

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA “JUAN MISAEL SARACHO”**  
**FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA**  
**PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL**



**DEPARTAMENTO DE ESTRUCTURAS Y CIENCIAS**  
**DE LOS MATERIALES**

**“DISEÑO ESTRUCTURAL DE LA**  
**AMPLIACIÓN DE LA U.E. CARMEN MEALLA”**  
**CIUDAD DE TARIJA**

**Por:**

**DANIEL LOZA COLQUE**

**Noviembre del 2011**

**TARIJA – BOLIVIA**

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA “JUAN MISAEL SARACHO”**  
**FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA**  
**PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL**



**“DISEÑO ESTRUCTURAL DE LA**  
**AMPLIACIÓN DE LA U.E. CARMEN MEALLA”**  
**CIUDAD DE TARIJA**

**Por:**

**DANIEL LOZA COLQUE**

**PROYECTO ELABORADO EN LA ASIGNATURA CIV 502**

**Segundo semestre gestión académica 2011**

**TARIJA - BOLIVIA**

**VºBº**

.....  
Ing. Javier Castellanos Vásquez  
DOCENTE GUÍA

.....  
Ing. Luis Alberto Yurquina  
DECANO DE LA FACULTAD  
CIENCIAS Y TECNOLOGÍA

.....  
Ing. Oscar Chávez  
JEFE DEL DEPARTAMENTO  
DE ESTRUCTURAS CS.MS.

APROBADO POR:  
TRIBUNAL

.....  
Ing. Moisés Díaz

.....  
Ing. Víctor Mostajo

.....  
Ing. Marcelo Segovia



# Instituto de Formación Integral

**AUTORIZADO POR EL MINISTERIO DE EDUCACION CON RES. MIN. N.º. 483**

SECRETARIADOS - ADMINISTRACION - IDIOMAS: INGLES - PORTUGUES - ESPAÑOL

Calle Carlos Paz No. 1266 - Esq. Avda. Membrillos - Teléfono 6631021

**TARIJA - BOLIVIA**

## CERTIFICADO DE CORRECCIÓN GRAMATICAL

La suscrita Prof. Daysi Cassasola M.  
de la Especialidad de Lenguaje del  
Instituto de Formación Integral, a  
nivel Medio y Superior, de esta ciu  
dad.-----

### C E R T I F I C A:

Que revisado el Proyecto de Grado  
"Diseño Estructural de la Ampliación de la U.E. CAR -  
MEN MEALLA Ciudad de Tarija", correspondiente al Univ.  
de la Carrera de Ingeniería Civil Sr. DANIEL LOZA COL-  
QUE, está correctamente redactado y sin ningún error  
ortográfico de acuerdo a la Lengua Castellana.

Es cuanto informo en honor a la ver  
dad y para los fines consiguientes.

Tarija, Noviembre de 2011



*Daysi Cassasola*  
As.Ped. Daysi Cassasola M.  
PROFESORA DE LENGUAJE

*El docente y tribunal evaluador del Proyecto de Ingeniería Civil no se solidarizan con los términos, la forma, los modos y las expresiones empleados en la elaboración del presente trabajo, siendo los mismos únicamente responsabilidad del autor.*

*Dedicatoria:*

*Este trabajo va dedicado con mucho amor para mi esposa Juana por la comprensión, confianza y dedicación que me brindó para alcanzar esta meta en mi vida.*

*Agradecimiento:*

*A mis padres y hermanos por su apoyo y cooperación constante hacía mí persona dándome fuerzas para seguir adelante.*

*A los docentes de la carrera de Ing. Civil por haberme transmitido sus conocimientos y contribuido en mi formación profesional.*

*Pensamiento:*

*Un Ingeniero es parte Einstein, parte niño; alguien que convierte lo difícil en rutina y hace que lo imposible sea probable.*

*Una persona que hace posible nuestro comfortable vivir y para quien la realidad tiene muy pocas fronteras.*

*Él es un ser especial.*

*Honeywell*



## ÍNDICE

INFORME DE REVISIÓN GRAMATICAL

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTO

PENSAMIENTO

INTRODUCCIÓN

RESUMEN EJECUTIVO

### CAPÍTULO I ANTECEDENTES

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	1
1.1.1.FORMULACIÓN.....	1
1.1.2. SISTEMATIZACIÓN.....	1
1.2. UBICACIÓN.....	2
1.3. JUSTIFICACIÓN.....	3
1.3.1.ACADÉMICA .....	3
1.3.2.METODOLÓGICA (TÉCNICA) .....	3
1.3.3.SOCIAL .....	3
1.4. OBJETIVOS.....	4
1.4.1.OBJETIVO GENERAL.....	4
1.4.2.OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	4
1.5. ALCANCE DEL PROYECTO.....	4

### CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO

2.1. GENERALIDADES.....	5
2.2. ALTERNATIVAS DEL TIPO DE ESTRUCTURA.....	5
2.3. NORMAS Y REGLAMENTOS PARA DE DISEÑO .....	8
2.4. MATERIALES.....	8
2.4.1.HORMIGÓN.....	8

