

UNIVERSIDAD AUTONOMA “JUAN MISAEL SARACHO”

FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA

CARRERA DE INGENIERIA CIVIL

PROYECTO DE GRADO



**“APORTE DEL BAMBÚ EN ELEMENTOS DE HORMIGÓN
SOMETIDOS A FLEXIÓN”**

Por:

ILSEN ADRIANA CORTEZ FLORES

Proyecto de Grado presentada a consideración de la “UNIVERSIDAD AUTONOMA JUAN MISAEL SARACHO” como requisito para obtener el Grado Académico de Licenciatura en Ingeniería Civil.

DICIEMBRE DE 2013

TARIJA – BOLIVIA

V°B°

Msc. Ing. Ernesto Alvarez Gozalvez
DECANO
FACULTAD DE CIENCIAS Y
TECNOLOGIA

Ing. Silvana Paz Ramirez
VICE DECANO
FACULTAD DE CIENCIAS Y
TECNOLOGIA

APROBADO POR:

TRIBUNAL:

Ing. Víctor Mostajo

Ing. Fernando Mur

Ing. Moisés Díaz

El tribunal calificador del presente trabajo no se solidariza con la forma, términos, modos y expresiones vertidas en el mismo, siendo estas únicamente responsabilidad del autor.

DEDICATORIA:

A mis padres, por la paciencia y
el amor infinito.

AGRADECIMIENTO:

A Dios, a mis padres y hermanos por su apoyo incondicional y a todas aquellas personas que de alguna manera contribuyeron en la realización del presente trabajo.

“Nada sobre esta tierra puede detener al hombre que posee la correcta actitud mental para lograr su meta. Nada sobre esta tierra puede ayudar al hombre con la incorrecta actitud mental.”

Thomas Jefferson

INDICE

| | |
|-------------------|--|
| Advertencia | |
| Dedicatoria | |
| Agradecimiento | |
| Pensamiento | |
| Resumen Ejecutivo | |

CAPITULO I ANTECEDENTES

| | |
|----------------------------------|---|
| 1.1 Introducción..... | 1 |
| 1.2 Justificación..... | 2 |
| 1.3 Objetivos..... | 3 |
| 1.3.1 Objetivo General..... | 3 |
| 1.3.2 Objetivos Específicos..... | 3 |
| 1.4 Alcance del Estudio..... | 3 |

CAPITULO II GENERALIDADES Y DEFINICIONES SOBRE EL HORMIGÓN, EL BAMBÚ Y EL HORMIGÓN REFORZADO CON BAMBÚ

| | |
|--|----------|
| 2.1 EL BAMBÚ COMO MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN..... | 5 |
| 2.1.1 Características del bambú..... | 5 |
| 2.1.1.1 Propiedades Físicas..... | 8 |
| 2.1.1.1.1 Contenido de humedad..... | 8 |
| 2.1.1.1.2 Densidad..... | 10 |
| 2.1.1.2 Propiedades Mecánicas..... | 11 |
| 2.1.1.2.1 Tracción..... | 12 |
| 2.1.1.2.2 Flexión..... | 12 |
| 2.1.1.2.3 Compresión..... | 13 |
| 2.1.2 Zonificación de la caña bambú en Tarija..... | 14 |
| 2.1.3 Usos del bambú..... | 15 |
| 2.1.4 Comparación entre el bambú y el acero..... | 17 |

| | |
|---|----|
| 2.2 CARACTERÍSTICAS Y GENERALIDADES DEL HORMIGÓN | 18 |
| 2.2.1 Cemento..... | 18 |
| 2.2.2 Agregados..... | 18 |
| 2.2.2.1 Caracterización del Agregado Grueso..... | 19 |
| 2.2.2.1.1 Granulometría..... | 19 |
| 2.2.2.1.2 Peso Específico..... | 20 |
| 2.2.2.1.3 Peso Unitario..... | 20 |
| 2.2.2.2 Caracterización del Agregado Fino..... | 21 |
| 2.2.2.2.1 Granulometría..... | 21 |
| 2.2.2.2.2 Peso Específico..... | 22 |
| 2.2.2.2.3 Peso Unitario..... | 22 |
| 2.2.2.3 Dosificación..... | 23 |
| 2.2.2.4 Mezclado del hormigón..... | 24 |
| 2.2.2.5 Colocación y vibrado..... | 24 |
| 2.2.2.6 Curado..... | 24 |
| | |
| 2.3 HORMIGÓN REFORZADO CON CAÑA BAMBÚ | 25 |
| 2.3.1 Antecedentes..... | 25 |
| 2.3.2 Tratamiento de la superficie del bambú..... | 26 |
| 2.3.3 Principios de diseño y construcción recomendados..... | 29 |
| 2.3.3.1 Disposición de armadura en losas..... | 31 |
| 2.3.3.1 Disposición de armadura en vigas..... | 32 |
| 2.3.4 Limitaciones del bambú y modo de subsanarlas..... | 32 |

