]

Viga 129

Estado c2=pp+cm+cv				
0%	583.03	37.89	15.23	-0.82
16%	276.70	37.89	8.61	-0.82
33%	-29.62	37.89	1.99	-0.82
50%	-335.95	37.89	-4.64	-0.82
66%	-642.28	37.89	-11.26	-0.82
83%	-948.61	37.89	-17.88	-0.82
100%	-1254.94	37.89	-24.50	-0.82
	Axial: -4.83	[Kg]	Tor: -69.77	[Kg*Cm]

**Viga 130** (VMáx. en columna de 4x14, L=2.53m)

Estado c2=pp+cm+cv				
0%	2015.38	38.25	130.32	-6.38
16%	1860.77	38.25	104.52	-6.38
33%	1706.15	38.25	78.71	-6.38
50%	1551.54	38.25	52.91	-6.38
66%	1396.93	38.25	27.10	-6.38
83%	1242.32	38.25	1.30	-6.38
100%	1087.70	<b>38.25</b>	-24.50	-6.38
	Axial: 3.61	[Kg]	Tor: -16.51	[Kg*Cm]

Viga 131

Estado c2=pp+cm+cv				
0%	-3205.40	-90.42	-701.87	6.77
16%	-622.91	-64.53	-475.99	6.77
33%	1096.79	-38.65	-250.11	6.77
50%	1953.71	-12.77	-24.22	6.77
66%	1947.83	13.12	201.66	6.77
83%	1079.16	39.00	427.54	6.77
100%	-652.29	64.89	653.43	6.77
	Axial: -12.22	[Kg]	Tor: -72.47	[Kg*Cm]

Viga 132

Estado c2=pp+cm+cv				
0%	-3563.80	-108.18	-102.86	0.15
16%	874.45	-69.35	-95.50	0.15
33%	3371.44	-30.53	-88.14	0.15

50%	3927.14	8.30	-80.78	0.15
66%	2541.58	47.13	-73.42	0.15
83%	-785.27	85.95	-66.06	0.15
100%	-6053.38	124.78	-58.70	0.15
	Axial: -5.66	[Kg]	Tor: -30.27	[Kg*Cm]

Viga 133

Estado c2=pp+cm+cv				
0%	-3234.16	-79.28	-394.29	2.63
16%	-9.03	-49.73	-261.70	2.63
33%	1738.56	-20.18	-129.11	2.63
50%	2008.64	9.37	3.48	2.63
66%	801.18	38.92	136.06	2.63
83%	-1883.79	68.48	268.65	2.63
100%	-6046.30	98.03	401.24	2.63
	Axial: -28.92	[Kg]	Tor: -175.07	[Kg*Cm]

Viga 134

Estado c2=pp+cm+cv				
0%	-8207.24	-124.62	57.52	-0.42
16%	-1212.85	-85.22	29.72	-0.42
33%	3154.84	-45.82	1.92	-0.42
50%	4895.81	-6.41	-25.87	-0.42
66%	4010.06	32.99	-53.67	-0.42
83%	497.61	72.39	-81.47	-0.42
100%	-5641.55	111.79	-109.26	-0.42
	Axial: -38.91	[Kg]	Tor: 128.95	[Kg*Cm]

Viga 135 (MÁx. en columna de 4x14, L=2.53m)

Estado c2=pp+cm+cv				
0%	-1799.65	20.15	-44.79	0.25
16%	-1881.11	20.15	-43.77	0.25
33%	-1962.57	20.15	-42.75	0.25
50%	-2044.03	20.15	-41.73	0.25
66%	-2125.49	20.15	-40.71	0.25
83%	-2206.95	20.15	-39.68	0.25
100%	<del>-2288.41</del>	20.15	-38.66	0.25
	Axial: 5.20	[Kg]	Tor: 63.64	[Kg*Cm]

Viga 136

Estado c2=pp+cm+cv				
0%	-653.26	19.48	7.20	-1.07
16%	-810.42	19.48	-1.47	-1.07
33%	-967.57	19.48	-10.13	-1.07
50%	-1124.73	19.48	-18.80	-1.07
66%	-1281.89	19.48	-27.46	-1.07
83%	-1439.04	19.48	-36.13	-1.07
100%	-1596.20	19.48	-44.79	-1.07
	Axial: -62.15	[Kg]	Tor: 11.49	[Kg*Cm]

Viga 137

Estado c2=pp+cm+cv				
0%	-70.94	-1.68	0.00	0.05
16%	-43.70	-1.68	0.76	0.05
33%	-16.46	-1.68	1.52	0.05
50%	10.78	-1.68	2.29	0.05
66%	38.02	-1.68	3.05	0.05
83%	65.27	-1.68	3.81	0.05
100%	92.51	-1.68	4.57	0.05
	Axial: 68.43	[Kg]	Tor: -1.19	[Kg*Cm]

Viga 147

Estado c2=pp+cm+cv				
0%	-1774.15	-30.93	-121.68	11.70
16%	-1648.81	-30.93	-75.04	11.70
33%	-1523.48	-30.93	-28.40	11.70
50%	-1398.14	-30.93	18.25	11.70
66%	-1272.81	-30.93	64.89	11.70
83%	-1147.47	-30.93	111.53	11.70
100%	-1022.13	-30.93	158.17	11.70
	Axial: 173.48	[Kg]	Tor: -154.33	[Kg*Cm]

Viga 148

Estado c2=pp+cm+cv				
0%	-15.19	0.47	0.00	0.21
16%	-22.79	0.47	3.09	0.21

33%	-30.40	0.47	6.18	0.21
50%	-38.00	0.47	9.27	0.21
66%	-45.60	0.47	12.36	0.21
83%	-53.21	0.47	15.45	0.21
100%	-60.81	0.47	18.54	0.21
Axial: -25.38		[Kg]	Tor: 7.87 [Kg*Cm]	

**Viga 149 (Carga de diseño en columna de 4x14, L=2.53m)**

Estado c2=pp+cm+cv				
0%	-1559.54	-33.27	158.17	-3.29
16%	-1290.65	-33.27	132.44	-3.29
33%	-1021.77	-33.27	106.71	-3.29
50%	-752.88	-33.27	80.98	-3.29
66%	-483.99	-33.27	55.25	-3.29
83%	-215.10	-33.27	29.52	-3.29
100%	53.79	-33.27	3.79	-3.29
Axial: -219.73		[Kg]	Tor: 46.14 [Kg*Cm]	

**Viga 150**

Estado c2=pp+cm+cv				
0%	43.03	-0.43	-84.65	0.97
16%	50.22	-0.43	-67.46	0.97
33%	57.41	-0.43	-50.26	0.97
50%	64.60	-0.43	-33.06	0.97
66%	71.78	-0.43	-15.86	0.97
83%	78.97	-0.43	1.34	0.97
100%	86.16	-0.43	18.54	0.97
Axial: -155.72		[Kg]	Tor: -16.79 [Kg*Cm]	

**Viga 151**

Estado c2=pp+cm+cv				
0%	-505.98	13.93	-13.45	1.97
16%	-562.29	13.93	-5.47	1.97
33%	-618.59	13.93	2.50	1.97
50%	-674.90	13.93	10.48	1.97
66%	-731.21	13.93	18.45	1.97
83%	-787.52	13.93	26.43	1.97
100%	-843.82	13.93	34.40	1.97
Axial: -1.15		[Kg]	Tor: 19.49 [Kg*Cm]	

**Viga 152**

Estado c2=pp+cm+cv				
0%	-4.12	-0.38	0.00	-0.01
16%	2.05	-0.38	-0.13	-0.01
33%	8.23	-0.38	-0.25	-0.01
50%	14.41	-0.38	-0.38	-0.01
66%	20.58	-0.38	-0.50	-0.01
83%	26.76	-0.38	-0.63	-0.01
100%	32.94	-0.38	-0.75	-0.01
Axial: -2.23		[Kg]	Tor: 8.39 [Kg*Cm]	

**Viga 153**

Estado c2=pp+cm+cv				
0%	891.24	17.72	-13.45	0.36
16%	748.02	17.72	-10.62	0.36
33%	604.81	17.72	-7.80	0.36
50%	461.59	17.72	-4.97	0.36
66%	318.38	17.72	-2.15	0.36
83%	175.17	17.72	0.68	0.36
100%	31.95	17.72	3.50	0.36
Axial: -24.29		[Kg]	Tor: 17.18 [Kg*Cm]	

**Viga 154**

Estado c2=pp+cm+cv				
0%	296.84	3.15	3.50	-0.04
16%	245.90	3.15	2.79	-0.04
33%	194.96	3.15	2.08	-0.04
50%	144.02	3.15	1.37	-0.04
66%	93.08	3.15	0.66	-0.04
83%	42.14	3.15	-0.04	-0.04
100%	-8.80	3.15	-0.75	-0.04
Axial: -14.02		[Kg]	Tor: 25.60 [Kg*Cm]	

**Viga 155 (MMáx. Y VMax. en columna de 4x14, L=3.01m)**

Estado c2=pp+cm+cv				
0%	737.71	308.53	158.30	-6.66
16%	-509.47	308.53	131.45	-6.66

33%	-1756.66	308.53	104.60	-6.66
50%	-3003.85	308.53	77.75	-6.66
66%	-4251.03	308.53	50.90	-6.66
83%	-5498.22	308.53	24.05	-6.66
100%	<b>-6745.40</b>	<b>308.53</b>	-2.80	-6.66
Axial: 73.89		[Kg]	Tor: -18.66	[Kg*Cm]

**Viga 156 (Carga de diseño en columna de 4x14, L=3.01m)**

Estado c2=pp+cm+cv				
0%	-960.43	-69.27	532.07	-32.25
16%	-681.29	-69.27	402.27	-32.25
33%	-402.14	-69.27	272.48	-32.25
50%	-122.99	-69.27	142.69	-32.25
66%	156.16	-69.27	12.90	-32.25
83%	435.31	-69.27	-116.89	-32.25
100%	714.46	-69.27	-246.69	-32.25
Axial: -285.28		[Kg]	Tor: 143.77	[Kg*Cm]

**Viga 157**

Estado c2=pp+cm+cv				
0%	244.75	1.81	-246.69	5.62
16%	223.03	1.81	-178.51	5.62
33%	201.30	1.81	-110.33	5.62
50%	179.57	1.81	-42.16	5.62
66%	157.84	1.81	26.02	5.62
83%	136.11	1.81	94.19	5.62
100%	114.38	1.81	162.37	5.62
Axial: -40.82		[Kg]	Tor: -36.22	[Kg*Cm]

**Viga 158**

Estado c2=pp+cm+cv				
0%	39.22	-0.67	33.45	-0.48
16%	49.37	-0.67	25.92	-0.48
33%	59.53	-0.67	18.39	-0.48
50%	69.68	-0.67	10.85	-0.48
66%	79.83	-0.67	3.32	-0.48
83%	89.99	-0.67	-4.21	-0.48
100%	100.14	-0.67	-11.74	-0.48
Axial: 86.53		[Kg]	Tor: 28.03	[Kg*Cm]

**Viga 159**

Estado c2=pp+cm+cv				
0%	63.80	0.62	-11.74	0.12
16%	53.80	0.62	-9.78	0.12
33%	43.79	0.62	-7.83	0.12
50%	33.79	0.62	-5.87	0.12
66%	23.78	0.62	-3.91	0.12
83%	13.78	0.62	-1.96	0.12
100%	3.77	0.62	0.00	0.12
Axial: 7.41		[Kg]	Tor: 11.31	[Kg*Cm]

**Viga 160**

Estado c2=pp+cm+cv				
0%	-200.49	3.40	-19.01	0.96
16%	-214.24	3.40	-15.13	0.96
33%	-228.00	3.40	-11.24	0.96
50%	-241.76	3.40	-7.35	0.96
66%	-255.52	3.40	-3.46	0.96
83%	-269.28	3.40	0.42	0.96
100%	-283.04	3.40	4.31	0.96
Axial: -10.89		[Kg]	Tor: 33.30	[Kg*Cm]

**Viga 175**

Estado c2=pp+cm+cv				
0%	-4854.04	-98.42	-487.20	3.25
16%	-903.59	-59.60	-324.49	3.25
33%	1105.58	-20.77	-161.78	3.25
50%	1173.48	18.06	0.93	3.25
66%	-699.89	56.88	163.64	3.25
83%	-4514.54	95.71	326.35	3.25
100%	-10270.47	134.53	489.06	3.25
Axial: -1.69		[Kg]	Tor: 109.70	[Kg*Cm]

**Viga 176**

Estado c2=pp+cm+cv				
0%	-12224.59	-172.81	-34.40	-0.39
16%	-4557.16	-133.98	-53.82	-0.39

33%	1168.99	-95.16	-73.24	-0.39
50%	4953.87	-56.33	-92.65	-0.39
66%	6797.47	-17.50	-112.07	-0.39
83%	6699.80	21.32	-131.49	-0.39
100%	4660.85	60.15	-150.90	-0.39
Axial: 20.49		[Kg]	Tor: -67.82	[Kg*Cm]

Viga 177 (Mto. Máx. para viga de 6.5 x 14)

Estado c2=pp+cm+cv				
0%	-12426.01	-166.27	86.41	-1.24
16%	-7315.86	-140.39	44.96	-1.24
33%	-3068.50	-114.50	3.51	-1.24
50%	316.06	-88.62	-37.94	-1.24
66%	2837.84	-62.74	-79.39	-1.24
83%	4496.83	-36.85	-120.84	-1.24
100%	5293.03	-10.97	-162.29	-1.24
Axial: 5.93		[Kg]	Tor: 82.52	[Kg*Cm]

Viga 178

Estado c2=pp+cm+cv				
0%	-10638.01	-136.47	-363.53	4.67
16%	-6520.40	-110.59	-208.07	4.67
33%	-3265.58	-84.71	-52.62	4.67
50%	-873.56	-58.82	102.84	4.67
66%	655.68	-32.94	258.29	4.67
83%	1322.13	-7.06	413.75	4.67
100%	1125.79	18.83	569.20	4.67
Axial: 2.84		[Kg]	Tor: 16.40	[Kg*Cm]

Viga 179

Estado c2=pp+cm+cv				
0%	-7912.93	-143.59	-361.59	1.89
16%	-1703.25	-104.76	-266.84	1.89
33%	2565.15	-65.94	-172.09	1.89
50%	4892.27	-27.11	-77.35	1.89
66%	5278.13	11.71	17.40	1.89
83%	3722.70	50.54	112.15	1.89
100%	226.00	89.36	206.90	1.89
Axial: -15.88		[Kg]	Tor: -522.01	[Kg*Cm]

Viga 180

Estado c2=pp+cm+cv				
0%	744.86	-32.82	326.28	-3.10
16%	1406.55	-6.93	222.95	-3.10
33%	1205.45	18.95	119.62	-3.10
50%	141.57	44.83	16.29	-3.10
66%	-1785.11	70.72	-87.03	-3.10
83%	-4574.57	96.60	-190.36	-3.10
100%	-8226.82	122.48	-293.69	-3.10
Axial: -10.42		[Kg]	Tor: 639.46	[Kg*Cm]

Viga 181

Estado c2=pp+cm+cv				
0%	-4049.06	-111.45	736.60	-4.45
16%	553.32	-72.63	513.43	-4.45
33%	3214.42	-33.80	290.27	-4.45
50%	3934.25	5.02	67.10	-4.45
66%	2712.81	43.85	-156.07	-4.45
83%	-449.91	82.67	-379.24	-4.45
100%	-5553.91	121.50	-602.41	-4.45
Axial: -20.18		[Kg]	Tor: 38.66	[Kg*Cm]
50%	-999.50	84.72	-94.83	1.20
66%	-2457.14	85.29	-74.12	1.20
83%	-3924.55	85.86	-53.40	1.20
100%	-5401.73	86.42	-32.68	1.20
Axial: 9.16		[Kg]	Tor: 695.19	[Kg*Cm]

Viga 187

Estado c2=pp+cm+cv				
0%	-3219.23	-110.42	278.01	-5.87
16%	-1328.70	-109.85	177.02	-5.87
33%	552.06	-109.28	76.03	-5.87
50%	2423.06	-108.71	-24.95	-5.87
66%	4284.29	-108.14	-125.94	-5.87
83%	6135.76	-107.58	-226.93	-5.87
100%	7977.46	-107.01	-327.91	-5.87
Axial: -51.66		[Kg]	Tor: 228.45	[Kg*Cm]

