

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA “JUAN MISAEL SARACHO”
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
DEPARTAMENTO DE ESTRUCTURAS Y CIENCIA DE LOS
MATERIALES



DISEÑO ESTRUCTURAL “ESTACIÓN DE BOMBEROS
VOLUNTARIOS EL CORAZÓN DE TARIJA”
(ZONA EL TEJAR)

Por:

MAMANI QUISPE JUAN JHOEL

Proyecto de grado presentado a mi consideración de la “UNIVERSIDAD AUTONOMA JUAN MISAEL SARACHO”, como requisito para optar el grado académico de licenciatura en Ingeniería Civil.

SEMESTRE II-2020

Tarija-Bolivia

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA “JUAN MISAEL SARACHO”
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
DEPARTAMENTO DE ESTRUCTURAS Y CIENCIA DE LOS
MATERIALES

DISEÑO ESTRUCTURAL “ESTACIÓN DE BOMBEROS
VOLUNTARIOS EL CORAZÓN DE TARIJA”
(ZONA EL TEJAR)

Por:

MAMANI QUISPE JUAN JHOEL

SEMESTRE II-2020

Tarija-Bolivia

DEDICATORIA:

Este proyecto se lo dedico primeramente a mi Dios, quien me dio toda la sabiduría para poder realizar todos mis sueños a pesar de mis tropiezos, también se lo dedico a mi familia en especial a mis padres FELIZA QUISPE Y LUIS MAMANI quienes con todo su amor y sus oraciones me apoyaron hasta el día de hoy. Por último, quiero dedicar a mi mejor amiga y compañera de vida YOVANA MAMANI por su cariño y amistad en todos estos años, a todos ellos y a los que me conocen en vida quiero dedicar este presente proyecto de grado.

ÍNDICE

Dedicatoria

Agradecimiento

Resumen

CAPÍTULO I

1. Introducción	1
1.1 Problema.....	1
1.1.1 Planteamiento del problema.....	2
1.1.2 Formulación del problema	3
1.1.3 Sistematización del problema	3
1.1.3.1 EDIFICIO ADMINISTRATIVO DEL PERSONAL (MÓDULO A)	3
1.1.3.2 TINGLADO METÁLICO (MÓDULO B)	4
1.2 Objetivos.....	4
1.2.1 Objetivo General.....	4
1.2.2 Objetivos Específicos	4
1.3 Justificación.....	5
1.3.1 Social	5
1.3.2 Económico	5
1.3.3 Técnica.....	5
1.3.4 Ambiental.....	5
1.4 Alcance del proyecto	6
1.5 Resultados a Lograr.....	6
1.6 Aporte académico.....	6
1.7 Ubicación del proyecto.....	6

CAPÍTULO II

2 Marco teórico	8
2.1 Levantamiento topográfico.....	8
2.2 Estudio de suelos	9
2.2.1 Clasificación de suelos.....	9
2.2.2 Distribución Granulometría	9
2.2.2.1 Coeficiente de uniformidad (Cu).....	9
2.2.2.2 Coeficiente de curvatura (Cc).....	10

2.2.3 Límites de Atterberg	10
2.2.3.1 Suelos cohesivos	10
2.2.4 Sistemas de clasificación de suelos	11
2.2.5 Resistencia admisible en el suelo.....	12
2.3 Diseño Arquitectónico.....	12
2.4 Idealización de las estructuras	12
2.4.1 Sustentación de la cubierta	13
2.4.1.1 Edificio Administrativo (Módulo “A”).....	13
2.4.1.2 Tinglado Metálico (Módulo “B”)	13
2.4.2 Sustentación de la edificación.....	13
2.4.2.1 Edificio Administrativo del personal (Modulo “A”)	13
2.4.2.2 Tinglado Metálico (Módulo “B”)	14
2.4.3 Idealización de fundaciones.....	14
2.5 Diseño Estructural	14
2.5.1 Normas de Diseño.....	15
2.5.1.1 CBH-87	15
2.5.1.2 Instrucción del Hormigón Estructural (EHE-08).....	15
2.5.1.3 Norma Básica de las edificaciones (NBE-AE/88).....	15
2.5.2 Conceptos y terminología para el diseño estructural	16
2.5.2.1 Acciones.....	16
2.5.2.2 Valores de las Acciones directas en la edificación	16
2.5.2.2.1 Acciones permanentes	16
2.5.2.2.2 Acciones variables	16
2.5.2.3 Valores de las Acciones indirectas en la edificación	17
2.5.2.3.1 Acciones reológicas	17
2.5.2.3.2 Acciones térmicas	18
2.5.2.4 Hormigón.....	18
2.5.2.4.1 Resistencia característica a comprensión (f_{ck}).....	18
2.5.2.4.2 Resistencia característica a tracción ($f_{ct, k}$).....	18
2.5.2.4.3 Resistencia de cálculo del hormigón (F_{cd}).....	18
2.5.2.4.4 Diagrama de cálculo tensión-deformación (parábola - rectángulo).....	19
2.5.2.4.5 Módulo de deformación longitudinal (E)	19
2.5.2.4.6 Coeficiente de Poisson (μ)	19