2.4.1.1. RESISTENCIA CARACTERÍSTICA DEL HORMIGÓN.....	8
2.4.1.2. DIAGRAMA REAL TENSIÓN-DEFORMACIÓN.....	9
2.4.1.3. DIAGRAMA DE CÁLCULO TENSIÓN – DEFORMACIÓN.....	10
2.4.1.4. MÓDULO DE DEFORMACIÓN LONGITUDINAL.....	11
2.4.2. ARMADURA.....	11
2.4.2.1. RESISTENCIA CARACTERÍSTICA.....	11
2.4.2.2. CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS.....	11
2.4.2.3. ANCLAJE DE LAS ARMADURAS.....	12
2.4.2.4. EMPALME DE LAS ARMADURAS.....	14
2.4.2.5. EMPALME POR TRASLAPO O SOLAPO.....	14
2.4.2.6. DISTANCIA A LOS PARAMENTOS.....	16
2.4.2.7. DIAGRAMA REAL TENSIÓN – DEFORMACIÓN.....	16
2.4.2.8. DIAGRAMA DE CÁLCULO TENSIÓN-DEFORMACIÓN.....	17
2.4.2.9. MÓDULO DE DEFORMACIÓN LONGITUDINAL.....	17
2.5. BASES DE CÁLCULO.....	18
2.5.1. CÁLCULO DE ESTRUCTURAS EN GENERAL.....	18
2.5.2. PROCESO DE CÁLCULO DEL PROYECTO.....	18
2.5.3. DOMINIOS DE DEFORMACIÓN.....	19
2.5.4. MÉTODO DE LOS ESTADOS LÍMITES ÚLTIMOS.....	20
2.5.5. RESISTENCIA DE CÁLCULO DE LOS MATERIALES.....	21
2.5.6. ACCIONES.....	22
2.5.6.1. SOBRECARGA DE NIEVE.....	22
2.5.6.2. SOBRECARGA DE VIENTO.....	23
2.5.6.3. SOBRE CARGA DE USO.....	24
2.5.7. HIPÓTESIS DE CARGA MÁS DESFAVORABLE.....	26
2.6. ELEMENTOS ESTRUCTURALES.....	27
2.6.1. ELEMENTOS LIVIANOS DE CELOSIA CON HIERRO REDONDO PARA CUBIERTA.....	27
2.6.1.1. FORMAS SECCIONALES.....	27
2.6.1.1.1. ESTIMACIÓN DE PESO PROPIO.....	28
2.6.1.1.2. CÁLCULO DE SOLICITACIONES.....	30

2.6.1.1.2.1. DEBIDO A ESFUERZO DE FLEXIÓN.....	30
2.6.1.1.2.2. DEBIDO A ESFUERZO DE CORTE.....	31
2.6.1.1.2.3. DEBIDO A EXFUERZO AXIAL.....	32
2.6.1.2. DISEÑO DE MIEMBROS DE ACERO MÉTODO LRFD.....	32
2.6.1.2.1. COMBINACIONES DE CARGA SEGÚN EL REGLAMENTO LRFD.....	32
2.6.1.2.2. FACTOR DE RESISTENCIA $\phi$ .....	33
2.6.1.2.3. DISEÑO DE MIEMBROS A TRACCIÓN.....	33
2.6.1.2.4. DISEÑO DE MIEMBROS A COMPRESIÓN.....	35
2.6.2. LOSA ALIVIANADA.....	37
2.6.2.1. CARGA DE LOSA ALIVIANADA SOBRE LA VIGA.....	39
2.6.2.2. CARGA DE MURO DE LADRILLO SOBRE LA VIGA.....	40
2.6.3. DISEÑO DE VIGAS .....	41
2.6.3.1. DIMENSIONAMIENTO A FLEXIÓN.....	41
2.6.3.2. DIMENSIONAMIENTO A CORTE.....	45
2.6.4. DISEÑO DE COLUMNAS .....	46
2.6.4.1. COLUMNAS CORTAS Y LARGAS.....	46
2.6.4.2. COMPRESIÓN SIMPLE.....	48
2.6.4.3. RESISTENCIA DEL HORMIGÓN.....	49
2.6.4.4. EXCENTRICIDADES.....	49
2.6.4.5. ARMADURA LONGITUDINAL.....	50
2.6.4.6. DIMENSIONAMIENTO A CORTE.....	51
2.6.5. DISEÑO DE ZAPATAS.....	52
2.6.6. DISEÑO DE ESCALERAS.....	58

### **CAPÍTULO III**

#### **INGENIERÍA DEL PROYECTO**

3.1. ANTECEDENTES.....	60
3.2. ESTUDIO TOPOGRÁFICO, SUELO Y ARQUITECTÓNICO.....	60
3.3. INGENIERÍA DEL PROYECTO.....	63
3.3.1. MATERIALES UTILIZADOS.....	63
3.3.2. ESQUEMA ESTRUCTURAL.....	64
3.3.3. PROGRAMA ESTRUCTURAL.....	64