**Viga 188** (Mto. Máx. y Vmáx. para viga de 4 x 14)

Estado c2=pp+cm+cv

0%	8103.14	199.00	339.47	-5.35
16%	4685.88	199.57	247.90	-5.35
33%	1258.86	200.14	156.33	-5.35
50%	-2177.93	200.71	64.77	-5.35
66%	-5624.48	201.28	-26.80	-5.35
83%	-9080.80	201.85	-118.36	-5.35
100%	<b>-12546.88</b>	<b>202.42</b>	-209.93	-5.35

Axial: 20.61 [Kg] Tor: -381.69 [Kg\*Cm]

**Viga 189** (Cortante. Máx. para viga de 6.5 x 14)

Estado c2=pp+cm+cv

0%	-11020.70	<b>-179.50</b>	-15.73	-0.24
16%	-5468.47	-153.62	-23.59	-0.24
33%	-779.02	-127.73	-31.45	-0.24
50%	3047.63	-101.85	-39.31	-0.24
66%	6011.50	-75.96	-47.17	-0.24
83%	8112.58	-50.08	-55.03	-0.24
100%	9350.87	-24.20	-62.89	-0.24

Axial: -2.21 [Kg] Tor: -15.98 [Kg\*Cm]

**Viga 190**

Estado c2=pp+cm+cv

0%	9350.87	-24.20	-62.89	-0.24
16%	9725.69	1.69	-70.72	-0.24
33%	9237.73	27.57	-78.55	-0.24
50%	7886.98	53.45	-86.38	-0.24
66%	5673.44	79.34	-94.21	-0.24
83%	2597.12	105.22	-102.04	-0.24
100%	-1342.00	131.10	-109.87	-0.24

Axial: -2.21 [Kg] Tor: -15.98 [Kg\*Cm]

**N U D O S**

**T R A S L A C I O N E S (Estructura de Madera)**

Nudo	TRASLACIONES [Cm]			ROTACIONES [Rad]		
	TX	TY	TZ	RX	RY	RZ
Estado cv=carga viva						
51	-0.08225	-0.08647	-0.15369	0.00026	-0.00071	-0.00001
53	-0.10446	-0.11024	-0.16662	0.00041	-0.00054	-0.00020
55	-0.08561	-0.11025	-0.13016	0.00050	-0.00041	-0.00019
56	-0.06611	-0.08579	-0.09680	0.00009	-0.00046	-0.00032
58	-0.06636	-0.11019	-0.09368	0.00033	-0.00007	-0.00021
59	-0.04758	-0.08577	-0.07494	0.00031	-0.00012	0.00029
60	-0.04742	-0.10525	-0.07949	-0.00013	-0.00045	-0.00008
61	-0.04727	-0.11023	-0.05806	0.00047	-0.00055	-0.00038
69	-0.07316	-0.10541	-0.15995	0.00010	-0.00012	0.00006
73	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
81	-0.07869	-0.10554	-0.15337	0.00002	-0.00016	0.00005
85	-0.03582	-0.00164	-0.00015	-0.00000	-0.00041	0.00040
93	-0.08501	-0.10693	-0.15475	-0.00001	-0.00019	0.00011
97	-0.07007	-0.00258	0.00062	0.00002	-0.00056	0.00033
105	-0.09304	-0.10789	-0.13274	0.00079	-0.00005	-0.00005
109	-0.10437	-0.00300	-0.00359	0.00008	-0.00015	0.00035
110	-0.06811	-0.01442	0.00265	0.00008	-0.00031	-0.00045
111	-0.06858	-0.04529	-0.00923	0.00012	0.00043	-0.00027
112	-0.06981	-0.07598	-0.05939	0.00005	0.00045	-0.00032
113	-0.07563	-0.10282	-0.07768	0.00018	-0.00017	-0.00016
114	-0.08491	-0.11575	-0.07733	0.00019	0.00000	0.00033
115	-0.08719	-0.11614	-0.08054	0.00028	0.00022	-0.00042
116	-0.09143	-0.11381	-0.10484	0.00023	0.00038	-0.00064
117	-0.09475	-0.10780	-0.10696	0.00144	0.00008	0.00039
118	-0.10072	-0.09708	-0.07951	0.00013	-0.00056	0.00022
119	-0.10844	-0.07379	-0.04747	-0.00011	0.00001	0.00036
120	-0.11269	-0.03950	-0.03021	-0.00005	-0.00024	0.00031
121	-0.11298	-0.00297	0.00200	0.00046	-0.00004	0.00053
125	-0.13534	-0.13200	-0.10947	0.00008	-0.00007	-0.00025
129	-0.15988	-0.13194	-0.10033	0.00013	0.00000	-0.00028

133	-0.13028	-0.13101	-0.08934	0.00004	0.00018	-0.00033
137	-0.09270	-0.13055	-0.08551	0.00000	0.00024	-0.00040
138	-0.08281	-0.01319	-0.00087	-0.00005	0.00031	-0.00051
139	-0.08274	-0.05281	-0.03240	-0.00005	0.00028	-0.00037
140	-0.08329	-0.09164	-0.06256	-0.00005	0.00026	-0.00038
141	-0.08203	-0.13035	-0.08814	-0.00016	0.00021	-0.00091
145	-0.09711	-0.12417	-0.00200	-0.00039	0.00054	0.00004
149	-0.10042	-0.12380	-0.04137	-0.00043	0.00061	0.00003
153	-0.10293	-0.12153	-0.08116	-0.00034	0.00050	0.00000
154	-0.06723	-0.01128	-0.00374	-0.00005	0.00029	-0.00048
155	-0.06728	-0.04818	-0.02999	-0.00006	0.00030	-0.00036
156	-0.06739	-0.08498	-0.06096	-0.00004	0.00033	-0.00031
157	-0.06743	-0.12108	-0.10284	-0.00055	0.00029	-0.00113
158	-0.04573	-0.08378	-0.00161	-0.00038	0.00044	0.00001
161	-0.00194	-0.04205	0.12435	-0.00002	0.00052	0.00017
163	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
165	-0.01084	-0.04209	0.12374	0.00000	0.00059	0.00021
167	-0.04556	-0.08404	-0.04137	-0.00046	0.00050	-0.00002
171	-0.01930	-0.00112	-0.01566	-0.00017	0.00019	0.00022
172	-0.04139	-0.08576	-0.07975	-0.00019	0.00039	-0.00007
175	-0.03843	-0.0422	0.09441	-0.00060	0.00019	0.00004
177	-0.03839	-0.00129	-0.03074	-0.00016	0.00022	0.00027
178	-0.04893	-0.08651	-0.10873	-0.00056	0.00029	0.00044
179	-0.04999	-0.07494	-0.07905	-0.00060	-0.00075	0.00007
180	-0.05123	-0.05999	0.00432	-0.00059	-0.00073	0.00007
181	-0.05255	-0.04261	0.03550	-0.00121	0.00006	0.00064
182	-0.05317	-0.02165	-0.00065	-0.00032	0.00060	0.00018
183	-0.05292	-0.00131	-0.04257	-0.00023	-0.00000	-0.00012
187	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
191	-0.00011	-0.00119	-0.04056	-0.00048	0.00005	-0.00000
195	0.00029	-0.00161	-0.08038	-0.00041	0.00003	0.00001
196	0.00049	-0.00079	-0.00371	0.00001	0.00043	-0.00013
197	0.00032	-0.00096	-0.05047	-0.00014	0.00038	0.00002
198	0.00040	-0.00074	-0.08090	-0.00035	0.00013	0.00003
199	0.00082	-0.00164	-0.09043	-0.00047	-0.00007	-0.00018
200	-0.05396	-0.00658	-0.00193	0.00006	-0.00080	0.00004
201	-0.12654	-0.01161	-0.00144	0.00006	-0.00055	-0.00011
202	-0.18473	-0.01488	0.00074	0.00000	-0.00032	-0.00025
203	-0.20910	-0.01441	0.00134	-0.00001	-0.00012	-0.00029
204	-0.13297	-0.00801	0.00250	-0.00004	0.00052	-0.00012
205	-0.06160	-0.00385	0.00219	-0.00004	0.00081	0.00010
206	-0.05713	-0.00584	0.00309	0.00004	-0.00081	0.00005
207	-0.11785	-0.01204	0.00180	-0.00001	-0.00029	-0.00007
208	-0.16084	-0.01500	0.00095	0.00000	-0.00036	-0.00022
209	-0.18284	-0.01428	0.00061	-0.00000	0.00002	-0.00024
210	-0.12260	-0.00824	-0.00064	-0.00003	0.00023	-0.00011
211	-0.06915	-0.00341	-0.00145	-0.00002	0.00079	0.00007
214	-0.05293	-0.00626	0.00468	-0.00001	-0.00074	-0.00027
215	-0.10471	-0.01214	0.00258	0.00011	-0.00012	-0.00029
216	-0.14367	-0.01473	0.00143	0.00001	-0.00046	-0.00018
217	-0.15942	-0.01406	0.00083	0.00000	0.00020	-0.00029
218	-0.10098	-0.00843	-0.00237	-0.00001	0.00016	-0.00046
219	-0.05622	-0.00370	-0.00288	-0.00001	0.00065	-0.00051
220	-0.03174	-0.00660	0.00521	0.00007	-0.00070	-0.00067
221	-0.08538	-0.01188	0.00639	-0.00008	-0.00036	-0.00059
223	-0.07155	-0.00840	-0.00323	-0.00004	0.00019	-0.00082
224	-0.01891	-0.00380	-0.00469	-0.00008	0.00059	-0.00109
225	-0.01150	-0.00659	0.00794	0.00015	-0.00060	-0.00103
226	-0.06898	-0.01208	0.00355	-0.00002	-0.00018	-0.00078
230	-0.04805	-0.00835	-0.00529	-0.00015	0.00034	-0.00115
231	-0.04676	-0.01196	0.00648	0.00020	-0.00027	-0.00108
319	0.02821	-0.00064	0.00017	0.00000	0.00021	-0.00012
320	0.01388	-0.00120	-0.00021	0.00000	-0.00045	0.00007
321	0.02843	-0.00086	0.00061	0.00001	0.00018	0.00026
322	0.00219	-0.00144	0.00049	0.00001	-0.00068	0.00026
323	0.00748	-0.00085	0.00095	0.00000	-0.00002	0.00067
324	-0.01661	-0.00155	0.00107	0.00000	-0.00067	0.00055
325	-0.08521	-0.00271	0.00095	-0.00009	-0.00056	0.00028
326	-0.01256	-0.00090	0.00127	0.00004	0.00006	0.00100
327	-0.04969	-0.00156	0.00140	0.00004	-0.00053	0.00097
328	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
329	0.00021	-0.00432	0.04439	-0.00144	-0.00003	-0.00045
330	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
331	-0.00090	-0.00206	0.05181	-0.00055	-0.00025	0.00121
332	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
333	-0.05310	-0.00352	0.05163	-0.00036	-0.00011	0.00048
334	-0.09497	-0.38928	-0.04313	0.00165	0.00004	0.00130

335	-0.04855	-0.38978	-0.10065	0.00165	0.00016	0.00129
336	-0.08160	-0.55216	-0.08683	-0.00051	-0.00034	0.00173
337	-0.06135	-0.30513	-0.10284	0.00185	0.00032	0.00104
338	-0.04636	-0.47211	-0.09617	0.00152	-0.00014	0.00146
339	-0.08635	-0.30527	-0.06207	0.00184	0.00017	0.00107
340	-0.08157	-0.47210	-0.06425	0.00156	-0.00019	0.00152
341	-0.08042	-0.11314	0.02708	0.00067	0.00009	-0.00016
342	-0.08146	-0.18242	0.00872	-0.00015	0.00018	-0.00077
343	-0.09134	-0.14704	0.00529	0.00063	-0.00005	-0.00039
344	-0.08597	-0.11331	0.00364	0.00067	-0.00008	-0.00016
345	-0.08569	-0.07869	0.00305	0.00075	0.00017	0.00006
346	-0.08159	-0.14703	0.01849	0.00065	0.00002	-0.00044
347	-0.08760	-0.07875	0.01928	0.00076	0.00020	0.00013
348	-0.06789	-0.10510	0.02725	-0.00120	0.00016	-0.00022
<b>349</b>	<b>-0.06776</b>	<b>-0.33587</b>	<b>-0.03492</b>	<b>-0.00330</b>	<b>-0.00017</b>	<b>0.00145</b>
350	-0.01914	-0.05060	0.04032	0.00021	-0.00041	0.00537
<b>351</b>	<b>-0.01908</b>	<b>-0.13278</b>	<b>0.01388</b>	<b>0.00034</b>	<b>0.00012</b>	<b>-0.00207</b>
<b>352</b>	<b>-0.01911</b>	<b>-0.69834</b>	<b>0.00050</b>	<b>0.00028</b>	<b>-0.00003</b>	<b>-0.00051</b>

-----  
Estado cl=pp+cm

51	-0.04621	-0.04813	-0.08599	0.00015	-0.00040	-0.00000
53	-0.06035	-0.06210	-0.09410	0.00024	-0.00032	-0.00012
55	-0.04918	-0.06210	-0.07320	0.00029	-0.00024	-0.00011
56	-0.03768	-0.04773	-0.05396	0.00005	-0.00025	-0.00018
58	-0.03781	-0.06205	-0.05229	0.00018	-0.00003	-0.00012
59	-0.02678	-0.04771	-0.04168	0.00017	-0.00007	0.00013
61	-0.02663	-0.06206	-0.03191	0.00027	-0.00032	-0.00021
69	-0.04122	-0.05893	-0.09096	0.00006	-0.00007	0.00003
73	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
81	-0.04422	-0.05901	-0.08711	0.00001	-0.00009	0.00003
85	-0.02010	-0.00097	-0.00011	-0.00000	-0.00022	0.00023
93	-0.04767	-0.05978	-0.08774	-0.00000	-0.00011	0.00006
97	-0.03928	-0.00153	0.00035	0.00002	-0.00030	0.00019
105	-0.05208	-0.06032	-0.07451	0.00046	-0.00003	-0.00003
109	-0.05846	-0.00180	-0.00342	0.00006	-0.00008	0.00020
117	-0.05301	-0.06028	-0.05939	0.00084	0.00005	0.00021
121	-0.06324	-0.00179	0.00123	0.00039	-0.00003	0.00026
125	-0.10181	-0.07358	-0.06102	0.00004	-0.00003	-0.00014
129	-0.08752	-0.07354	-0.05591	0.00007	0.00001	-0.00016
133	-0.07095	-0.07300	-0.04976	0.00002	0.00011	-0.00018
137	-0.04999	-0.07274	-0.04764	0.00000	0.00014	-0.00022
141	-0.04406	-0.07263	-0.04911	-0.00009	0.00012	-0.00050
145	-0.05313	-0.06917	-0.00111	-0.00022	0.00029	0.00002
149	-0.05497	-0.06897	-0.02304	-0.00024	0.00034	0.00002
153	-0.05624	-0.06769	-0.04520	-0.00019	0.00028	-0.00000
157	-0.03645	-0.06744	-0.05730	-0.00031	0.00016	-0.00062
158	-0.02503	-0.04667	-0.00089	-0.00021	0.00024	0.00001
161	-0.00108	-0.02338	0.07533	-0.00001	0.00032	0.00009
163	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
165	-0.00601	-0.02341	0.07504	0.00000	0.00036	0.00012
167	-0.02502	-0.04681	-0.02304	-0.00026	0.00027	-0.00001
171	-0.01073	-0.00065	-0.00883	-0.00009	0.00013	0.00012
172	-0.02293	-0.04776	-0.04442	-0.00010	0.00021	-0.00003
175	-0.02134	-0.02359	0.05748	-0.00036	0.00012	0.00002
177	-0.02131	-0.00075	-0.01731	-0.00009	0.00014	0.00015
178	-0.02722	-0.04817	-0.06056	-0.00031	0.00015	0.00023
181	-0.02916	-0.02363	0.02214	-0.00073	0.00003	0.00036
183	-0.02937	-0.00076	-0.02400	-0.00015	-0.00002	-0.00006
187	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
191	-0.00006	-0.00066	-0.02259	-0.00027	0.00003	-0.00000
288	-0.02720	-0.04496	-0.04678	0.00012	-0.00015	0.00004
289	0.00854	-0.03385	-0.00220	-0.00003	0.00010	0.00018
290	0.01765	-0.02752	-0.00149	-0.00007	0.00004	0.00013
291	0.01569	-0.01905	-0.00112	-0.00008	-0.00008	0.00011
292	0.00365	-0.00968	-0.00023	-0.00012	-0.00011	0.00014
293	-0.00043	-0.03389	-0.00475	-0.00009	0.00014	0.00019
294	0.01145	-0.02753	-0.00510	-0.00008	0.00008	0.00012
295	0.01034	-0.01909	-0.00501	-0.00009	-0.00011	0.00011
296	-0.00314	-0.00968	-0.00545	-0.00009	-0.00013	0.00014
297	-0.00956	-0.03397	-0.01047	-0.00012	0.00014	0.00019
298	0.00544	-0.02750	-0.00945	-0.00010	0.00001	0.00013
299	0.00503	-0.01911	-0.00961	-0.00009	-0.00002	0.00012
300	-0.00973	-0.00958	-0.00886	-0.00006	-0.00004	0.00013
301	-0.02557	-0.03444	-0.01807	-0.00003	0.00023	0.00015
302	-0.00909	-0.02737	-0.01771	-0.00005	0.00006	0.00017
303	-0.00913	-0.01924	-0.01748	-0.00009	-0.00005	0.00018

