

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



**DISEÑO ESTRUCTURAL DEL “EDIFICIO DE LA FUERZA ESPECIAL DE
LUCHA CONTRA EL CRIMEN” (F.E.L.C.C.) CIUDAD DE BERMEJO**

POR:

ROBLEDO JIMÉNEZ VÍCTOR HUGO

Agosto-2011

Tarija-Bolivia

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



**DISEÑO ESTRUCTURAL DEL “EDIFICIO DE LA FUERZA ESPECIAL DE
LUCHA CONTRA EL CRIMEN” (F.E.L.C.C.) CIUDAD DE BERMEJO**

POR:

ROBLEDO JÍMENEZ VÍCTOR HUGO

PROYECTO ELABORADO EN LA ASIGNATURA CIV 502

Agosto-2011
Tarija-Bolivia

.....
ING. ARTURO DUBRAVCIC A.
PROFESOR DE CIV 502

.....
ING. ALBERTO YURQUINA
DECANO F.C. y T.

.....
ING. OSCAR CHÁVEZ
DIRECTOR DEL DEPARTAMENTO E.

TRIBUNAL:

.....
ING. ERNESTO ÁLVAREZ

.....
ING. DAVID ZENTENO

.....
ING. PAUL CARRASCO

Agradecimientos:

A Dios por amarme y enseñarme el verdadero camino, a mis padres y hermanos por apoyarme y brindarme los medios para terminar este trabajo tanto materialmente como espiritualmente y claro, a todos mis amigos que significaron mucho en estos años de estudio.

Dedicatoria:

Para todos aquellos quienes se esfuerzan por lograr sus sueños y son un apoyo para el crecimiento de nuestra sociedad.

CONTENIDO

CAPÍTULO N° I: ANTECEDENTES DEL PROYECTO

1.1. Introducción	1
1.2. Antecedentes	2
1.3. Objetivos	3
1.3.1. Objetivo general	3
1.3.4. Objetivos específicos	3
1.4. Justificación del Proyecto	4
1.4.1. Justificación Técnica	5
1.4.2. Justificación Económica	5
1.4.3. Justificación Social	5
1.4.4. Evaluación de Impacto Ambiental	8
1.5. Descripción del Problema	8
1.6. Metas	9

CAPÍTULO N° II: DATOS DE LA ZONA DEL PROYECTO

2.1. Ubicación Geográfica	10
2.1.1. Ubicación, Superficie y Creación de Bermejo	10
2.1.2. División Política Administrativa	11
2.1.3. Población Total del área de Influencia	13
2.1.4. Estabilidad Poblacional	15
a) Emigraciones	15
b) Migraciones	16
c) Crecimiento	17
d) Idiomas y Costumbres	18
2.2. Servicios Básicos Existentes	18
2.2.1. Agua Potable	18
2.2.2. Saneamiento Básico	19
2.2.3. Energía Eléctrica	19
2.2.4. Servicio de Comunicación	20

2.2.5. Servicio de Salud	20
2.2.6. Gas	20

CAPÍTULO N° III: MARCO TEÓRICO

3.1. Planteamiento de alternativas	21
3.1.1. Descripción de alternativas	21
3.1.1.1 Madera estructural	21
3.1.1.1.1. Diseño de elementos en flexión	21
3.1.1.1.2. Esfuerzos de corte	21
3.1.1.1.3. Diseño de elementos en compresión	22
3.1.1.1.3.1. Cálculo de la esbeltez	22
3.1.1.1.3.2. Cálculo de la carga admisible	23
3.1.1.1.4. Diseño de elementos en tracción	24
3.1.1.1.5. Diseño de elementos a flexo-compresión	25
3.1.1.1.6. Diseño de elementos a flexo-tracción	26
3.1.1.1.7. Uniones	26
3.1.1.1.7.1. Clasificación	26
3.1.1.1.7.2. Uniones clavadas	26
3.1.1.1.7.3. Uniones clavadas sometidas a corte	27
a) Corte simple	27
3.1.1.1.7.4. Uniones empedernadas	27
3.1.1.1.8. Materiales, herramientas y equipo	28
3.1.1.1.9. Costo de la estructura y mano de obra	28
3.1.1.1.10. Funcionalidad	28
3.1.1.1.11. Morfología	28
3.1.1.2. Acero estructural	28
3.1.1.2.1. Piezas sometidas a tracción	29
3.1.1.2.2. Piezas sometidas a compresión	31
3.1.1.2.3. Pandeo	32
3.1.1.2.4. Piezas sometidas a flexión	32
3.1.1.2.4.1. Comprobación de la flecha	33