CAPITULO III
DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN

| | |
|---------------------------------|----|
| 3.1 Ensayos sobre el bambú..... | 36 |
| 3.1.1 Contenido de humedad..... | 36 |
| 3.1.1.1 Procedimiento..... | 36 |
| 3.1.2 Densidad..... | 37 |
| 3.1.2.1 Procedimiento..... | 37 |
| 3.1.3 Tracción..... | 38 |
| 3.1.3.1 Número de probetas..... | 38 |

| | |
|--|----|
| 3.1.3.2 Instrumental..... | 38 |
| 3.1.3.3 Procedimiento..... | 38 |
| 3.1.3.4 Cálculos..... | 39 |
| 3.1.4 Flexión..... | 47 |
| 3.1.4.1 Preparación de probetas..... | 47 |
| 3.1.4.2 Número de probetas..... | 47 |
| 3.1.4.3 Instrumental..... | 47 |
| 3.1.4.4 Procedimiento..... | 47 |
| 3.1.4.5 Cálculos..... | 48 |
| 3.1.5 Compresión Perpendicular..... | 53 |
| 3.1.5.1 Preparación de probetas..... | 53 |
| 3.1.5.2 Número de probetas..... | 53 |
| 3.1.5.3 Instrumental..... | 53 |
| 3.1.5.4 Procedimiento..... | 54 |
| 3.1.5.5 Cálculos..... | 54 |
| 3.2 Ensayos sobre los agregados..... | 61 |
| 3.2.1 Granulometría del agregado grueso..... | 61 |
| 3.2.1.1 Materiales..... | 61 |
| 3.2.1.2 Procedimiento..... | 62 |
| 3.2.1.3 Cálculos..... | 62 |
| 3.2.2 Peso específico y absorción del agregado grueso..... | 61 |
| 3.2.2.1 Materiales..... | 61 |
| 3.2.2.2 Procedimiento..... | 61 |
| 3.2.2.3 Cálculos..... | 62 |
| 3.2.2.3.1 Peso específico a granel..... | 62 |
| 3.2.2.3.2 Peso específico en condición saturado con superficie seca..... | 64 |
| 3.2.2.3.3 Peso específico aparente..... | 64 |
| 3.2.2.3.4 Porcentaje de absorción..... | 64 |
| 3.2.3 Peso unitario del agregado grueso..... | 65 |
| 3.2.3.1 Materiales..... | 65 |
| 3.2.3.2 Procedimiento..... | 65 |
| 3.2.3.3 Cálculos..... | 65 |
| 3.2.4 Granulometría del agregado fino..... | 66 |
| 3.2.4.1 Materiales..... | 66 |

| | |
|--|----|
| 3.2.4.2 Procedimiento..... | 66 |
| 3.2.4.3 Cálculos..... | 67 |
| 3.2.5 Peso específico y absorción del agregado fino..... | 68 |
| 3.2.5.1 Materiales..... | 68 |
| 3.2.5.2 Procedimiento..... | 68 |
| 3.2.6 Peso unitario del agregado fino..... | 69 |
| 3.2.6.1 Materiales..... | 69 |
| 3.2.6.2 Procedimiento..... | 69 |
| 3.2.6.3 Cálculos..... | 69 |
| 3.3 Preparación de las vigas..... | 70 |
| 3.4 Ensayos en vigas sin refuerzo..... | 71 |
| 3.4.1 Flexión..... | 71 |
| 3.4.1.1 Procedimiento..... | 71 |
| 3.4.1.2 Cálculos..... | 71 |
| 3.5 Ensayos en vigas reforzadas con bambú..... | 73 |
| 3.5.1 Flexión..... | 73 |
| 3.5.1.1 Muestra..... | 73 |
| 3.5.1.2 Procedimiento..... | 73 |

CAPITULO IV

ANÁLISIS DE RESULTADOS Y APLICACIÓN

| | |
|---|----|
| 4.1 Análisis de resultados..... | 83 |
| 4.1.1 Resultados de la caña bambú..... | 83 |
| 4.1.2 Resultados de vigas de hormigón simple..... | 84 |
| 4.1.3 Resultados de vigas de hormigón reforzado con bambú..... | 85 |
| 4.2 Aplicación del hormigón reforzado con bambú..... | 86 |
| 4.2.1 Determinación de las ecuaciones de diseño a flexión..... | 86 |
| 4.2.1.1 Diseño en el campo elástico..... | 86 |
| 4.2.1.2 Diseño en rotura..... | 88 |
| 4.2.1.2.1 Obtención del factor de reducción de resistencia..... | 88 |
| 4.2.1.2.1 Determinación de las ecuaciones..... | 89 |
| 4.2.2 Diseño de una losa de hormigón reforzado con bambú..... | 91 |
| 4.2.3 Diseño de una viga de hormigón reforzado con bambú..... | 97 |

| | |
|---|-----|
| 4.2.4 Diseño de una viga de hormigón armado..... | 100 |
| 4.2.4.1 Según Norma Boliviana..... | 100 |
| 4.2.4.2 Según ACI..... | 101 |
| 4.3 Análisis de costos..... | 102 |
| 4.3.1 Análisis de costos para viga reforzada con bambú..... | 103 |
| 4.3.2 Análisis de costos para viga de hormigón armado..... | 104 |

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

| | |
|--------------------------|-----|
| 5.1 Conclusiones..... | 105 |
| 5.2 Recomendaciones..... | 107 |

BIBLIOGRAFIA

GLOSARIO DE TÉRMINOS

ANEXOS