304	-0.02077	-0.00994	-0.01737	-0.00014	-0.00006	0.00011
305	-0.01911	-0.01920	-0.02182	-0.00008	-0.00008	0.00024
306	-0.02738	-0.01009	-0.02171	0.00006	-0.00006	0.00016
307	-0.02867	-0.00076	-0.02174	-0.00007	0.00001	0.00009
308	-0.03942	-0.03462	-0.02507	-0.00020	0.00016	0.00016
310	-0.02897	-0.02739	-0.02529	-0.00019	0.00002	0.00026
311	-0.03381	-0.01932	-0.02538	-0.00008	-0.00005	0.00037
312	-0.03674	-0.01018	-0.02620	-0.00064	-0.00006	0.00022
313	-0.04377	-0.01926	-0.02778	-0.00013	-0.00010	0.00045
314	-0.04790	-0.03474	-0.02857	0.00031	0.00008	0.00021
315	-0.04378	-0.02746	-0.02878	0.00025	-0.00008	0.00037
317	0.01002	-0.00050	-0.00017	0.00000	0.00009	-0.00004
318	0.01093	-0.00083	-0.00011	0.00000	-0.00010	0.00006
319	0.01412	-0.00039	0.00011	0.00000	0.00011	-0.00006
320	0.00631	-0.00073	-0.00014	0.00000	-0.00023	0.00004
321	0.01394	-0.00050	0.00036	0.00000	0.00008	0.00013
322	-0.00066	-0.00085	0.00026	0.00001	-0.00037	0.00014
323	0.00308	-0.00049	0.00054	0.00000	-0.00002	0.00035
324	-0.01074	-0.00090	0.00062	0.00000	-0.00037	0.00029
325	-0.04825	-0.00162	0.00051	-0.00008	-0.00031	0.00016
326	-0.00723	-0.00052	0.00074	0.00002	0.00002	0.00052
327	-0.02793	-0.00090	0.00081	0.00002	-0.00030	0.00050
328	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
329	0.00012	-0.00249	0.02707	-0.00074	-0.00004	-0.00025
330	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
331	-0.00049	-0.00127	0.04284	-0.00021	-0.00014	0.00066
332	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
333	-0.02946	-0.00250	0.04264	-0.00043	-0.00006	0.00023
334	-0.05168	-0.22198	-0.02279	0.00094	0.00003	0.00073
335	-0.02573	-0.22226	-0.05556	0.00094	0.00010	0.00072
<b>336</b>	<b>-0.04381</b>	<b>-0.31378</b>	<b>-0.04752</b>	<b>-0.00030</b>	<b>-0.00019</b>	<b>0.00097</b>
337	-0.03359	-0.17396	-0.05688	0.00106	0.00019	0.00058
338	-0.02395	-0.26906	-0.05295	0.00087	-0.00007	0.00082
339	-0.04746	-0.17402	-0.03357	0.00105	0.00011	0.00059
340	-0.04374	-0.26904	-0.03482	0.00089	-0.00010	0.00086
341	-0.04152	-0.09356	0.02217	0.00056	0.00007	-0.00031
342	-0.04375	-0.15181	0.00678	-0.00011	0.00017	-0.00076
343	-0.05557	-0.12184	0.00393	0.00053	0.00000	-0.00049
344	-0.05260	-0.09369	0.00257	0.00056	-0.00006	-0.00031
345	-0.05107	-0.06468	0.00209	0.00062	0.00006	-0.00013
346	-0.04369	-0.12182	0.01501	0.00054	0.00005	-0.00053
347	-0.04813	-0.06470	0.01562	0.00063	0.00010	-0.00010
348	-0.03674	-0.08967	0.02169	-0.00097	0.00012	-0.00034
349	-0.03665	-0.19072	-0.01798	-0.00187	-0.00010	0.00080
350	-0.01089	-0.02006	0.03844	0.00014	-0.00021	0.00275
351	-0.01085	-0.06758	0.01162	0.00019	0.00004	-0.00104
352	-0.01087	-0.35212	0.01238	0.00017	-0.00006	-0.00024

-----  
Estado c2=pp+cm+cv

51	-0.12843	-0.13461	-0.23971	0.00041	-0.00110	-0.00001
53	-0.16481	-0.17235	-0.26075	0.00065	-0.00086	-0.00032
55	-0.13479	-0.17236	-0.20339	0.00078	-0.00065	-0.00030
56	-0.10379	-0.13353	-0.15077	0.00014	-0.00071	-0.00050
58	-0.10418	-0.17225	-0.14599	0.00051	-0.00010	-0.00033
59	-0.07437	-0.13349	-0.11663	0.00048	-0.00019	0.00042
61	-0.07391	-0.17229	-0.08998	0.00075	-0.00087	-0.00059
69	-0.11440	-0.16435	-0.25103	0.00016	-0.00019	0.00009
73	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000	0.00000
81	-0.12293	-0.16456	-0.24060	0.00003	-0.00024	0.00008
85	-0.05593	-0.00260	-0.00026	-0.00001	-0.00063	0.00063
340	-0.12541	-0.74155	-0.09908	0.00245	-0.00029	0.00238
341	-0.12201	-0.20677	0.04928	0.00124	0.00015	-0.00047
342	-0.12527	-0.33435	0.01552	-0.00026	0.00034	-0.00153
343	-0.14702	-0.26897	0.00922	0.00115	-0.00004	-0.00088
344	-0.13869	-0.20708	0.00622	0.00124	-0.00014	-0.00047
345	-0.13684	-0.14342	0.00514	0.00137	0.00023	-0.00007
346	-0.12539	-0.26894	0.03352	0.00119	0.00006	-0.00097
347	-0.13580	-0.14350	0.03491	0.00139	0.00030	0.00003
348	-0.10467	-0.19483	0.04896	-0.00217	0.00029	-0.00057
<b>349</b>	<b>-0.10444</b>	<b>-0.52691</b>	<b>-0.05290</b>	<b>-0.00517</b>	<b>-0.00028</b>	<b>0.00225</b>
350	-0.03003	-0.07064	0.07881	0.00035	-0.00062	0.00812
<b>351</b>	<b>-0.02994</b>	<b>-0.20032</b>	<b>0.02560</b>	<b>0.00053</b>	<b>0.00016</b>	<b>-0.00311</b>
<b>352</b>	<b>-0.02999</b>	<b>-1.05047</b>	<b>0.01296</b>	<b>0.00044</b>	<b>-0.00008</b>	<b>-0.00075</b>

-----

**SECUENCIA FOTOGRAFICA DEL PROCESO DE FABRICACION DE LOS  
COMPONENTES DE UNA VIVIENDA PREFABRICADA**



**Fotografía 1.- Visita a las instalaciones de la fábrica de prefabricados de Mutualista Pichincha en la ciudad Mitad del Mundo. Con la Arq. Ana de Vásquez gerente de la misma.**