3.1.1.2.5. Piezas sometidas a fuerza cortante	34
3.1.1.2.6. Materiales, herramientas y equipo	34
3.1.1.2.7. Costo de la estructura y mano de obra	35
3.1.1.2.8. Funcionalidad	35
3.1.1.2.9. Morfología	35
3.1.2. Elección de alternativa	38
3.2. Metodología	38
3.2.1. Proceso general de cálculo	38
3.2.2. Coeficientes de seguridad	39
3.2.3. Estados limites últimos	39
3.2.3.1. Coeficientes de minoración de la resistencia de los materiales	39
3.2.3.2. Coeficientes de ponderación de la acciones	40
3.2.4. Acciones de cálculo hipótesis de carga más desfavorables	40
3.2.4.1. Establecimiento de las acciones de cálculo	40
3.2.4.2. Hipótesis de carga más desfavorable	40
3.2.4.3. Comprobaciones que deben realizarse	41
3.2.4.4. Consideraciones sobre las acciones extraordinarias	41
3.2.5. Topografía	41
3.2.6. Estudio de suelos	42
3.2.6.1. Introducción	42
3.2.6.2. Metodología	42
3.2.6.3. Ensayos necesarios para la clasificación	42
3.2.6.3.1. Granulometría	42
3.2.6.3.2. Limite Líquido	43
3.2.6.3.3. Limite plástico	44
3.2.6.3.4. Clasificación del suelo por el Método Unificado	45
3.2.6.3.5. Datos y cálculos	45
3.2.6.3.6. Corrección del número de golpes	45
a) Corrección por presión de sobre capa	45
b) Corrección por relación de energía del martillo	45
c) Corrección por longitud de barras	46

d) Corrección por el toma muestras	46
e) Corrección por el diámetro de perforaciones	46
3.2.7. Cálculo de vigas	46
3.2.7.1. Generalidades	46
3.2.7.2. Ecuaciones de equilibrio y compatibilidad de deformaciones	47
3.2.7.3. Tabla universal de cálculo de flexión simple o compuesta	48
3.2.8. Cálculo de losas	49
3.2.9. Cálculo de columnas	49
3.2.9.1. Compresión Simple	49
3.2.9.1.1. Excentricidad mínima de cálculo	49
3.2.9.1.2. Contribución del hormigón y del acero	49
3.2.9.1.3. Fórmula para el cálculo de la armadura	49
3.2.9.1.4. Disposiciones relativas de las armaduras	50
3.2.9.1.5. Armadura longitudinal	50
3.2.9.1.6. Cuantía mínima	51
3.2.9.1.7. Armadura Transversal	51
3.2.9.1.8. Pandeo de piezas comprimidas de hormigón armado	52
3.2.10. Cálculo de fundaciones	54
3.2.10.1. Zapatas aisladas	54
3.2.10.2. Dimensionamiento de zapatas aisladas con carga centrada	55
3.2.10.3. Determinación de las armaduras de tracción	56
3.2.10.4. Comprobación a cortante y punzonamiento	57
3.2.10.5. Zapatas flexibles ($v > 2h$, en alguna dirección principal)	57
3.2.10.6. Comprobación de adherencia	58
3.2.10.7. Anclaje y disposición de las armaduras	59
3.2.11. Escaleras	60
3.2.12. Instalación de agua potable	61
3.2.12.1. Precauciones en instalación de cañerías internas	61
3.2.12.2. Precauciones en relación al agua	61
3.2.13. Alcantarillado sanitario	62
3.2.13.1. Caudal de diseño	62