3.4. VERIFICACIÓN DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES.....	65
3.4.1. DISEÑO DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES LIVIANOS DE CELOSÍA CON HIERRO REDONDO PARA LA CUBIERTA.....	65
3.4.1.1. CARGAS EN LA CUBIERTA.....	66
3.4.1.2. DISEÑO DE LA CORREA .....	67
3.4.1.3. DISEÑO DE RIGIDIZADORES ENTRE CERCHAS.....	74
3.4.1.4. DISEÑO DE LA CERCHA.....	79
3.4.2. LOSA ALIVIANADA CON PLASTOFORMO.....	85
3.4.3. CARGAS SOBRE VIGA.....	88
3.4.3.1. CARGA DEBIDO AL MURO DE LADRILLO.....	88
3.4.3.2. CARGA DEBIDO A LA LOSA ALIVIANADA.....	90
3.4.4. VERIFICACIÓN DE VIGA.....	91
3.4.5. VERIFICACIÓN DE COLUMNA.....	97
3.4.6. VERIFICACIÓN DE ZAPATA FLEXIBLE.....	101
3.4.7. DISEÑO DE ESCALERA.....	108
3.4.8. EMPALMES DE ACERO EN VIGAS Y COLUMNAS.....	120
3.5. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS.....	121
3.6. CÓMPUTOS MÉTRICOS.....	121
3.7. ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS.....	121
3.8. PRESUPUESTO GENERAL DE LA OBRA.....	121
3.9. PLAZO DE EJECUCIÓN.....	122

## **CAPÍTULO IV**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

4.1. CONCLUSIONES.....	123
4.2. RECOMENDACIONES.....	124

### REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

### **ÍNDICE DE CUADROS**

CUADRO N°1:	Coeficientes de conversión de resistencia a compresión respecto a probetas del mismo tipo.....	9
CUADRO N°2:	Diámetros comerciales del acero.....	11

CUADRO N°3:	Coeficiente de mayoración de empalmes en el acero $\psi$ .....	12
CUADRO N°4:	Recubrimientos mínimos.....	16
CUADRO N°5:	Coeficientes de minoración de la resistencia.....	21
CUADRO N°6:	Coeficientes de ponderación de las acciones.....	21
CUADRO N°7:	Presión dinámica del viento.....	23
CUADRO N°8:	Coeficiente eólico.....	24
CUADRO N°9:	Sobre carga de uso.....	25
CUADRO N°10:	Hipótesis de carga.....	26
CUADRO N°11:	Características del hierro redondo.....	29
CUADRO N°12:	Características de celosía de sección triangular.....	29
CUADRO N°13:	Características de celosía de sección cuadrado.....	29
CUADRO N°14:	Factor de resistencia $\phi$ .....	33
CUADRO N°15:	Valores límites.....	43
CUADRO N°16:	Cuantías geométricas mínimas.....	43
CUADRO N°17:	Tabla universal para flexión simple o compuesta.....	44
CUADRO N°18:	Capacidades mecánicas.....	51

### **ÍNDICE DE GRÁFICOS**

GRÁFICO N°1:	Mapa de Bolivia.....	2
GRÁFICO N°2:	Mapa del departamento de Tarija.....	2
GRÁFICO N°3:	Ubicación del proyecto.....	3
GRÁFICO N°4:	Calamina galvanizada.....	27
GRÁFICO N°5:	Viga de hormigón armado.....	42

### **ÍNDICE DE FIGURAS**

FIGURA N°1:	Diagrama real, tensión- deformación.....	9
FIGURA N°2:	Diagrama de cálculo, tensión- deformación.....	10

FIGURA N°3:	Diagrama rectangular.....	10
FIGURA N°4:	Diagrama tensión –deformación del acero.....	17
FIGURA N°5:	Diagrama de cálculo tensión –deformación del acero.....	17
FIGURA N°6:	Proceso de cálculo de una estructura.....	18
FIGURA N°7:	Dominios de deformación.....	19
FIGURA N°8:	Celosía sección triangular.....	27
FIGURA N°9:	Celosía sección cuadrado.....	27
FIGURA N°10:	Curva de diseño de columnas largas, intermedias y cortas.....	36
FIGURA N°11:	Geometría de losa alivianada.....	38
FIGURA N°12:	Carga sobre la viga de apoyo.....	39
FIGURA N°13:	Muro de ladrillo.....	40
FIGURA N°14:	Coeficientes de pandeo para pórticos traslacionales.....	48
FIGURA N°15:	Cargas que actúan en una zapata aislada.....	52
FIGURA N°16:	Partes constitutivas de una escalera.....	59

## ANEXOS

ANEXO A:	Topografía y emplazamiento y análisis de suelos
ANEXO B:	Resultados del diseño estructural
ANEXO C:	Especificaciones técnicas
ANEXO D:	Cómputos métricos, Análisis de precios unitarios, Presupuesto general
ANEXO E:	Cronograma de actividades
ANEXO G:	Tablas y gráficas de cálculo
ANEXO H:	Planos (VER TOMO II)