**Fotografía 2.- Stock de paneles de hormigón y vigas de madera codificados en fábrica.**



**Fotografía 3.- Stock de perfiles de galvalúmen codificados en fábrica.**



**Fotografía 4.- Preparación de la pasta para la fabricación de los paneles de hormigón.**



**Fotografía 5.- Preparación de los moldes de acero para la fundición de los paneles de hormigón.**



**Fotografía 6.- Vaciado de la pasta de hormigón en los moldes de acero.**



**Fotografía 7.- Los moldes con las pasta de hormigón son cubiertos para su fraguado.**

**SECUENCIA FOTOGRÁFICA DEL PROCESO DE ARMADO DE UNA VIVIENDA  
PREFABRICADA**



**Fotografía 1.- Contrapiso (plataforma) de Ho. Armado**



**Fotografía 2.- Descarga de módulos de hormigón, perfiles de galvalúmen y vigas de madera en plataforma.**



**Fotografía 3.- Armado de módulos de hormigón sobre plataforma. Área de dormitorios.**



**Fotografía 4.- Armado de módulos de hormigón sobre plataforma. Área social.**



**Fotografía 5.- Armado de módulos de hormigón en paredes perimetrales**



**Fotografía 6.- Armado de estructura de madera en cubierta. Área de acceso.**



**Fotografía 7.- Armado de estructura de madera y placas de ferrocemento en cubierta.**



**Fotografía 8.- Armado de cubierta de ferrocemento.**



**Fotografía 9.- Casa prefabricada terminada de armar.**



**Fotografía 10.- Casa prefabricada terminada de armar.**

## **FOTOGRAFÍAS DE VIVIENDAS TIPO**



**Fotografía 1.- Vivienda tipo de 48 m2. Sin acabados exteriores.**



**Fotografía 2.- Vivienda tipo de 48 m2. Sin acabados interiores.**



**Fotografía 3.- Vivienda tipo de 48 m2. Con acabados exteriores**

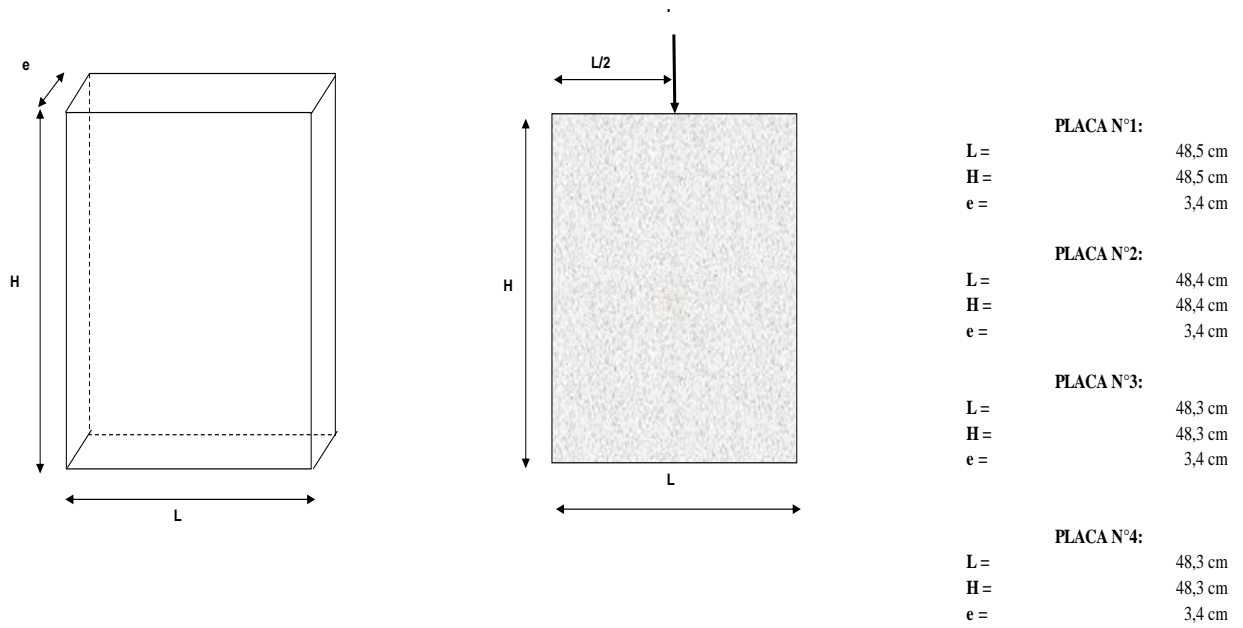


**Fotografía 4.- Vivienda tipo de 48 m2. Con acabados interiores.**

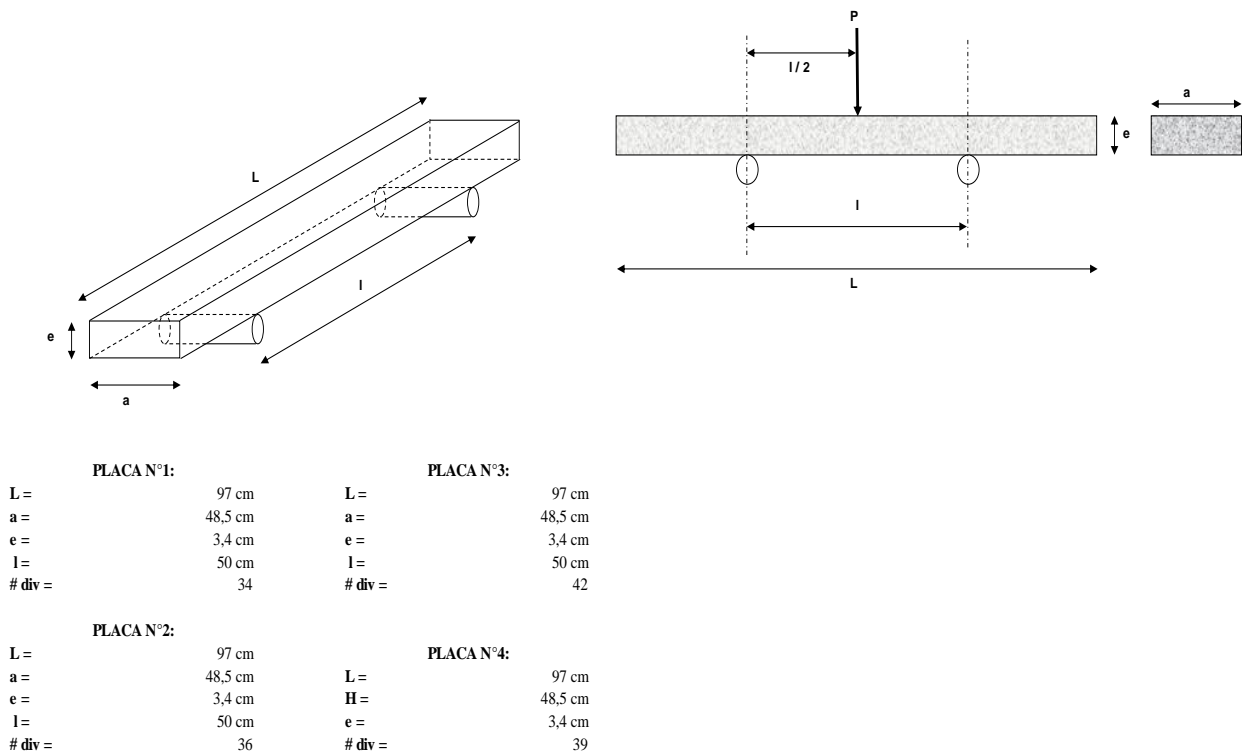
**ANEXO 3**

**ENSAYOS DE LABORATORIO**

**DATOS PARA LOS ENSAYOS DE LABORATORIO**

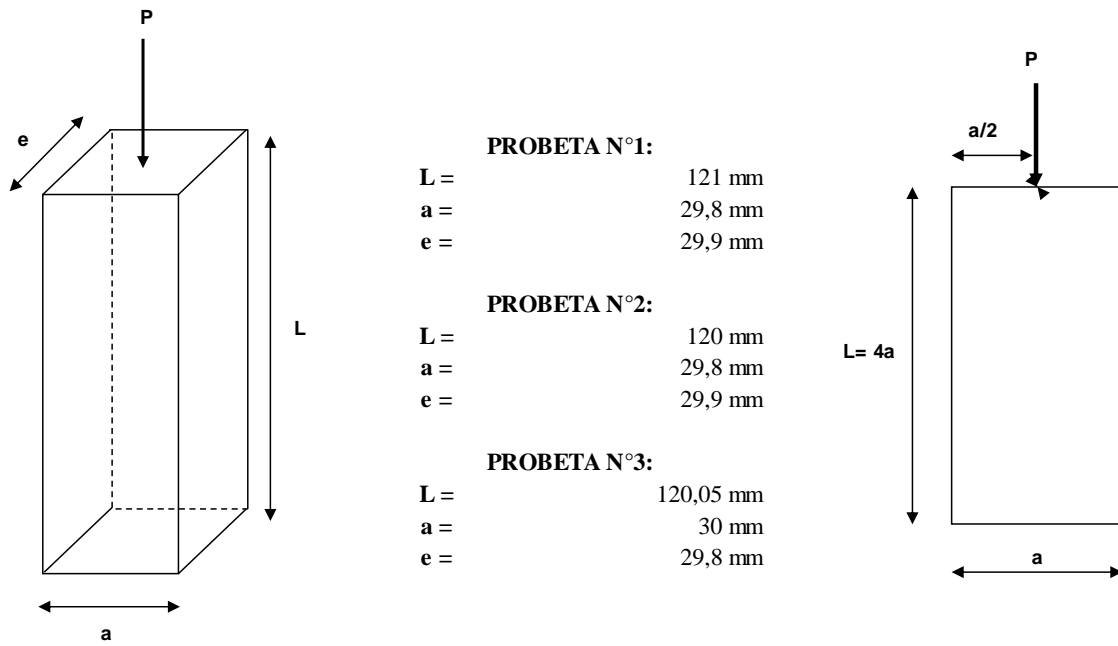


**Fig. 1.- Datos y aplicación de carga en ensayo de compresión simple a panel de hormigón.**

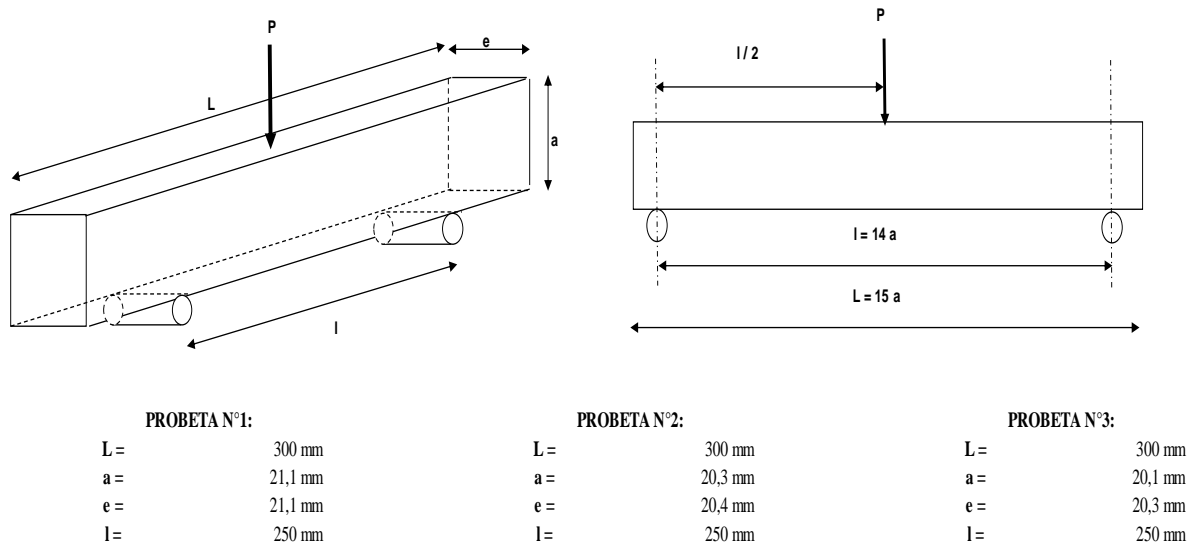


Constante del anillo K: 4,6 kg

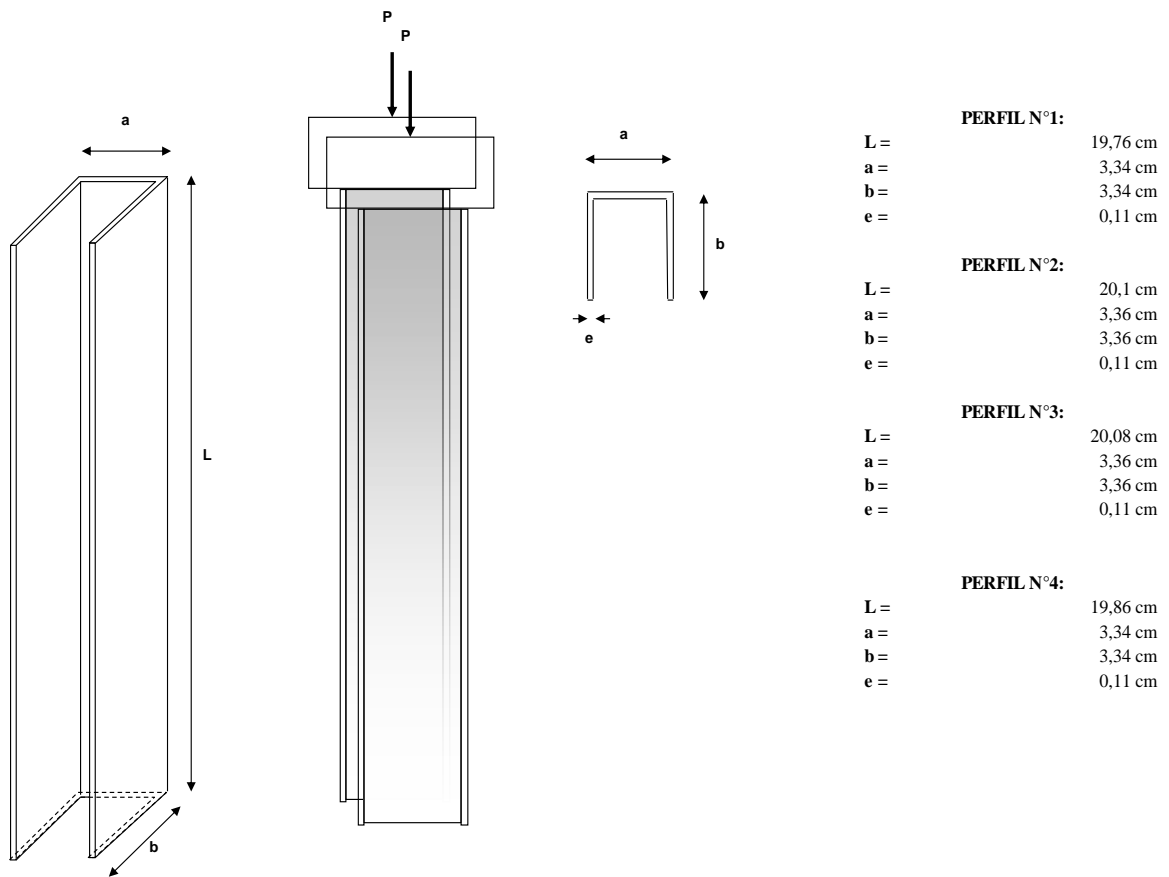
**Fig. 2.- Datos y aplicación de carga en ensayo de flexión a panel de hormigón.**



**Fig. 3.- Datos y aplicación de carga de ensayo de compresión simple en madera.**



**Fig. 4.- Datos y aplicación de carga en ensayo de flexión estática en madera.**



**Fig. 5.- Datos y aplicación de carga en ensayo de compresión en perfil de metal.**

**RESULTADOS Y GRAFICAS DE LOS ENSAYOS DE LABORATORIO.**



## "GEOCONS" LABORATORIO

*Geotecnia - Consultora & Constructora*

Tel: 072-540907

Cel: 0994974048

PROYECTO	EVALUACIÓN Y COMPARACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICO - MECÁNICAS DE LOS MATERIALES UTILIZADOS EN EL SISTEMA PREFABRICADO DENOMINADO "CAJA ESTRUCTURAL" CON LOS MATERIALES TRADICIONALES
SOLICITADO	HUGO L. RUIZ VELEZ
FECHA	16/02/2016

### DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PLACAS DE HORMIGÓN

Nº	UBICACIÓN DESCRIPCIÓN DEL ELEMENTO	LONGITUD (cm)	ALTURA (cm)	SECCIÓN (cm <sup>2</sup> )	CARGA (Kg)	RESIST. COMP. (kg/cm <sup>2</sup> )	DEFECTOS PROBETA
1	Placa de hormigón espesor 3,4 cm	48,50	48,50	164,90	13900	84,29	Ninguno
2	Placa de hormigón espesor 3,4 cm	48,40	48,40	164,56	13050	79,30	Ninguno
3	Placa de hormigón espesor 3,4 cm	48,30	48,30	164,22	7500	45,67	Sup. Irreg.
4	Placa de hormigón espesor 3,4 cm	48,30	48,30	164,22	13250	80,68	Ninguno

Equipo Utilizado: Máquina de Compresión de la Serie Digital ACCU-TEK 500 (equipo de GEOCONS)

ING. RAMIRO JIMÉNEZ  
TÉCNICO LABORATORISTA



HUGO L. RUIZ VELEZ  
ESTUDIANTE



## "GEOCONS" LABORATORIO

Geotecnia - Consultora & Constructora

Tel: 072-540907

Cel: 0994974048

PROYECTO	EVALUACIÓN Y COOMPARACIÓN DE LAS PROPIEDADES FISICO - MECÁNICAS DE LOS MATERIALES UTILIZADOS EN EL SISTEMA PREFABRICADO DENOMINADO "CAJA ESTRUCTURAL" CON LOS MATERIALES TRADICIONALES
SOLICITADO	HUGO L. RUIZ VELEZ
FECHA	16/02/2016

### DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE PLACAS DE HORMIGÓN

Nº	UBICACIÓN DESCRIPCIÓN DEL ELEMENTO	LONGITUD (cm)	ANCHO (cm)	SECCION (cm²)	CARGA (Kg)	RESIST. FLEXIÓN (kg/cm²)	DEFECTOS PROBETA
1	Placa de hormigón espesor 3,4 cm	50,00	24,00	81,60	156	42,27	Ninguno
2	Placa de hormigón espesor 3,4 cm	50,00	24,00	81,60	166	44,75	Ninguno
3	Placa de hormigón espesor 3,4 cm	50,00	24,00	81,60	193	52,21	Ninguno
4	Placa de hormigón espesor 3,4 cm	50,00	24,00	81,60	179	48,48	Ninguno

Equipo Utilizado: Máquina de Compresión de la Serie Digital ACCU-TEK 500 (Equipo de GEOCONS)

ING. RAMIRO JIMÉNEZ  
TÉCNICO LABORATORISTA



HUGO L. RUIZ VELEZ  
ESTUDIANTE



# "GEOCONS" LABORATORIO

Telf: 072-540907

Cel: 0994974048

*Geotecnia - Consultora & Constructora*

## DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD EN MADERAS

<b>PROYECTO:</b>	EVALUACIÓN Y COMPARACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICO - MECÁNICAS DE LOS MATERIALES UTILIZADOS EN EL SISTEMA PREFABRICADO DENOMINADO "CAJA ESTRUCTURAL" CON LOS MATERIALES TRADICIONALES
<b>SOLICITADO:</b>	HUGO L. RUIZ VÉLEZ
<b>FECHA:</b>	16-02-2016

### MADERA DE YUMBINGUE ENSAYO DE COMPRESIÓN PARALELA A LAS FIBRAS

PROBETA NÚMERO	1	2	3
Masa de la muestra humedad en gr. A	96,52	95,56	96,51
Masa de la muestra seca al horno en gr. B	81,03	81,83	81,26
Contenido de Humedad en porcentaje : P	19,12%	16,78%	18,77%
Valor promedio Contenido total de humedad:	18,22%		

Contenido Total de Humedad:  $P = ((A-B)/B) \times 100$


### MADERA DE YUMBINGUE ENSAYO DE FLEXIÓN

PROBETA NÚMERO	1	2	3
Masa de la muestra humedad en gr. A	110,90	105,10	102,77
Masa de la muestra seca al horno en gr. B	94,12	89,18	88,00
Contenido de Humedad en porcentaje : P	17,83%	17,85%	16,78%
Valor promedio Contenido total de humedad:	17,49%		

Contenido Total de Humedad:  $P = ((A-B)/B) \times 100$

  
.....  
ING. RAMIRO JIMÉNEZ  
TECNICO LABORATORISTA



  
.....  
HUGO L. RUIZ VÉLEZ  
ESTUDIANTE



**"GEOCONS" LABORATORIO**

*Geotecnia - Consultora & Constructora*

Tel: 072-540807  
Cel: 0994974048

PROYECTO	EVALUACIÓN Y COMPARACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICO - MECÁNICAS DE LOS MATERIALES UTILIZADOS EN EL SISTEMA PREFABRICADO DENOMINADO "CAJA ESTRUCTURAL" CON LOS MATERIALES TRADICIONALES
SOLICITADO	HUGO L. RUIZ VELEZ
FECHA	16/02/2016

ENSAYO DE COMPRESIÓN PARALELA A LAS FIBRAS EN MADERAS								
MADERA DE YUMBINGUE					PROBETA 1			
DIMENSIONES					ALTURA (cm)	BASE 1 (cm)	BASE 2 (cm)	SECCION (cm <sup>2</sup> )
Carga kg	DEF. TOTAL mm	DEF. TOTAL CORREGIDA	ESF. UNIT. kg / cm <sup>2</sup>	DEF. UNIT. mm/mm	12	2,98	2,99	8,9102
					MOD. ELAST. kg/cm <sup>2</sup>	FACTOR DE CORRELACIÓN		NUMERO DE DATOS
100	0,06350	0,02476249	11,223	2,06354E-04	54388	0		1
200	0,14478	0,04952499	22,446	4,12708E-04	54388	1		2
400	0,33020	0,09904998	44,892	8,25416E-04	54388	0,999500475		3
600	0,46990	0,14857497	67,339	1,23812E-03	54388	0,998149794		4
800	0,65660	0,19809995	89,785	1,65083E-03	54388	0,991535328		5
1000	0,60960	0,24762494	112,231	2,06354E-03	54388	0,979751703		6
1200	0,66040	0,29714993	134,677	2,47625E-03	54388	0,970616221		7
1400	0,71120	0,34667492	157,123	2,88896E-03	54388	0,964973625		8
1600	0,74930	0,39619991	179,569	3,30167E-03	54388	0,959529237		9
1800	0,78740	0,4457249	202,016	3,71437E-03	54388	0,955375899		10
2000	0,82590	0,49524988	224,462	4,12708E-03	54388	0,9526794		11
2200	0,86360	0,54477487	246,908	4,53979E-03	54388	0,95128756		12
2400	0,88900	0,59429986	269,354	4,95250E-03	54388	0,949084451		13
2600	0,93980	0,64382485	291,800	5,36521E-03	54388	0,95019116		14
2800	0,96520	0,69334984	314,247	5,77792E-03	54388	0,950279179		15
3000	1,00330	0,74287483	336,693	6,19062E-03	54388	0,951277986		16
3200	1,04140	0,79239981	359,139	6,60333E-03	54388	0,952672954		17
3400	1,06680	0,8419248	381,585	7,01604E-03	54388	0,953792631		18
3600	1,11760	0,89144979	404,031	7,42875E-03	54388	0,956239071		19
3800	1,15570	0,94097478	426,478	7,84146E-03	54388	0,958719757		20
4000	1,19580	0,99049977	448,924	8,25416E-03	54388	0,961172566		21
4200	1,23190	1,23214762	471,370	1,02679E-02		0,963555824		22
4400	1,27000	1,27024762	493,816	1,05854E-02		0,965842685		23
4600	1,32080	1,32104762	516,262	1,10087E-02		0,968443599		24
4800	1,38430	1,38454762	538,708	1,15379E-02		0,971399796		25
5000	1,43510	1,43534762	561,155	1,19612E-02		0,974151215		26
5070	1,49860	1,49884762	569,011	1,24904E-02		0,976722953		27
4800	1,54940	1,54964762	538,708	1,29137E-02		0,977000284		28
4600	1,56210	1,56234762	516,262	1,30196E-02		0,975571602		29