2.5.2.4.7	Coeficiente de dilatación térmica (α).....	20
2.5.2.5	Aceros	20
2.5.2.5.1	Resistencia característica (f_{yk})	20
2.5.2.5.2	Resistencia de cálculo (F_{yk})	20
2.5.2.5.3	Diagrama de cálculo tensión-deformación	20
2.5.2.5.4	Módulo de deformación longitudinal (E_s).....	21
2.5.2.5.5	Coeficiente de dilatación térmica	21
2.5.2.6	Cuantía.....	21
2.5.2.6.1	Cuantía geométrica (ω_g).....	21
2.5.2.6.2	Cuantía geométrica mínima	21
2.5.2.6.3	Cuantía mecánica (ω_m).....	21
2.5.2.7	Recubrimientos.....	22
2.5.2.7.1	Recubrimiento geométrico (r_g)	22
2.5.2.7.2	Recubrimiento mecánico (r_m).....	22
2.5.2.7.3	Longitud de anclaje (L_b).....	22
2.5.3	Bases de cálculo.....	23
2.5.3.1	Estados límites últimos	23
2.5.3.1.1	Estados límite de agotamiento o rotura.....	23
2.5.3.1.2	Coeficientes de seguridad	23
2.5.3.2	Estados límites de utilización	23
2.5.3.2.1	Por razón de durabilidad	23
2.5.3.2.2	Por razón de funcionalidad	23
2.5.3.2.3	Coeficientes de seguridad	23
2.5.4	Hipótesis de carga más desfavorable	24
2.5.5	Cálculo en estados límites últimos.....	24
2.5.5.1	Hipótesis básicas.....	24
2.5.5.2	Dominios de deformación.....	25
2.6	Estructura de sustentación de la cubierta.....	26
2.6.1	Estructura de sustentación de la cubierta (Modulo A).....	26
2.6.1.1	Losa maciza del tanque elevado	26
2.6.1.2	Losa alivianada de entre pisos y cubierta de último nivel	28
2.6.1.2.1	Armaduras de refuerzo negativo, en losas alivianadas	29

2.6.2 Estructura de sustentación de la cubierta (MODULO B)	30
2.6.2.1 Cubierta metálica	30
2.6.2.2 Combinación de cargas, por el método LRFD	30
2.6.2.3 Diseño de miembros a tensión.....	31
2.6.2.4 Diseño de miembros a compresión.....	32
2.6.2.5 Diseño de miembros a flexión	33
2.6.3 Diseño de placas de anclaje	34
2.6.3.1 Área de la placa.....	34
2.6.3.2 Espesor de la placa (t).....	35
2.6.3.3 Cálculo de los pernos de anclaje.....	35
2.6.3.4 Longitud de anclaje de los pernos.....	36
2.6.4 Soldadura	36
2.6.4.1 Soldaduras de filete.....	36
2.6.4.2 Diseño de la soldadura de filete.....	36
2.7. Estructura de sustentación de la edificación.....	37
2.7.1 Diseño de vigas	37
2.7.1.1 Predimensionamiento de la viga	37
2.7.1.2 Cálculo de la armadura longitudinal	38
2.7.1.3 Cálculo de la armadura transversal	39
2.7.2 Diseño de columnas	41
2.7.2.1 Verificación de la traslacionalidad o intraslacionalidad	41
2.7.2.2 Longitud de pandeo	41
2.7.2.3 Clasificación de las columnas, determinando la esbeltez; λ_m ; λ_g	42
2.7.2.4 Flexión esviada	42
2.7.2.5 Consideraciones a tomar en el diseño.....	43
2.7.2.6 Determinación de la armadura (As).....	43
2.8 Estructura de cimentación de la edificación	45
2.8.1 Diseño de zapatas.....	45
2.9 Estructuras complementarias (Escaleras)	48
2.9.1 Escaleras	48
2.10 Estrategia para la ejecución del proyecto	50
2.10.1 Especificaciones técnicas.....	50
2.10.2 Cómputos métricos	50