3.2.13.2. Materiales	62
3.2.13.3. Sugerencias y precauciones de instalación cañerías pvc y pp	62
3.2.14. Alcantarillado pluvial	63
3.2.14.1. Lluvia máxima	63

CAPITULO N° IV: INGENIERIA DEL PROYECTO

4.1. Topografía	64
4.2. Estudio de suelo	64
4.3. Diseño y cálculo estructural	66
4.3.1. Esquema estructural	66
4.3.1.1. Vista isométrica	66
4.3.1.2. Vista en planta zapatas (cimentación)	67
4.3.1.3. Vista en planta vigas (planta baja)	67
4.3.1.4. Vista en planta vigas (planta alta)	68
4.3.1.5. Vista en planta cubierta de madera (planta alta)	68
4.3.2. Cargas	69
4.3.3. Coeficientes de mayoración y minoración	69
4.3.4. Sismo	70
4.3.5. Viento	70
4.3.6. Cálculo de losas	71
4.3.7. Cálculo de vigas	71
4.3.7.1. Armadura transversal	71
4.3.7.2. Armadura longitudinal	71
4.3.8. Cálculo de columnas	72
4.3.8.1. Armadura transversal	72
4.3.8.2. Armadura longitudinal	73
4.3.9. Cálculo de fundaciones	77
4.3.9.1. Zapatas medianeras, centradas y vigas centradoras	77
4.3.10. Cálculo de escaleras	81
4.3.10.1. Geometría	81

4.3.10.2. Cargas	82
4.3.11. Cálculo de las cerchas de madera	83
4.3.12. Resumen de cálculos métricos	84

CAPITULO N° V CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones	87
5.2. Recomendaciones	88
5.3. Bibliografía consultada	88
5.3.1. Libros	88
5.3.2. Normas y revistas	89

INDICE DE CUADROS Y FIGURAS

CAPITULO N° I: ANTECEDENTES DEL PROYECTO

Cuadro N° 1.1. Incidencia Delincuencial	6
Cuadro N° 1.2. Faltas y controversias a la ley	7
Cuadro N° 1.3. Casos de violencia	7

CAPITULO N° II: DATOS DE LA ZONA DEL PROYECTO

Figura N° 2.1. Ubicación geográfica	11
Cuadro N° 2.1. Distritación del área urbana	12
Cuadro N° 2.2. Distritación del área rural	12
Cuadro N° 2.3. Población por cantones	13
Cuadro N° 2.4. Población urbana y rural desagregada por sexo	14
Cuadro N° 2.5. Población por comunidades	14
Cuadro N° 2.6. Residencia habitual de la población	15
Cuadro N° 2.7. Lugar de nacimiento de la población	16
Cuadro N° 2.8. Tasas de crecimiento de la población	17
Cuadro N° 2.9. Servicio de agua por cañería	18
Cuadro N° 2.10. Servicio sanitario	19

CAPITULO N° III: MARCO TEÓRICO

Figura 3.1. Longitudes críticas de la madera	24
Figura 3.2. Longitudes críticas del acero	30
Cuadro 3.1. Cuadro comparativo (madera vs acero)	35
Cuadro 3.2. Comparación de precios entre el acero y la madera	37
Cuadro 3.3. Corrección del martillo	45
Cuadro 3.4. Corrección por barras	46
Cuadro 3.5. Corrección toma muestras	46
Cuadro 3.6. Corrección por diámetro	46
Figura 3.3. Dominios de deformación, en el estado limite último resistente	47
Figura 3.4. Diagrama birrectilíneo	47
Figura 3.5. Separación máxima en armadura longitudinal	51
Figura 3.6. Empalme en armadura longitudinal	51
Figura 3.7. Fenómeno de pandeo	52
Figura 3.8. Nomograma para obtener el coeficiente de pandeo en una pieza	53
Figura 3.9. Formas típicas de zapatas aisladas	54
Figura 3.10. Armadura de tracción en una zapata aislada	57
Figura 3.11. Disposición de la armadura de zapatas de H°A	59
Figura 3.12. Acción de las cargas sobre las escaleras	60
Figura 3.13. Detalle de armado de una escalera longitudinal	60