CARGA MAX: 5070 Kg  
 ESFUERZO UNITARIO AL LIMITE PROPORCIONAL: 448,92 kg / cm<sup>2</sup>  
 DEFORMACION UNITARIA AL LIMITE PROPORCIONAL: 8,25416E-03 mm/mm  
 MODULO DE ELASTICIDAD: 54388 kg / cm<sup>2</sup>

ESFUERZO UNITARIO MAXIMO: 569,011 kg / cm<sup>2</sup>

ING. RAMIRO JIMÉNEZ  
 TÉCNICO LABORATORISTA

HUGO L. RUIZ VELEZ  
 ESTUDIANTE





# "GEOCONS" LABORATORIO

Geotecnia - Consultora & Constructora

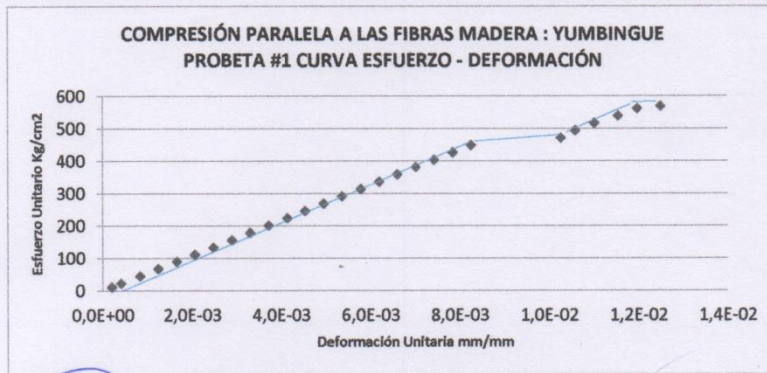
Tel: 072-540907

Cel: 0994974048

PROYECTO	EVALUACIÓN Y COMPARACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICO - MECÁNICAS DE LOS MATERIALES UTILIZADOS EN EL SISTEMA PREFABRICADO DENOMINADO "CAJA ESTRUCTURAL" CON LOS MATERIALES TRADICIONALES
SOLICITADO	HUGO L. RUIZ VELEZ
FECHA	16/02/2016

## ENSAYO DE COMPRESIÓN PARALELA A LAS FIBRAS EN MADERAS

MADERA DE YUMBINGUE	PROBETA 1			
DIMENSIONES	ALTURA (cm)	BASE 1 (cm)	BASE 2 (cm)	SECCION (cm <sup>2</sup> )
	12	2,98	2,99	8,9102



ING. RAMIRO JIMÉNEZ  
TÉCNICO LABORATORISTA



HUGO L. RUIZ VELEZ  
ESTUDIANTE



# "GEOCONS" LABORATORIO

Geotecnia - Consultora & Constructora

Tel: 072-540907  
Cet. 0994974048

PROYECTO	EVALUACIÓN Y COMPARACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICO - MECÁNICAS DE LOS MATERIALES UTILIZADOS EN EL SISTEMA PREFABRICADO DENOMINADO "CAJA ESTRUCTURAL" CON LOS MATERIALES TRADICIONALES
SOLICITADO	HUGO L. RUIZ VELEZ
FECHA	16/02/2016

ENSAYO DE COMPRESIÓN PARALELA A LAS FIBRAS EN MADERAS								
MADERA DE YUMBINGUE					PROBETA 2			
DIMENSIONES					ALTURA (cm) 12	BASE 1 (cm) 2,98	BASE 2 (cm) 2,99	SECCION (cm <sup>2</sup> ) 8,9102
Carga kg	DEF. TOTAL mm	DEF. TOTAL CORREGIDA	ESF. UNIT. kg / cm <sup>2</sup>	DEF. UNIT. mm/mm	MOD. ELAST. kg/cm <sup>2</sup>	FACTOR DE CORRELACIÓN	NUMERO DE DATOS	
100	0,03810	0,01396876	11,223	1,16406E-04	96413	0	1	
200	0,10160	0,02793752	22,446	2,32813E-04	96413	1	2	
400	0,19050	0,05587505	44,892	4,65625E-04	96413	0,995566845	3	
600	0,25400	0,08381257	67,339	6,98438E-04	96413	0,99143863	4	
800	0,30480	0,11175009	89,785	9,31251E-04	96413	0,987782089	5	
1000	0,35560	0,13968761	112,231	1,16406E-03	96413	0,98723026	6	
1200	0,39370	0,16762514	134,677	1,39688E-03	96413	0,984934533	7	
1400	0,41910	0,19556266	157,123	1,62969E-03	96413	0,979767476	8	
1600	0,44450	0,22350018	179,569	1,86250E-03	96413	0,97487057	9	
1800	0,46990	0,25143770	202,016	2,09531E-03	96413	0,97115595	10	
2000	0,48260	0,27937523	224,462	2,32813E-03	96413	0,965231404	11	
2200	0,50800	0,30731275	246,908	2,56094E-03	96413	0,962280745	12	
2400	0,53340	0,33525027	269,354	2,79375E-03	96413	0,961282175	13	
2600	0,54610	0,36318779	291,800	3,02686E-03	96413	0,958958614	14	
2800	0,58420	0,39112532	314,247	3,25938E-03	96413	0,960834802	15	
3000	0,59690	0,41906284	336,693	3,49219E-03	96413	0,961088119	16	
3200	0,60960	0,44700036	359,139	3,72500E-03	96413	0,96040794	17	
3400	0,63500	0,47493788	381,585	3,95782E-03	96413	0,96107037	18	
3600	0,64770	0,50287541	404,031	4,19063E-03	96413	0,960995187	19	
3700	0,66040	0,51684417	415,254	4,30703E-03	96413	0,961847155	20	
3800	0,66294	0,53081293	426,478	4,42344E-03	96413	0,962149921	21	
4000	0,68580	0,55875045	448,924	4,65625E-03	96413	0,962930651	22	
4200	0,69850	0,58668797	471,370	4,88907E-03	96413	0,96317445	23	
4400	0,71120	0,61462550	493,816	5,12188E-03		0,96305529	24	
4500	0,71120	0,62859426	505,039	5,23829E-03		0,96250698	25	
4700	0,73660	0,65653178	527,485	5,47110E-03		0,962898237	26	
4800	0,73914	0,67050054	538,708	5,58750E-03		0,963005404	27	
5000	0,76200	0,69843806	561,155	5,82032E-03		0,963642953	28	
5200	0,78740	0,72637559	583,601	6,05313E-03		0,964830416	29	
5400	0,81200	0,75431311	606,047	6,28594E-03		0,966387996	30	
5600	0,85852	0,78225063	628,493	6,51876E-03		0,968872702	31	
5630	0,86360	0,86373969	631,860	7,19783E-03		0,970972141	32	
5500	0,88392	0,88405969	617,270	7,36716E-03		0,972823777	33	

CARGA MAX:  
 ESFUERZO UNITARIO AL LIMITE PROPORCIONAL :  
 DEFORMACION UNITARIA AL LIMITE PROPORCIONAL:  
 MODULO DE ELASTICIDAD :

5630 Kg  
 471,370 kg / cm<sup>2</sup>  
 4,88907E-03 mm/mm  
 96413 kg / cm<sup>2</sup>

ESFUERZO UNITARIO MAXIMO : 631,860 kg / cm<sup>2</sup>

ING. RAMIRO JIMÉNEZ  
 TÉCNICO LABORATORISTA



HUGO L. RUIZ VELEZ  
 ESTUDIANTE



# "GEOCONS" LABORATORIO

Geotecnia - Consultora & Constructora

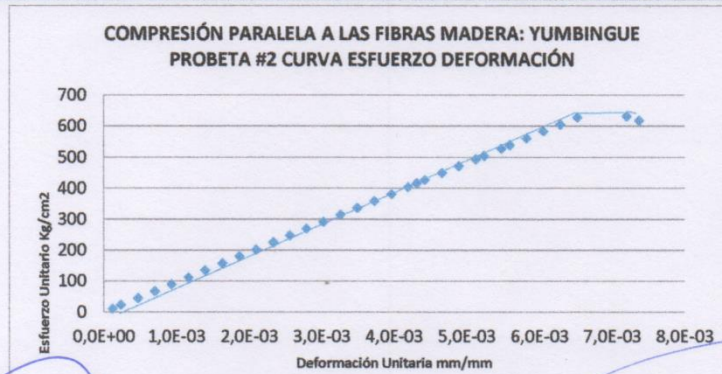
Tel: 072-540907

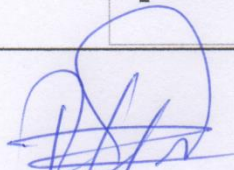
Cel: 0994974048

PROYECTO	EVALUACIÓN Y COMPARACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICO - MECÁNICAS DE LOS MATERIALES UTILIZADOS EN EL SISTEMA PREFABRICADO DENOMINADO "CAJA ESTRUCTURAL" CON LOS MATERIALES TRADICIONALES
SOLICITADO	HUGO L. RUIZ VELEZ
FECHA	16/02/2016

## ENSAYO DE COMPRESIÓN PARALELA A LAS FIBRAS EN MADERAS

MADERA DE YUMBINGUE	PROBETA 2			
DIMENSIONES	ALTURA (cm)	BASE 1 (cm)	BASE 2 (cm)	SECCION (cm <sup>2</sup> )
	12	2,98	2,99	8,9102



  
.....  
ING. RAMIRO JIMÉNEZ  
TÉCNICO LABORATORISTA



  
.....  
HUGO L. RUIZ VELEZ  
ESTUDIANTE



# "GEOCONS" LABORATORIO

Geotecnia - Consultora & Constructora

Tel: 072-540807  
Cel: 0994574048

PROYECTO	EVALUACIÓN Y COMPARACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICO - MECÁNICAS DE LOS MATERIALES UTILIZADOS EN EL SISTEMA PREFABRICADO DENOMINADO "CAJA ESTRUCTURAL" CON LOS MATERIALES TRADICIONALES
SOLICITADO	HUGO L. RUIZ VELEZ
FECHA	16/02/2016

ENSAYO DE COMPRESIÓN PARALELA A LAS FIBRAS EN MADERAS								
MADERA DE YUMBINGUE					PROBETA 3			
DIMENSIONES					ALTURA (cm) 12	BASE 1 (cm) 3,00	BASE 2 (cm) 2,98	SECCION (cm <sup>2</sup> ) 8,94
Carga kg	DEF. TOTAL mm	DEF. TOTAL CORREGIDA	ESF. UNIT. kg / cm <sup>2</sup>	DEF. UNIT. mm/mm	MOD. ELAST. kg/cm <sup>2</sup>	FACTOR DE CORRELACIÓN	NUMERO DE DATOS	
100	0,02540	0,01413276	11,186	1,17773E-04	94977	0	1	
200	0,06350	0,02826552	22,371	2,35546E-04	94977	1	2	
400	0,11430	0,05653105	44,743	4,71092E-04	94977	0,994191626	3	
600	0,15240	0,08479657	67,114	7,06638E-04	94977	0,991489207	4	
800	0,19050	0,11306210	89,485	9,42184E-04	94977	0,992517571	5	
1000	0,22860	0,14132762	111,857	1,17773E-03	94977	0,994033222	6	
1200	0,25400	0,16959315	134,228	1,41328E-03	94977	0,992205527	7	
1400	0,28194	0,19788867	156,600	1,64882E-03	94977	0,991096047	8	
1600	0,30480	0,22612420	178,971	1,66437E-03	94977	0,989423758	9	
1800	0,33020	0,25438972	201,342	2,11991E-03	94977	0,988688985	10	
2000	0,35560	0,28265525	223,714	2,35546E-03	94977	0,988591968	11	
2200	0,38354	0,31092077	246,085	2,59101E-03	94977	0,989272093	12	
2400	0,40640	0,3391863	268,456	2,82655E-03	94977	0,989641647	13	
2600	0,43180	0,36745182	290,828	3,06210E-03	94977	0,990194102	14	
2800	0,45720	0,39571735	313,199	3,29764E-03	94977	0,990833058	15	
3000	0,48260	0,42398287	335,570	3,53319E-03	94977	0,991499309	16	
3200	0,50800	0,45224840	357,942	3,76870E-03	94977	0,992157501	17	
3400	0,53340	0,48051392	380,313	4,00428E-03	94977	0,992787443	18	
3600	0,55880	0,50877945	402,685	4,23983E-03	94977	0,993378506	19	
3800	0,58674	0,53704497	425,056	4,47537E-03	94977	0,994011629	20	
4000	0,61214	0,56531049	447,427	4,71092E-03	94977	0,994563329	21	
4200	0,64770	0,59357602	469,799	4,94647E-03	94977	0,995258808	22	
4400	0,68072	0,62184154	492,170	5,18201E-03	94977	0,995822745	23	
4600	0,71374	0,65010707	514,541	5,41756E-03	94977	0,996325849	24	
4800	0,76200	0,67837259	536,913	5,65310E-03	94977	0,996558194	25	
5000	0,81788	0,88076919	559,284	7,33974E-03		0,996200177	26	
5200	0,90170	0,96458919	581,655	8,03824E-03		0,9939863	27	
5400	1,21920	1,28208919	604,027	1,06841E-02		0,965712214	28	
5480	1,47320	1,53608919	612,975	1,28007E-02		0,928767493	29	
5300	1,52400	1,58688919	592,841	1,32241E-02		0,907384287	30	
5200	1,57480	1,63768919	581,655	1,36474E-02		0,893214423	31	
5100	1,60020	1,66308919	570,470	1,38591E-02		0,883605344	32	
5000	1,61290	1,67578919	559,284	1,39649E-02		0,876581802	33	

CARGA MAX:  
 ESFUERZO UNITARIO AL LIMITE PROPORCIONAL: 536,913 kg / cm<sup>2</sup>  
 DEFORMACION UNITARIA AL LIMITE PROPORCIONAL: 5,65310E-03 mm/mm  
 MODULO DE ELASTICIDAD: 94977 kg / cm<sup>2</sup>

ESFUERZO UNITARIO MAXIMO: 612,98 kg / cm<sup>2</sup>

ING RAMIRO JIMÉNEZ  
 TÉCNICO LABORATORISTA



HUGO L. RUIZ VELEZ  
 ESTUDIANTE



# "GEOCONS" LABORATORIO

Geotecnia - Consultora & Constructora

Tel: 072-540907

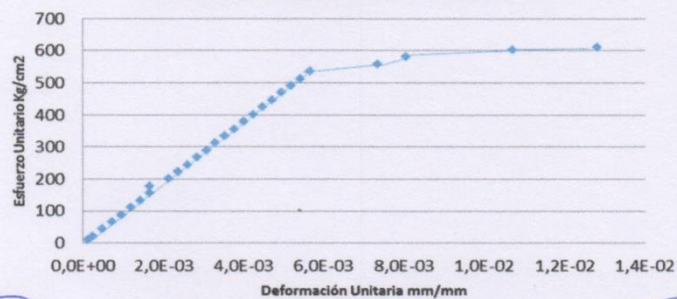
Cel: 0994974048

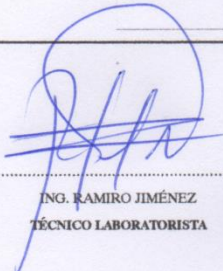
PROYECTO	EVALUACIÓN Y COMPARACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICO - MECÁNICAS DE LOS MATERIALES UTILIZADOS EN EL SISTEMA PREFABRICADO DENOMINADO "CAJA ESTRUCTURAL" CON LOS MATERIALES TRADICIONALES
SOLICITADO	HUGO L. RUIZ VELEZ
FECHA	16/02/2016