2.10.3 Precios unitarios.....	50
2.10.4 Presupuesto	51
2.10.5 Planeamiento y Cronograma.....	51

CAPÍTULO III

3 Ingeniería del proyecto.....	52
3.1 Análisis del levantamiento topográfico	52
3.2 Análisis del estudio de suelos.....	52
3.3 Análisis del diseño arquitectónico.....	53
3.3.1 Análisis de cargas	54
a) Edificio administrativo “Módulo A”	54
b) Tinglado metálico “Módulo B”.....	55
3.4 Planteamiento estructural	55
3.4.1 Estructura de la edificación.....	55
3.4.1.1 Estructura de la cubierta (Modulo A)	55
3.4.1.2 Estructura de la cubierta (Modulo B)	56
3.4.2 Estructuras de sustentación de la edificación	56
3.4.3 Fundaciones	57
3.5 Análisis, cálculo y diseño estructural	57
3.6 Cálculo y diseño del edificio administrativo del personal (Módulo A)	57
3.6.1 Cálculo y diseño de la sustentación de la cubierta.....	57
3.6.1.1 Losa maciza del tanque elevado	57
3.6.1.2 Losa alivianada de entre pisos y cubierta de último nivel.....	64
3.6.1.2.1 Armadura de refuerzo negativo de losas alivianadas.....	65
3.7 Estructura de sustentación de la edificación.....	68
3.7.1 Diseño de vigas.....	68
3.7.1.1 Predimensionamiento de la viga.....	70
3.7.1.2 Determinación de la armadura longitudinal positiva.....	70
3.7.1.2.1 Determinación de la armadura negativa para la columna N°14.	72
3.7.1.2.2 Determinación de la armadura negativa para la columna N° 8.	73
3.7.1.3 Cálculo de la armadura transversal	74
3.7.2 Diseño de columnas	78
3.7.2.1 Clasificación de pórticos traslacionales o intraslacionales	78
3.7.2.2 Determinación de la longitud de pandeo (ℓ_o)	79

3.7.2.3	Clasificación de la columna, determinación de la esbeltez: λ_g ; λ_m	80
3.7.2.4	Determinación de la armadura longitudinal (A_s)	81
3.7.2.5	Determinación de la armadura transversal (A_e)	83
3.8	Estructura de cimentación de la edificación	84
3.8.1	Diseño de zapatas aisladas	84
a)	Dimensionamiento en planta y elevación de la zapata aislada	84
b)	Cálculos que verifiquen la estabilidad de la cimentación	87
c)	Cálculos estructurales de la armadura de cimentación	87
3.8.2	Resumen de cálculo manual y el programa Cypecad	94
3.9	Estructuras complementarias	95
3.9.1	Escaleras	95
3.9.1.1	Diseño de la armadura positiva (A_s) (Tramo n°1 = Tramo n°2)	98
3.9.1.2	Diseño de la armadura negativa " A_s " (Tramo n°1 = Tramo n°2)	99
3.9.1.3	Diseño de la armadura longitudinal en el descanso	100
3.9.1.4	Determinación de armadura transversal por retracción térmica	101
3.9.1.5	Verificación a corte	102
3.6.2°	Cálculo y diseño del Tinglado Metálico (Modulo B)	103
3.6.2.1°	Cálculo y diseño de la sustentación de la cubierta metálica	103
3.6.2.1.1°	Geometría de la cubierta metálica	103
3.6.2.1.2°	Cargas para el diseño	104
3.6.2.1.3°	Comprobación de la flecha admisible (E.L.S.)	104
3.6.2.2°	Combinaciones de Diseño en base factores de carga y resistencia (LRFD)	106
3.6.2.2.1°	Cálculo y dimensionamiento de los perfiles metálicos en el programa Cype-3D	107
3.6.2.3°	Diseño de elementos a tensión o tracción (Grupo n°2)	111
3.6.2.4°	Diseño de miembros a compresión (Grupo N°1)	112
3.6.2.5°	Diseño de miembros a flexión	113
3.6.3°	Diseño de la placa de anclaje	116
3.6.3.1°	Cálculo del área de la placa	117
3.6.3.2°	Espesor de la placa (t)	118
3.6.3.3°	Diseño de pernos de anclaje	118
3.6.3.4°	Longitud de anclaje de los pernos (L_b)	120