CAPITULO N° IV: INGENIERIA DEL PROYECTO

Cuadro 4.1. Resumen de ensayos de suelos	65
Cuadro 4.2. Resumen de vigas	71
Cuadro 4.3. Cuadro comparativo de cálculo CYPE vs cálculo manual (vigas)	72
Cuadro 4.4. Resumen de pilares	73
Cuadro 4.5. Cuadro comparativo de cálculo CYPE vs cálculo manual (columnas)	77
Cuadro 4.6. Resumen vigas centradoras	77
Cuadro 4.7. Cuadro comparativo de cálculo CYPE vs cálculo manual (vigas centradoras)	78

Cuadro 4.8. Resumen zapatas	78
Cuadro 4.9. Cuadro comparativo de cálculo CYPE vs cálculo manual (zapatas)	81
Cuadro 4.10. Resumen armaduras escaleras	82
Cuadro 4.11. Cuadro comparativo de cálculo CYPE vs cálculo manual (escaleras)	82
Cuadro 4.12. Resumen cerchas	83
Cuadro 4.13. Cuadro comparativo de cálculo CYPE vs cálculo manual (cerchas)	83
Cuadro 4.14. Resumen presupuesto general	84

ANEXOS: PLANILLAS, TABLAS, ABACOS Y GRAFICOS

Tabla 3.1. Secciones de maderas comerciales y propiedades	91
Tabla 3.2. Tensiones admisibles de la madera	93
Tabla 3.3. Modulo de elasticidad de la madera	93
Tabla 3.4. Deflexiones admisibles de la madera	93
Tabla 3.5. Factores de longitud efectiva de la madera	94
Gráficos de uniones de la madera	95
Tabla 3.6. Deflexiones admisibles del acero	105
Tabla 3.7. Valores del coeficiente α para acero	106
Tabla 3.8. Recubrimientos mínimos	107
Tabla 3.9. Radios de curvatura para ganchos y estribos	107
Tabla 3.10. Radios de curvatura de la armadura principal	107
Tabla 3.11. Para obtener los coeficientes de ψ empalme	107
Tabla 3.12. Coeficientes de minoración	108
Tabla 3.13. Coeficientes de mayoración	108
Tabla 3.14. Cargas permanentes	109
Tabla 3.15. Cargas accidentales	109
Gráfico 3.1. Geología de la mancomunidad	110
Gráfico 3.2. Aceleraciones sísmicas en Tarija	110
Cuadro 3.7. Escala de Mercalli modificado	111
Gráfico 3.3. Topografía del proyecto	112
Planilla granulometría del suelo	113
Planilla límites líquido y plástico del suelo	114

Planilla ensayo de carga directa del suelo (S.P.T.)	115
Corrección del número de golpes	116
Fotografías del lugar de emplazamiento	118
Abaco 3.1. Curva de clasificación de arcillas y mezclas de suelo	121
Tabla 3.16. Clasificación del suelo método unificado (S.U.C.S.)	122
Tabla 3.17. Flexión simple o compuesta	123
Tabla 3.18. Valores límites	124
Tabla 3.19. Cuantías geométricas mínimas	124
Tabla 3.20. Para obtener los coeficientes ψ	125
Tabla 3.21. Constantes α_1 y ψ_2 de fisuración	125
Tabla 3.22. Valores límites de anchos de fisuras	125
Diagramas de iteración adimensional para columnas	126
Verificación de la vigueta pretensada	129
Diseño de vigas	136
Diseño de columnas	161
Diseño de escaleras	170
Diseño de zapatas	185
Diseño de viga centradora	193
Diseño de cerchas de madera	201
Instalaciones	220
Planillas cálculos métricos	221
Planillas precios unitarios	244
Matriz ambiental	304
Ficha ambiental	306

ANEXOS: PLANOS

PLANOS: Arquitectónicos

PLANOS: Zapatas y vigas centradoras

PLANOS: Vigas

PLANOS: Pilares o columnas

PLANOS: Escaleras

PLANOS: Cerchas