## ENSAYO DE COMPRESIÓN PARALELA A LAS FIBRAS EN MADERAS

MADERA DE YUMBINGUE	PROBETA 3			
DIMENSIONES	ALTURA (cm)	BASE 1 (cm)	BASE 2 (cm)	SECCION (cm <sup>2</sup> )
	12	3,00	2,98	8,94

COMPRESIÓN PARALELA A LAS FIBRAS MADERA: YUMBINGUE  
PROBETA # 3 CURVA ESFUERZO - DEFORMACIÓN



  
ING. RAMIRO JIMÉNEZ  
TÉCNICO LABORATORISTA



  
HUGO L. RUIZ VELEZ  
ESTUDIANTE



# "GEOCONS" LABORATORIO

Geotecnia - Consultora & Constructora

Tel: 072-540807  
Cel: 0984974048

PROYECTO	EVALUACIÓN Y COMPARACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICO - MECANICAS DE LOS MATERIALES UTILIZADOS EN EL SISTEMA PREFABRICADO DENOMINADO "CAJA ESTRUCTURAL" CON LOS MATERIALES TRADICIONALES
SOLICITADO	HUGO L. RUIZ VELEZ
FECHA	16/02/2016

## ENSAYO DE FLEXIÓN EN MADERAS

MADERA DE YUMBINGUE

PROBETA 1

DIMENSIONES					LUZ (cm) 30,00	BASE (cm) 2,030	ESPESOR (cm) 2,04	SECCION (cm <sup>2</sup> ) 4,1412
Carga kg	FLECHA mm	FLECHA CORREGIDA	MOMENTO kg - cm	ESF. UNIT. kg/cm <sup>2</sup>	ESF. CORT. kg/cm <sup>2</sup>	MOD. ELAST. kg/cm <sup>2</sup>	DEF. UNIT. mm/mm	
20	0,0508	0,29927439	150	106,53	3,62	261745	4,07E-04	
30	0,0889	0,44891158	225	159,80	5,43	261745	6,11E-04	
40	0,2159	0,59854877	300	213,07	7,24	261745	8,14E-04	
50	0,3937	0,74818596	375	266,33	9,06	261745	1,02E-03	
60	0,5207	0,89782316	450	319,60	10,87	261745	1,22E-03	
70	0,6731	1,04746035	525	372,87	12,68	261745	1,42E-03	
80	0,8001	1,19709754	600	426,13	14,49	261745	1,63E-03	
90	0,9525	1,34673474	675	479,40	16,3	261745	1,83E-03	
100	1,0922	1,49637193	750	532,67	18,11	261745	2,04E-03	
110	1,2446	1,64600912	825	585,93	19,92	261745	2,24E-03	
120	1,3970	1,79564632	900	639,20	21,73	261745	2,44E-03	
130	1,9050	2,06610857	975	622,74	21,9	214271	2,91E-03	
140	2,0574	2,22544000	1050	670,85	23,58	214271	3,13E-03	
150	2,2352	2,38397143	1125	718,55	25,27	214271	3,35E-03	
160	2,4890	2,54290286	1200	766,45	26,95	214271	3,58E-03	
170	2,5908	2,70183429	1275	814,36	28,64	214271	3,60E-03	
180	2,7178	2,86076571	1350	862,26	30,32	214271	4,02E-03	
190	2,8448	3,01969714	1425	910,16	32,01	214271	4,25E-03	
200	3,0734	3,17662657	1500	958,07	33,69	214271	4,47E-03	
210	3,2766	3,33756000	1575	1005,97	35,38	214271	4,69E-03	
220	3,5306	3,64381143	1650	1053,87				
230	3,7846	3,89781143	1725	1101,78				
240	4,0894	4,20261143	1800	1149,68				
250	4,4196	4,53281143	1875	1197,58				
260	4,8768	4,99001143	1950	1245,48				
270	5,4864	5,59961143	2025	1293,39				
280	5,9690	6,08221143	2100	1341,29				
290	6,7056	6,81881143	2175	1389,19				
300	7,8740	7,98721143	2250	1437,10				

CARGA MAX: 300 Kg  
 ESFUERZO UNITARIO AL LIMITE PROPORCIONAL : 1005,970 kg / cm<sup>2</sup>  
 DEFORMACION UNITARIA AL LIMITE PROPORCIONAL: 3,33756 mm/mm  
 MODULO DE ELASTICIDAD : 214271 kg / cm<sup>2</sup>

ING. RAMIRO JIMÉNEZ  
 TÉCNICO LABORATORISTA



HUGO L. RUIZ VELEZ  
 ESTUDIANTE



# "GEOCONS" LABORATORIO

Geotecnia - Consultora & Constructora

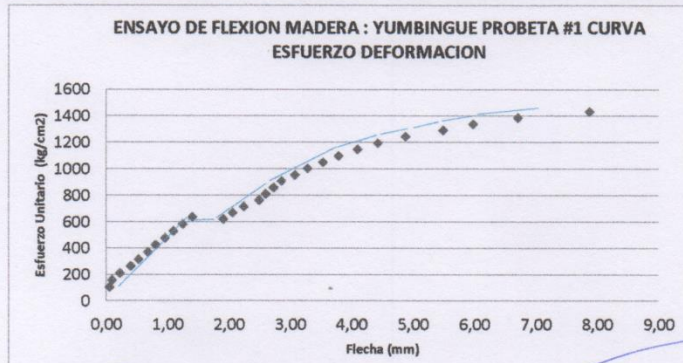
Tel: 072-540907


Cel: 0994974048

PROYECTO	EVALUACIÓN Y COMPARACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICO - MECANICAS DE LOS MATERIALES UTILIZADOS EN EL SISTEMA PREFABRICADO DENOMINADO "CAJA ESTRUCTURAL" CON LOS MATERIALES TRADICIONALES
SOLICITADO	HUGO L. RUIZ VELEZ
FECHA	16/02/2016

## ENSAYO DE FLEXIÓN EN MADERAS

MADERA DE YUMBINGUE	PROBETA #1			
DIMENSIONES	LUZ (cm)	BASE (cm)	ESPESOR (cm)	SECCION (cm <sup>2</sup> )
	30,00	2,030	2,04	4,1412



  
ING. RAMIRO JIMÉNEZ  
TÉCNICO LABORATORISTA



  
HUGO L. RUIZ VELEZ  
ESTUDIANTE



# "GEOCONS" LABORATORIO

*Geotecnia - Consultora & Constructora*

Tel: 072-540907  
Cel: 0994974048

PROYECTO	EVALUACIÓN Y COMPARACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICO - MECANICAS DE LOS MATERIALES UTILIZADOS EN EL SISTEMA PREFABRICADO DENOMINADO "CAJA ESTRUCTURAL" CON LOS MATERIALES TRADICIONALES
SOLICITADO	HUGO L. RUIZ VELEZ
FECHA	16/02/2016

ENSAYO DE FLEXIÓN EN MADERAS								
MADERA DE YUMBINGUE					PROBETA 2			
DIMENSIONES					LUZ (cm) 30,00	BASE (cm) 2,010	ESPESOR (cm) 2,03	SECCION (cm²) 4,0803
Carga kg	FLECHA mm	FLECHA CORREGIDA	MOMENTO kg - cm	ESF. UNIT. kg/cm²	ESF. CORT. kg/cm²	MOD. ELAST. kg/cm²	DEF. UNIT. mm/mm	
20	0,1016	0,46444647	150	108,66	3,68	172868	6,29E-04	
30	0,2032	69666971	225	162,98	5,51	172868	9,43E-04	
40	0,3556	0,92889294	300	217,31	7,35	172868	1,26E-03	
50	0,6350	1,16111618	375	271,64	9,19	172868	1,57E-03	
60	0,8128	1,39333941	450	325,97	11,03	172868	1,89E-03	
70	1,0414	1,62556265	525	380,30	12,87	172868	2,20E-03	
80	1,3462	1,85778588	600	434,62	14,7	172868	2,51E-03	
90	1,5240	2,09000912	675	488,95	16,54	172868	2,83E-03	
100	1,8542	2,32223235	750	543,28	18,38	172868	3,14E-03	
110	2,0320	2,55445559	825	597,61	20,22	172868	3,46E-03	
120	2,3368	2,78667882	900	651,94	22,06	172868	3,77E-03	
130	2,4892	3,01890206	975	706,27	23,90	172868	4,09E-03	
140	2,7178	3,25112529	1050	760,59	25,73	172868	4,40E-03	
150	2,9210	3,48334853	1125	814,92	27,57	172868	4,71E-03	
160	3,2258	3,71557176	1200	869,25	29,41	172868	5,03E-03	
170	3,5052	3,94779500	1275	923,58	31,25	172868	5,34E-03	
180	3,8100	4,32225824	1350	977,91				
190	4,0640	4,57625824	1425	1032,23				
200	4,4450	4,95725824	1500	1086,56				
210	4,8260	5,33825824	1575	1140,89				
220	5,2832	5,79545824	1650	1195,22				
230	6,0452	6,55745824	1725	1249,55				
240	6,7056	7,21785824	1800	1303,87				

CARGA MAX: 260 Kg  
 ESFUERZO UNITARIO AL LIMITE PROPORCIONAL : 923,580 kg / cm²  
 DEFORMACION UNITARIA AL LIMITE PROPORCIONAL: 5,34E-03 mm/mm  
 MODULO DE ELASTICIDAD : 172868 kg / cm²

ING RAMIRO JIMÉNEZ  
TÉCNICO LABORATORISTA



HUGO L. RUIZ VELEZ  
ESTUDIANTE



# "GEOCONS" LABORATORIO

Geotecnia - Consultora & Constructora

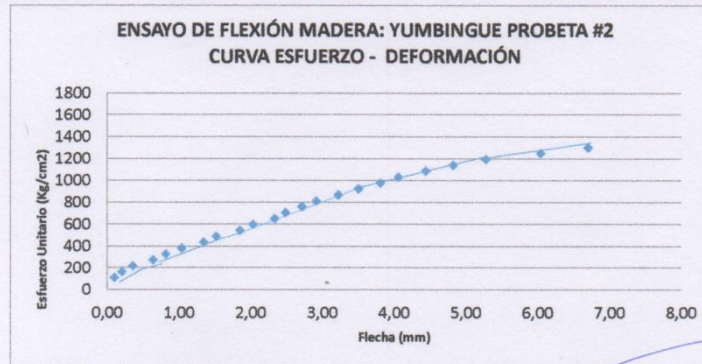
Tel: 072-540907

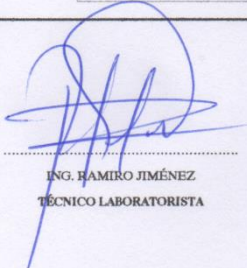
Cel: 0994974048

PROYECTO	EVALUACIÓN Y COMPARACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICO - MECANICAS DE LOS MATERIALES UTILIZADOS EN EL SISTEMA PREFABRICADO DENOMINADO "CAJA ESTRUCTURAL" CON LOS MATERIALES TRADICIONALES
SOLICITADO	HUGO L. RUIZ VELEZ
FECHA	16/02/2016

## ENSAYO DE FLEXIÓN EN MADERAS

MADERA DE YUMBINGUE	PROBETA 2			
DIMENSIONES	LUZ (cm)	BASE (cm)	ESPESOR (cm)	SECCION (cm <sup>2</sup> )
	30,00	2,010	2,03	4,0803



  
ING. HAMIRO JIMÉNEZ  
TÉCNICO LABORATORISTA



  
HUGO L. RUIZ VELEZ  
ESTUDIANTE



# "GEOCONS" LABORATORIO

Geotecnia - Consultora & Constructora

Tel: 072-540907


Cel: 0994974048

PROYECTO	EVALUACIÓN Y COMPARACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICO - MECANICAS DE LOS MATERIALES UTILIZADOS EN EL SISTEMA PREFABRICADO DENOMINADO "CAJA ESTRUCTURAL" CON LOS MATERIALES TRADICIONALES
SOLICITADO	HUGO L. RUIZ VELEZ
FECHA	16/02/2016


## ENSAYO DE FLEXIÓN EN MADERAS

MADERA DE YUMBINGUE					PROBETA 3			
DIMENSIONES					LUZ (cm) 30,00	BASE (cm) 2,010	ESPESOR (cm) 2,03	SECCION (cm²) 4,0803
Carga kg	FECHA mm	FLECHA CORREGIDA	MOMENTO kg - cm	ESF. UNIT. kg/cm²	ESF. CORT. kg/cm²	MOD. ELAST. kg/cm²	DEF. UNIT. mm/mm	
20	0,1016	0,46444647	150	108,66	3,68	172868	6,29E-04	
30	0,2032	69666971	225	162,98	5,51	172868	9,43E-04	
40	0,3556	0,92889294	300	217,31	7,35	172868	1,26E-03	
50	0,6350	1,16111618	375	271,64	9,19	172868	1,57E-03	
60	0,8128	1,39333941	450	325,97	11,03	172868	1,89E-03	
70	1,0414	1,62556265	525	380,30	12,87	172868	2,20E-03	
80	1,3462	1,85778588	600	434,62	14,7	172868	2,51E-03	
90	1,5240	2,09000912	675	488,95	16,54	172868	2,83E-03	
100	1,8542	2,32223235	750	543,28	18,38	172868	3,14E-03	
110	2,0320	2,55445559	825	597,61	20,22	172868	3,46E-03	
120	2,3368	2,78667882	900	651,94	22,06	172868	3,77E-03	
130	2,4892	3,01890206	975	706,27	23,90	172868	4,09E-03	
140	2,7178	3,25112529	1050	760,59	25,73	172868	4,40E-03	
150	2,9210	3,48334853	1125	814,92	27,57	172868	4,71E-03	
160	3,2258	3,71557176	1200	869,25	29,41	172868	5,03E-03	
170	3,5052	3,94779500	1275	923,58	31,25	172868	5,34E-03	
180	3,8100	4,32225824	1350	977,91				
190	4,0640	4,57625824	1425	1032,23				
200	4,4450	4,95725824	1500	1086,56				
210	4,8260	5,33825824	1575	1140,89				
220	5,2832	5,79545824	1650	1195,22				
230	6,0452	6,55745824	1725	1249,55				
240	6,7056	7,211785824	1800	1303,87				
250	7,7978	8,31005824	1875	1358,20				
260	9,3980	9,9102584	1950	1412,53				

CARGA MAX: 260 Kg  
 ESFUERZO UNITARIO AL LIMITE PROPORCIONAL: 1140,890 kg / cm²  
 DEFORMACION UNITARIA AL LIMITE PROPORCIONAL: 5,338258 mm/mm  
 MODULO DE ELASTICIDAD: 172868 kg / cm²

  
 ING. RAMIRO JIMÉNEZ  
 TÉCNICO LABORATORISTA



  
 HUGO L. RUIZ VELEZ  
 ESTUDIANTE



# "GEOCONS" LABORATORIO

Geotecnia - Consultora & Constructora

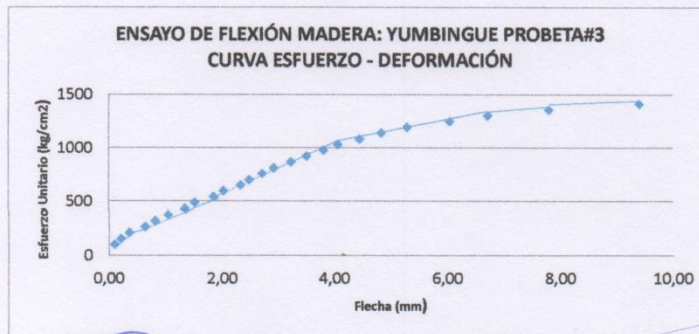
Tel: 072-540907

Cel: 0994974048

PROYECTO	EVALUACIÓN Y COMPARACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICO - MECANICAS DE LOS MATERIALES UTILIZADOS EN EL SISTEMA PREFABRICADO DENOMINADO "CAJA ESTRUCTURAL" CON LOS MATERIALES TRADICIONALES
SOLICITADO	HUGO L. RUIZ VELEZ
FECHA	16/02/2016