3.6.4° Soldadura	121
3.6.4.1° Soldadura de filete.....	121
3.6.4.2° Diseño de la soldadura de filete	121
3.7.2° Estructura de sustentación de la edificación “Modulo B”	122
3.7.2.1° Clasificación de pórticos traslacionales o intraslacionales	122
3.7.2.2° Determinación de la longitud de pandeo ($\ell_o = \ell_x = \ell_y$).....	123
3.7.2.3° Clasificación de la columna, determinando la esbeltez: λ_g ; λ_m	123
3.7.2.4° Determinación de la armadura longitudinal (As).....	123
3.7.2.5° Determinación de la armadura transversal (Ae).	125
3.7.2.6° Armadura longitudinal y transversal con el programa Cypecad	127
3.8° Estructura de cimentación de la edificación	127
3.8.1° Diseño de zapatas aisladas	127
a) Dimensionamiento en planta y elevación de la zapata aislada	127
b) Cálculos que verifiquen la estabilidad de la cimentación	129
c) Cálculos estructurales de la armadura de cimentación	130
5.1. Clasificación del tipo de la zapata	130
C ₁) Procedimiento de diseño de la armadura “Lado –B”	131
C ₂) Procedimiento de diseño de la armadura “Lado-A”	133
d) Comprobación al cortante por flexión.....	135
Sección 1-1 “Lado B”	136
Sección 2-2 “Lado A”	136
e) Comprobación de la adherencia	136
Verificación de la adherencia en el “Lado B”	136
Verificación de la adherencia en el “Lado A”	137
3.8.2° Resumen de armadura manual y el programa Cypecad.....	137
3.10 Desarrollo de la estrategia para la ejecución del proyecto	137
3.10.1 Especificaciones técnicas.....	137
3.10.2 Cómputos métricos.....	137
3.10.3 Precios unitarios	137
3.10.4 Presupuesto	137
3.10.5 Planeamiento y Cronograma.....	138

CAPÍTULO IV

4 Aporte académico.....	139
-------------------------	-----

4.1 Marco teórico del aporte académico.....	139
4.1.1 Cubierta parabólica.....	139
4.1.2 Dinámica de vientos en tinglados parabólicos.....	139
4.1.2.1 Tipo de cercha y luces adecuadas para cubiertas.....	139
a) Cercha tipo Pratt	139
b) Cerchad tipo Howe	140
c) Cercha tipo Warren.....	140
4.1.3 Metodología de diseño.....	141
4.1.3.1 Fundamento de la flecha (f).....	141
4.2 Diseño estructural de la cubierta curva	142
a) Geometría de la cubierta parabólica.....	142
b) Características de los perfiles conformados al frío.	143
c) Metrado de cargas.	144
4.3 Alcance del proyecto	145
4.3.1 Precios unitarios del tinglado tradicional (a dos aguas) y parabólico.....	145
4.4 Análisis de los resultados	147
Ítem n°9: Anclaje de plancha metálica (Uní. Pza)	148
Ítem n° 10: Cercha con perfil metálico (Uní. pza)	148
Item n°11: Cubierta de cal. Ond. galva. n° 28 con correas de perfil (Uni. m2) ...	149
Item n°12: Cumbre de calamina plana galvanizada n°28 (Uni. m).....	149
CONCLUSIONES	151
BIBLIOGRAFIA.....	154

ÍNDICE DE FIGURAS

CAPÍTULO I

Figura 1. 1 Proyección de población 2012-2030, de la ciudad de Tarija.	2
Figura 1. 2 Elementos estructurales de la alternativa de solución (MÓDULO “A”).	3
Figura 1. 3 Elementos estructurales de la alternativa de solución (MÓDULO “B”).	4
Figura 1. 4 Localización del terreno de construcción.	7

CAPÍTULO II

Figura 2. 1 Límites de Atterberg.	10
Figura 2. 2 Elementos de sustentación de la edificación (Modulo A).	14
Figura 2. 3 Elementos de fundación (zapata aislada).	14
Figura 2. 4 Diagrama Parábola – rectángulo.	19

Figura 2. 5	Diagrama tensión – deformación de cálculo del acero.....	20
Figura 2. 6	Diagrama de Pivotes en estado límite de agotamiento (E.L.U.).....	25
Figura 2.7	Partes de una soldadura de filete.....	36
Figura 2. 8	Sección de referencia; S(1-1).....	47
Figura 2. 9	Perímetro crítico de punzonamiento.	48
Figura 2. 10	Área de cortante a flexión.	48
Figura 2. 11	Geometría de la escalera.	48
Figura 2. 12	Distribución de cargas, en la escalera.	49
CAPÍTULO III		
Figura 3. 1	Ensayo S.P.T. en pozo n°1.....	52
Figura 3. 2	Ensayo S.P.T. en pozo n° 2 y 3.....	52
Figura 3. 3	Modelo de la estructura de la cubierta (Módulo A).....	55
Figura 3. 4	Modelo de la estructura de la cubierta (Modulo B).....	56
Figura 3. 5	Estructura de sustentación “Módulo A”.....	56
Figura 3. 6	Estructura de sustentación “Módulo B”.....	56
Figura 3. 7	Estructura de cimentación “Modulo B”.....	57
Figura 3. 8	Estructura de cimentación “Modulo A”.....	57
Figura 3. 9	Dimensiones de la losa maciza.	58
Figura 3. 10	Momentos Flectores: “My y Mx”.....	59
Figura 3. 11	Recubrimiento geométrico (rg) y mecánico (r m), en losa maciza.	60
Figura 3. 12	Momento de diseño "Md (-)", de la vigueta en E.L.U.....	66
Figura 3. 13	Recubrimiento geométrico (rg) y mecánico (r m), en losas alivianadas.	66
Figura 3. 14	Armadura negativa de refuerzo por C/N.....	68
Figura 3. 15	Diagrama de momentos de diseño Md (+) y Md (-), de la viga n°21.....	69
Figura 3. 16	Recubrimiento geométrico (rg) y mecánico (r m), en vigas.	69
Figura 3. 17	Disposición de la armadura longitudinal (+).	71
Figura 3. 18	Disposición de la armadura longitudinal (-) “C14”.....	73
Figura 3. 19	Disposición de la armadura longitudinal (-) “C8”.....	74
Figura 3. 20	Longitudes de distribución de la armadura transversal.	76
Figura 3. 21	Montaje de armadura longitudinal y transversal de la viga n°21.....	78
Figura 3. 22	Nomograma de Jackson y Moreland, pórticos instraslacionales (α).....	80
Figura 3. 23	Sección de columna, con armadura (As) simétrica.	82
Figura 3. 24	Disposición de armadura en la columna n°8.	83
Figura 3. 25	Esfuerzos del terreno en la zapata aislada.	88