## ENSAYO DE FLEXIÓN EN MADERAS

MADERA DE YUMBINGUE	PROBETA 3			
DIMENSIONES	LUZ (cm)	BASE (cm)	ESPESOR (cm)	SECCION (cm <sup>2</sup> )
	30,00	2,010	2,03	4,0803



ING. RAMIRO JIMÉNEZ  
TÉCNICO LABORATORISTA



HUGO L. RUIZ VELEZ  
ESTUDIANTE



## "GEOCONS" LABORATORIO

*Ingeniería - Consultora & Constructora*

Tel: 072-540907

Cel: 0994974048

PROYECTO	EVALUACIÓN Y COMPARACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICO - MECÁNICAS DE LOS MATERIALES UTILIZADOS EN EL SISTEMA PREFABRICADO DENOMINADO "CAJA ESTRUCTURAL" CON LOS MATERIALES TRADICIONALES
SOLICITADO	HUGO L. RUIZ VELEZ
FECHA	16/02/2016

### ENSAYO DE COMPRESIÓN EN PERFILES

PERFIL DE ALUMINIO				PROBETA 1				
DIMENSIONES				ESPESOR (cm) 0,11	ALTURA (cm) 19,76	BASE 1 (cm) 3,34	BASE 2 (cm) 3,34	SECCION (cm²) 1,1022
Carga kg	DEF. TOTAL mm	DEF. TOTAL CORREGIDA	ESF. UNIT. kg / cm²	DEF. UNIT. mm/mm	MOD. ELAST. kg/cm²	FACTOR DE CORRELACIÓN		
100	0,12700	0,08763000	90,73	4,43472E-04	204585	0		
200	0,27940	0,17526000	181,46	8,86943E-04	204585	1		
300	0,36830	0,26289000	272,18	1,33041E-03	204585	0,988654046		
400	0,45720	0,35052000	362,91	1,77389E-03	204585	0,989778267		
500	0,52070	0,43815000	453,64	2,21736E-03	204585	0,986763374		
600	0,59690	0,52578000	544,37	2,66083E-03	204585	0,98829498		
700	0,68580	0,61341000	635,09	3,10430E-03	204585	0,991656244		
800	0,77470	0,70104000	725,82	3,54773E-03	204585	0,994191626		
900	0,87630	0,78867000	816,55	3,99124E-03	204585	0,995929214		
1000	0,88900	0,80645000	907,28	4,08122E-03	204585	0,994043134		
1100	0,93980	0,85725000	998,00	4,33831E-03	204585	0,992189159		
1200	1,00330	0,92075000	1088,73	4,65967E-03	204585	0,991561998		
1300	1,06680	0,98425000	1179,46	4,98102E-03	204585	0,991592902		
1400	1,13030	1,04775000	1270,19	5,30238E-03	204585	0,991962749		
1410	1,21920	1,13665000	1279,26	5,75228E-03	204585	0,99294597		

CARGA MAX: 1410 Kg ESFUERZO UNITARIO MAXIMO : 1279,260 kg / cm²

ESFUERZO UNITARIO AL LIMITE PROPORCIONAL : 816,549 kg / cm²

DEFORMACION UNITARIA AL LIMITE PROPORCIONAL: 3,99124E-03 mm/mm

MODULO DE ELASTICIDAD : 204585 kg / cm²

.....  
 ING. RAMIRO JIMÉNEZ  
 TÉCNICO LABORATORISTA



.....  
 HUGO L. RUIZ VELEZ  
 ESTUDIANTE



# "GEOCONS" LABORATORIO

Geotecnia - Consultora & Constructora

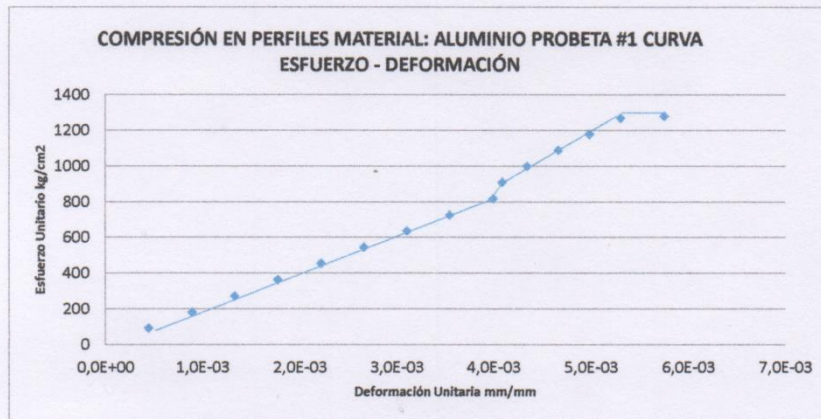
Tel: 072-540907


Cel: 0994974048

PROYECTO	EVALUACIÓN Y COMPARACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICO - MECÁNICAS DE LOS MATERIALES UTILIZADOS EN EL SISTEMA PREFABRICADO DENOMINADO "CAJA ESTRUCTURAL" CON LOS MATERIALES TRADICIONALES
SOLICITADO	HUGO L. RUIZ VELEZ
FECHA	16/02/2016

## ENSAYO DE COMPRESIÓN EN PERFILES

PERFIL DE ALUMINIO		PROBETA 1			
DIMENSIONES	ESPESOR (cm)	ALTURA (cm)	BASE 1 (cm)	BASE 2 (cm)	SECCION (cm <sup>2</sup> )
	0,11	19,76	3,34	3,34	1,1022



  
ING. RAMIRO JIMÉNEZ  
TÉCNICO LABORATORISTA



  
HUGO L. RUIZ VELEZ  
ESTUDIANTE



## "GEOCONS" LABORATORIO

Geotecnia - Consultora & Constructora

Tel: 072-540907

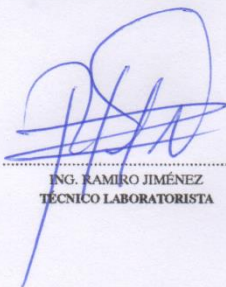
Cel: 0994974048

PROYECTO	EVALUACIÓN Y COMPARACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICO - MECÁNICAS DE LOS MATERIALES UTILIZADOS EN EL SISTEMA PREFABRICADO DENOMINADO "CAJA ESTRUCTURAL" CON LOS MATERIALES TRADICIONALES
SOLICITADO	HUGO L. RUIZ VELEZ
FECHA	16/02/2016

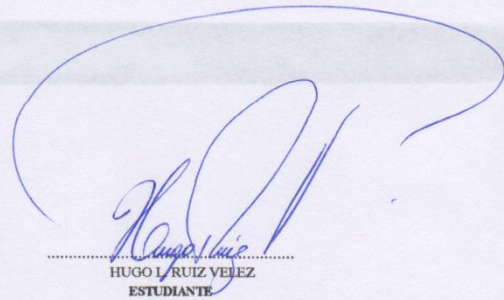
### ENSAYO DE COMPRESIÓN EN PERFILES

PERFIL DE ALUMINIO				PROBETA 2				
DIMENSIONES				ESPESOR (cm)	ALTURA (cm)	BASE 1 (cm)	BASE 2 (cm)	SECCION (cm <sup>2</sup> )
				0,11	20,1	3,36	3,34	1,1044
Carga	DEF. TOTAL	DEF. TOTAL	ESF. UNIT.	DEF. UNIT.	MOD. ELAST.	FACTOR DE		
kg	mm	CORREGIDA	kg / cm <sup>2</sup>	mm/mm	kg/cm <sup>2</sup>	CORRELACIÓN		
100	0,17780	0,08401299	90,547	4,17975E-04	216632	0		
200	0,21590	0,16802598	181,094	8,35950E-04	216632	1		
300	0,27940	0,25203897	271,641	1,25393E-03	216632	0,989743319		
400	0,36830	0,33605196	362,188	1,67190E-03	216632	0,984374039		
500	0,44450	0,42006495	452,735	2,08988E-03	216632	0,990533932		
600	0,53340	0,50407794	543,281	2,50785E-03	216632	0,99284988		
700	0,63500	0,58809093	633,828	2,92583E-03	216632	0,993112411		
800	0,73660	0,67210392	724,375	3,34380E-03	216632	0,993533618		
900	0,83820	0,75611691	814,922	3,76178E-03	216632	0,994176272		
1000	0,93980	0,84012990	905,469	4,17975E-03	216632	0,994881006		
1100	1,00330	0,92414289	996,016	4,59773E-03	216632	0,996161892		
1200	1,07950	1,00815588	1086,563	5,01570E-03	216632	0,997011895		
1300	1,14300	1,09216887	1177,110	5,43368E-03	216632	0,997383471		
1400	1,21920	1,17618186	1267,657	5,85165E-03	216632	0,997651558		
1500	1,29540	1,26019485	1358,204	6,26963E-03	216632	0,997860772		
1600	1,37160	1,34420748	1448,750	6,68760E-03	216632	0,998034595		
1700	1,48590	1,42822083	1539,297	7,10558E-03	216632	0,998361735		
1720	1,57480	1,52110515	1557,407	7,56769E-03		0,997936602		

CARGA MAX: 1720 Kg      ESFUERZO UNITARIO MAXIMO : 1557,407 kg / cm<sup>2</sup>  
 ESFUERZO UNITARIO AL LIMITE PROPORCIONAL : 1539,30 kg / cm<sup>2</sup>  
 DEFORMACION UNITARIA AL LIMITE PROPORCIONAL: 7,10558E-03 mm/mm  
 MODULO DE ELASTICIDAD : 216632 kg / cm<sup>2</sup>

  
 ING. RAMIRO JIMÉNEZ  
 TÉCNICO LABORATORISTA



  
 HUGO L. RUIZ VELEZ  
 ESTUDIANTE



# "GEOCONS" LABORATORIO

Geotecnia - Consultora & Constructora

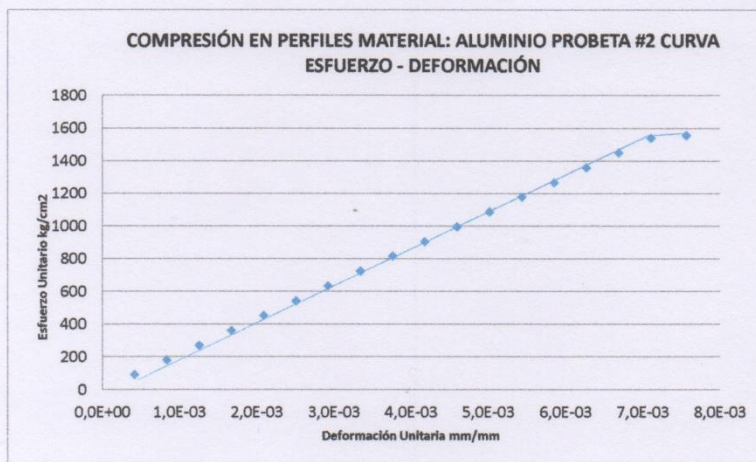
Tel: 072-540907

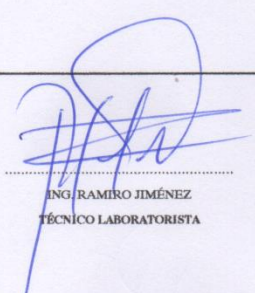
Cel: 0994974048

PROYECTO	EVALUACIÓN Y COMPARACIÓN DE LAS PROPIEDADES FISICO - MECÁNICAS DE LOS MATERIALES UTILIZADOS EN EL SISTEMA PREFABRICADO DENOMINADO "CAJA ESTRUCTURAL" CON LOS MATERIALES TRADICIONALES
SOLICITADO	HUGO L. RUIZ VELEZ
FECHA	16/02/2016

## ENSAYO DE COMPRESIÓN EN PERFILES

PERFIL DE ALUMINIO		PROBETA 1			
DIMENSIONES	ESPESOR (cm)	ALTURA (cm)	BASE 1 (cm)	BASE 2 (cm)	SECCION (cm <sup>2</sup> )
	0,11	19,76	3,36	3,34	1,1044



  
ING. RAMIRO JIMÉNEZ  
TÉCNICO LABORATORISTA



  
HUGO L. RUIZ VELEZ  
ESTUDIANTE



# "GEOCONS" LABORATORIO

Geotecnia - Consultora & Constructora

Tel: 072-540907

Cel: 0994974048


PROYECTO	EVALUACIÓN Y COMPARACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICO - MECÁNICAS DE LOS MATERIALES UTILIZADOS EN EL SISTEMA PREFABRICADO DENOMINADO "CAJA ESTRUCTURAL" CON LOS MATERIALES TRADICIONALES
SOLICITADO	HUGO L. RUIZ VELEZ
FECHA	16/02/2016

ENSAYO DE COMPRESIÓN EN PERFILES								
PERFIL DE ALUMINIO				PROBETA 3				
DIMENSIONES				ESPESOR (cm)	ALTURA (cm)	BASE 1 (cm)	BASE 2 (cm)	SECCION (cm <sup>2</sup> )
				0,11	20,08	3,36	3,32	1,078
Carga	DEF. TOTAL	DEF. TOTAL	ESF. UNIT.	DEF. UNIT.	MOD. ELAST.	FACTOR DE		
kg	mm	CORREGIDA	kg / cm <sup>2</sup>	mm/mm	kg/cm <sup>2</sup>	CORRELACIÓN		
100	0,01270	0,01974273	92,764	9,83204E-05	943491	0		
200	0,02540	0,03948545	185,529	1,96641E-04	943491	1		
300	0,06350	0,05922818	278,293	2,94960E-04	943491	0,960768923		
400	0,07620	0,07897091	371,058	3,93281E-04	943491	0,97618706		
500	0,08890	0,09871364	463,822	4,91602E-04	943491	0,977355355		
600	0,10160	0,11845636	556,586	5,89922E-04	943491	0,978180094		
700	0,12700	0,13819909	649,351	6,88242E-04	943491	0,98630671		
800	0,15240	0,15794182	742,115	7,86563E-04	943491	0,99040584		
900	0,16510	0,17768455	834,879	8,84883E-04	943491	0,993076683		
1000	0,19050	0,19742727	927,644	9,83204E-04	943491	0,994834042		
1100	0,21590	0,21717000	1020,408	1,08152E-03	943491	0,995600492		
1200	0,25400	0,26162000	1113,173	1,30289E-03		0,99344911		
1300	0,30480	0,31242000	1205,937	1,55588E-03		0,987694421		
1400	0,36830	0,37592000	1298,701	1,87211E-03		0,97616801		
1500	0,40640	0,41402000	1391,466	2,06185E-03		0,973906593		
1600	0,45720	0,46482000	1484,230	2,31484E-03		0,972661141		
1700	0,53340	0,54102000	1576,994	2,69432E-03		0,968527797		
1800	0,62230	0,622992000	1669,759	3,13705E-03		0,962514985		
1900	0,78740	0,79502000	1762,523	3,95926E-03		0,945443735		
1930	1,06680	1,07442000	1790,353	5,35070E-03		0,90262575		

CARGA MAX: 1930 Kg      ESFUERZO UNITARIO MAXIMO : 1790,353 kg / cm<sup>2</sup>  
 ESFUERZO UNITARIO AL LIMITE PROPORCIONAL : 1020,41 kg / cm<sup>2</sup>  
 DEFORMACION UNITARIA AL LIMITE PROPORCIONAL: 1,08152E-03 mm/mm  
 MODULO DE ELASTICIDAD : 943491 kg / cm<sup>2</sup>

  
 ING. RAMIRO JIMÉNEZ  
 TÉCNICO LABORATORISTA



  
 HUGO L. RUIZ VELEZ  
 ESTUDIANTE



# "GEOCONS" LABORATORIO

Geotecnia - Consultora & Constructora

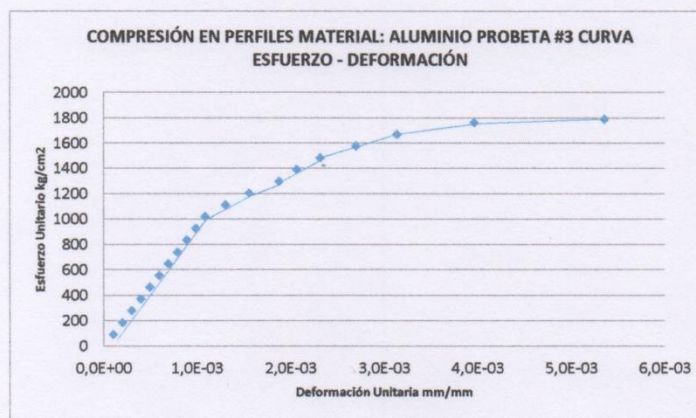
Tel: 072-540907


Cel: 0994974048

PROYECTO	EVALUACIÓN Y COMPARACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICO - MECÁNICAS DE LOS MATERIALES UTILIZADOS EN EL SISTEMA PREFABRICADO DENOMINADO "CAJA ESTRUCTURAL" CON LOS MATERIALES TRADICIONALES
SOLICITADO	HUGO L. RUIZ VELEZ
FECHA	16/02/2016

## ENSAYO DE COMPRESIÓN EN PERFILES

PERFIL DE ALUMINIO		PROBETA #3			
DIMENSIONES	ESPESOR (cm)	ALTURA (cm)	BASE 1 (cm)	BASE 2 (cm)	SECCION (cm <sup>2</sup> )
	0,11	20,88	3,36	3,22	1,078



  
ING. RAMIRO JIMÉNEZ  
TÉCNICO LABORATORISTA



  
HUGO L. RUIZ VELEZ  
ESTUDIANTE



## "GEOCONS" LABORATORIO

*Geotecnia - Consultora & Constructora*


Telf: 072-540907  
Cel: 0994974048

PROYECTO	EVALUACIÓN Y COMPARACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICO - MECÁNICAS DE LOS MATERIALES UTILIZADOS EN EL SISTEMA PREFABRICADO DENOMINADO "CAJA ESTRUCTURAL" CON LOS MATERIALES TRADICIONALES
SOLICITADO	HUGO L. RUIZ VELEZ
FECHA	16/02/2016

### ENSAYO DE COMPRESIÓN EN PERFILES

PERFIL DE ALUMINIO					PROBETA 4				
DIMENSIONES					ESPESOR (cm)	ALTURA (cm)	BASE 1 (cm)	BASE 2 (cm)	SECCION (cm <sup>2</sup> )
					0,11	19,86	3,34	3,32	1,0758
Carga	DEF. TOTAL	DEF. TOTAL	ESF. UNIT.	DEF. UNIT.	MOD. ELAST.				
kg	mm	CORREGIDA	kg / cm <sup>2</sup>	mm/mm	kg/cm <sup>2</sup>				
100	0,02540	0,01875692	92,954	9,44457E-05	984206				
200	0,03810	0,03751385	185,908	1,88891E-04	984206				
300	0,06350	0,05627077	278,862	2,83337E-04	984206				
400	0,07620	0,07502769	371,816	3,77783E-04	984206				
500	0,10160	0,09378462	464,770	4,72229E-04	984206				
600	0,11430	0,11254154	557,724	5,66674E-04	984206				
700	0,13970	0,13129846	650,679	6,61120E-04	984206				
800	0,15240	0,15005538	743,633	7,55566E-04	984206				
900	0,17780	0,16881231	836,587	8,50012E-04	984206				
1000	0,19050	0,18756923	929,541	9,44457E-04	984206				
1100	0,20320	0,20632615	1022,495	1,03890E-03	984206				
1200	0,22860	0,22508308	1115,449	1,13335E-03	984206				
1300	0,25400	0,24384000	1208,403	1,22779E-03	984206				
1400	0,26670	0,26259692	1301,357	1,32224E-03	984206				
1500	0,34290	0,33843407	1394,311	1,70410E-03	984206				
1600	0,39370	0,38923407	1487,265	1,95989E-03	984206				
1700	0,54610	0,54163407	1580,219	2,72726E-03	984206				
1800	0,66040	0,655934070	1673,173	3,30279E-03	984206				
1860	0,88900	0,88453407	1728,946	4,45385E-03	984206				

CARGA MAX: 1860 Kg      ESFUERZO UNITARIO MAXIMO : 1728,95 kg / cm<sup>2</sup>  
 ESFUERZO UNITARIO AL LIMITE PROPORCIONAL : 1301,36 kg / cm<sup>2</sup>  
 DEFORMACION UNITARIA AL LIMITE PROPORCIONAL: 1,32224E-03 mm/mm  
 MODULO DE ELASTICIDAD : 984206 kg / cm<sup>2</sup>

  
 .....  
 ING. RAMIRO JIMÉNEZ  
 TÉCNICO LABORATORISTA



  
 .....  
 HUGO L. RUIZ VELEZ  
 ESTUDIANTE



# "GEOCONS" LABORATORIO

Geotecnia - Consultora & Constructora

Tel: 072-540907

Cel: 0994974048

PROYECTO	EVALUACIÓN Y COMPARACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICO - MECÁNICAS DE LOS MATERIALES UTILIZADOS EN EL SISTEMA PREFABRICADO DENOMINADO "CAJA ESTRUCTURAL" CON LOS MATERIALES TRADICIONALES
SOLICITADO	HUGO L. RUIZ VELEZ
FECHA	16/02/2016

## ENSAYO DE COMPRESIÓN EN PERFILES

PERFIL DE ALUMINIO		PROBETA 4			
DIMENSIONES	ESPAZOR (cm)	ALTURA (cm)	BASE 1 (cm)	BASE 2 (cm)	SECCIÓN (cm <sup>2</sup> )
	0,11	19,5	3,34	3,22	1,0758

**COMPRESIÓN EN PERFILES MATERIAL: ALUMINIO PROBETA #4 CURVA ESFUERZO - DEFORMACIÓN**

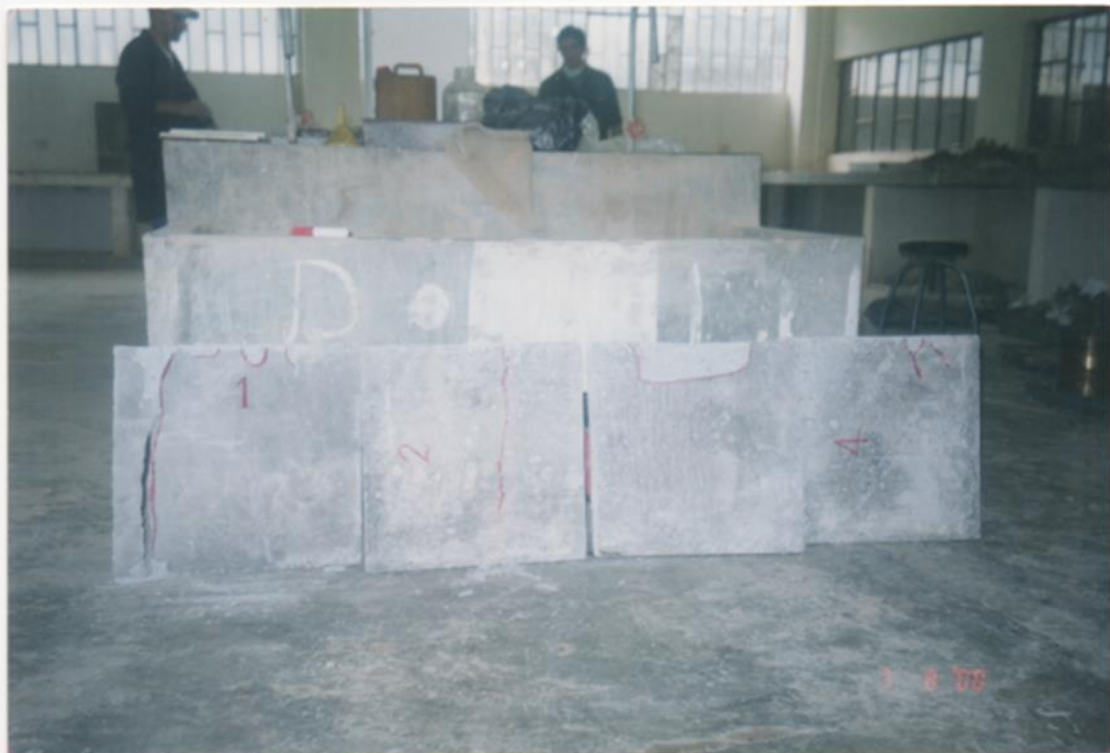
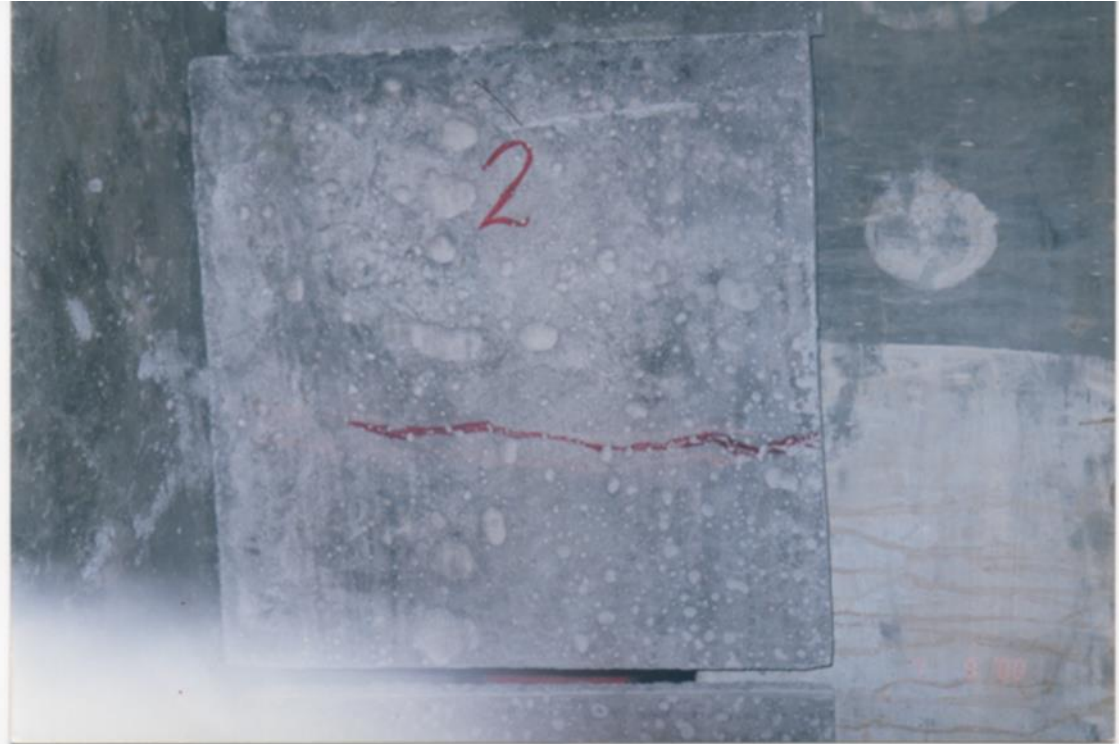
Deformación Unitaria (mm/mm)	Esfuerzo Unitario (kg/cm <sup>2</sup> )
0,0E+00	0
0,2E-03	200
0,4E-03	400
0,6E-03	600
0,8E-03	800
1,0E-03	1000
1,2E-03	1200
1,4E-03	1350
1,6E-03	1450
1,8E-03	1500
2,0E-03	1550
2,5E-03	1600
3,0E-03	1650
3,5E-03	1680
4,0E-03	1700
4,5E-03	1700

ING. RAMIRO JIMÉNEZ  
TÉCNICO LABORATORISTA



HUGO L. RUIZ VELEZ  
ESTUDIANTE

## **ANEXO FOTOGRÁFICO**



**Fotografía 1 y 2.- Tipos de falla en paneles de hormigón a compresión simple.**



**Fotografía 3 y 4.- Tipos de falla en paneles de hormigón a flexión.**



**Fotografía 5.- Tipos de falla en probetas de madera a compresión.**



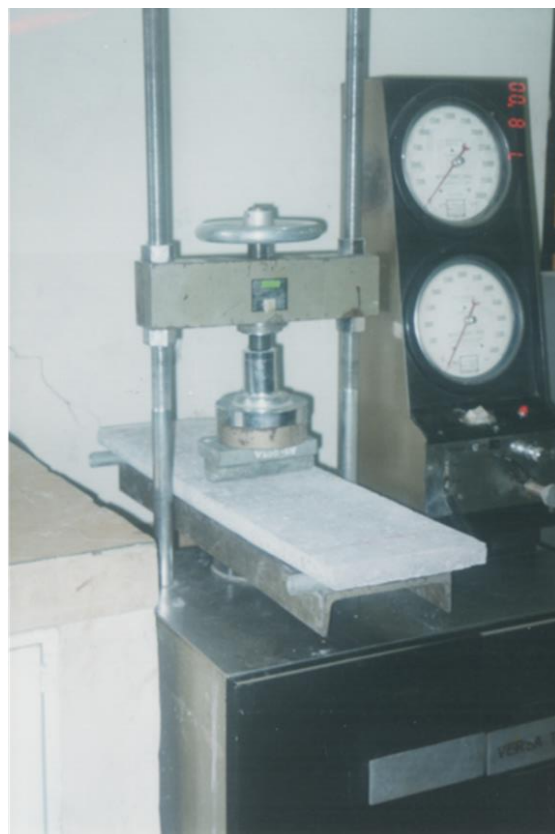
**Fotografía 6.- Tipos de falla en probetas de madera a flexión.**



**Fotografía 7 y 8.- Tipos de falla en perfiles de galvalumen a compresión.**



**Fotografía 9.- Ensayo de compresión simple a panel de hormigón.**



**Fotografía 8.- Ensayo de flexión a panel de hormigón.**



**Fotografía 9.- Ensayo de compresión simple en probeta de madera.**



**Fotografía 10.- Ensayo de flexión en probeta de madera.**



**Fotografía 11.- Ensayo de compresión simple en perfil metálico.**

## **BIBLIOGRAFIA**

## BIBLIOGRAFÍA

---

- Asociación de Técnicos del Medio Ambiente. (1997). Guía Metodológica para la evaluación del Impacto Ambiental. España: Primera Edición.
- Berddt K. (1970). Prefabricación de Viviendas en Hormigón, España: Editorial BLUME. Primera Edición.
- Bustos A. Fernando (2007), Manual de Gestión y Control Ambiental (P. 240).
- Crespo Villalaz C. (1985) Mecánica de suelos y cimentaciones. México: Editorial LIMUSA, Tercera Edición.
- Estupiñán Narváez, G. (2002) Criterios y Recomendaciones para la elaboración de avalúos. Quito Ecuador: Ediciones TRAMA, Segunda Edición.
- Fontaine, E. R. (1997). Evaluación social de Proyectos. Chile: Ediciones Universidad Católica de Chile, Undécima edición.
- Fundación Natura (1991), Introducción a los Métodos de Evaluación de Impactos Ambientales. Recomendaciones para el Gobierno de Ecuador.
- INEC (2011). VI Censo de población y vivienda. Loja Ecuador: Documento de Cd.
- Molina C. A. (1994). Contabilidad de Costos. Quito – Ecuador: Editorial IMPRETEC.
- Montaña, A. (1988). Iniciación al Método del Camino Crítico. México: Editorial TRILLAS, Cuarta reimpresión.
- Castillo Ovidio, (1983). Loja – Ecuador. Estudio de las propiedades físicas y mecánicas de algunas maderas del sector sur del Ecuador. Tesis de grado.
- Padt – R-. (1980). Cartilla de construcción en madera. Lima-Perú: Editado por la Junta del acuerdo de Cartagena, Primera reimpresión.
- Padt – R. (1984). Manual de diseño para maderas del grupo andino. Lima-Peú: Editado por la Junta del acuerdo de Cartagena, Primera reimpresión.

- Post – grado de programación y control de obra, documento descargado del Internet, Dirección: [http:// www. Espe.edu.ec./cursos-e/civil/](http://www.Espe.edu.ec/cursos-e/civil/).
- Suarez Salazar, (2001).Costo y tiempo en edificación. México: Editorial LIMUSA, tercera edición.
- Winter George y Nilson Arthur, (1997) Diseño de Estructuras de concreto. México: Editorial McGraw – Hill, Undécimo Edición.

## **PLANOS**