Figura 3. 26 Cálculo del “Md” de la zapata aislada (Lado B).	89
Figura 3. 27 Calculo del “Md” de la zapata aislada (Lado A).	91
Figura 3. 28 Área de sección de la cortante por flexión (Vd2).	94
Figura 3. 29 Geometría y componentes de la escalera de H° A°.	95
Figura 3. 30 Momento flector máximo (+) en la escalera de H°A°.	97
Figura 3. 31 Geometría de la cubierta metálica “Modulo B”.	103
Figura 3. 32 Geometría de la cercha metálica “Modulo B”	103
Figura 3. 33 Área de influencia, en los nudos de la cercha metálica.	105
Figura 3. 34 Numeración de nudos, de las cargas puntuales.	106
Figura 3. 35 Calculo de la Δ (instantánea).	106
Figura 3. 36 Introducción de cargas en el programa Cype-3D.	107
Figura 3. 37 Barras en tracción y compresión de la cercha metálica.	108
Figura 3. 38 Descomposición de la carga de diseño (Wu).	114
Figura 3. 39 Diagrama del momento máximo (M (max)) de diseño.....	115
Figura 3. 40 Diagrama de cuerpo libre en cabeza de pilar.....	116
Figura 3. 41 Dimensiones de la columna metálica.	117
Figura 3. 42 Separación (S) y número de pernos (N°p) de anclaje.....	118
Figura 3. 43 Fuerzas axiles en el perno de anclaje.	119
Figura 3. 44 Longitud de anclaje de los pernos.	120
Figura 3. 45 Carga de diseño “Ru” (KN).	121
Figura 3. 46 Soldadura de filete.	122
Figura 3. 47 Disposición del acero.....	125
Figura 3. 48 Armadura transversal de la columna.	126
Figura 3. 49 Profundidad (hs) del suelo sobre zapata aislada.	128
Figura 3. 50 Esfuerzos en el terreno de fundación.	130
Figura 3. 51 Sección de referencia "S1" para el cálculo del Md.....	131
Figura 3. 52 Cálculo del “Md”, en la sección de referencia “S1”	133
Figura 3. 53 Comprobación a cortante por flexión.	135
CAPÍTULO IV	
Figura 4. 1 Construcciones de tinglados parabólicos en Bolivia.	139
Figura 4. 2 Tipos y luces de las cerchas metálicas.	140
Figura 4. 3 Geométricas de la cercha parabólica.	142
Figura 4. 4 Elementos de la cercha metálica.	143
Figura 4. 5 Modelado del Tinglado Parabólico con el programa Cypecad.	145

Figura 4. 6	Grafica de precios unitarios de los tinglados; Tradicional y Parabólico.....	147
Figura 4. 7	Grafica de precios parciales de los tinglados; Tradicional y Parabólico.....	147
Figura 4. 8	Esfuerzo en el pilar de la Estructura Tradicional.	148
Figura 4. 9	Esfuerzo en el pilar de la Estructura parabólica.	148
ANEXO 1		
Figura A1.1	Abaco en roseta para flexión enviada.	
Figura A1.2	Diagrama de interacción adimensional para columnas de H°A°.	
Figura A1.3	Nomogramas para el cálculo del coeficiente de pandeo (α).	
Figura A1.4	Carga par hielo y granizo según varios reglamentos.	
Figura A1.5	Cargas permanentes de la losa maciza.	
Figura A1.6	Área de oficinas administrativas.	
Figura A1.7	Geometría del tanque elevado.	
Figura A1.8	Área de la losa maciza.	
Figura A1.9	Cargas permanentes en la losa alivianada.	
Figura A1. 10	Abaco para la capacidad de carga admisible	
Figura A1. 11	Profundidad de cimentación (Df).	
Figura A1. 12	Junta de dilatación "Módulo A".	
Figura A1. 13	Superficie de aplicación, de la carga de viento.	
Figura A1. 14	Combinación n° 2	
Figura A1. 15	Combinación n° 1	
Figura A1. 17	Combinación n° 2	
Figura A1. 16	Combinación n° 1	

ÍNDICE DE TABLAS

CAPÍTULO I

Tabla 1. 1	Coordenadas UTM expresada en (m).	6
-------------------	--	---

CAPÍTULO II

Tabla 2. 1	Relación entre Escala - pendiente del terreno.	8
Tabla 2. 2	Sistemas de clasificación de suelos.	9
Tabla 2. 3	Sistema de clasificación de suelos AASTHO.	11
Tabla 2. 4	Simbología de la clasificación del Sistema Unificado	11
Tabla 2. 5	Combinación de cargas según el método LRFD.....	31
Tabla 2. 6	Valores límites, para el acero AH-500.....	38
Tabla 2. 7	Coeficiente de pandeo (α).....	41

CAPÍTULO III

Tabla 3. 1 Resumen de los esfuerzo admisibles del suelo ($\sigma(\text{adm.})$).....	53
Tabla 3. 2 Cargas consideradas en el diseño “Módulo A”.....	54
Tabla 3. 3 Cargas consideradas en el diseño “Módulo B”.....	55
Tabla 3. 4 Armadura longitudinal inferior “Ly y Lx” en la losa maciza.....	64
Tabla 3. 5 Características geométricas de la losa aliviada.....	65
Tabla 3. 6 Resumen de armadura longitudinal y transversal de la viga n°21.....	78
Tabla 3. 7 Inercia de la columna analizada y vigas de encadenado.....	79
Tabla 3. 8 Armadura longitudinal y transversal con el programa Cypecad.....	83
Tabla 3. 9 Resumen de la armadura longitudinal de zapata aislada.....	94
Tabla 3. 10 Acero mínimo en el descanso.....	100
Tabla 3. 11 Designación del acero longitudinal en el descanso.....	101
Tabla 3. 12 Acero mínimo transversal en tramo y descanso.....	101
Tabla 3. 13 Designación del acero transversal en tramo y descanso.....	101
Tabla 3. 14 Comparación de los resultados manual, con el programa Cypecad.....	102
Tabla 3. 15 Cargas de diseño en el Modulo B.....	104
Tabla 3. 16 Cargas puntuales en los nudos (KN).....	105
Tabla 3. 17 Combinación de carga más desfavorables, método LRFD.....	107
Tabla 3. 18 Fuerzas axiales de tracción y compresión (Lado Barlovento).....	108
Tabla 3. 19 Fuerzas axiales de tracción y compresión (Lado Sotavento).....	109
Tabla 3. 20 Solicitaciones máximas de diseño en tracción y compresión.....	111
Tabla 3. 21 Propiedades geométricas de la sección costanera 80x40x15x2.....	111
Tabla 3. 22 Propiedades geométricas de la sección cajón costanera 80x15x40x2.....	112
Tabla 3. 23 Geometría de la sección cajón costanera 100x50x15x3.....	116
Tabla 3. 24 Armadura longitudinal y transversal con el programa Cypecad.....	127
Tabla 3. 25 Resumen de la Armadura longitudinal de la zapata aislada.....	137

CAPÍTULO IV

Tabla 4. 1 Pendiente máxima y mínimas de una cubierta.....	142
Tabla 4. 2 Características geométricas de los perfiles de diseño.....	143
Tabla 4. 3 Cargas de diseño.....	144
Tabla 4. 4 Coeficiente eólicos (C) en construcciones abiertas.....	144
Tabla 4. 5 Precios parcial de ambos tinglados (Tradicional, Parabólico).....	146
Tabla 4. 6 Precios unitarios de ambos tinglados (Tradicional, Parabólico).....	146
Tabla 4. 7 Perfiles usados en las Cerchas tipo; Warren y Warren reforzada.....	149

ANEXO 1

Tabla A1. 1 Coeficiente de corrección de la presión básica del viento (w).

Tabla A1. 2 Coeficientes eólicos para tinglados abiertos.

Tabla A1. 3 Factores de resistencia (ϕ) para aceros.

Tabla A1. 4 Limite de fluencia de aceros.

Tabla A1. 5 Factor de longitud efectiva (K).

Tabla A1. 6 Factor de reducción (ϕ_s) en la soldadura de filete

Tabla A1. 7 Tamaños mínimos de Soldadura de filete.

Tabla A1. 8 Material para pernos de anclaje.

Tabla A1. 9 Perfiles Costanera conformado en frio.

Tabla A1. 10 Coeficientes de minoración, mayoración, del hormigón y acero **Tabla A1. 11** Pesos específicos de los materiales de construcción.

Tabla A1. 12 Pesos específicos de los materiales de construcción.

Tabla A1. 13 Valores característicos de las sobrecargas de uso.

Tabla A1. 14 Cuantías geométricas mínimas.

Tabla A1. 15 Coeficiente de longitud de pandeo (α) de las piezas aisladas.

Tabla A1. 16 Recubrimientos mínimos en mm.

Tabla A1. 17 Recubrimientos mínimos en función del tipo de exposición, cemento y vida util

Tabla A1. 18 Propiedades de la sección bruta y homogenizada.

Tabla A1. 19 Peso específico de los suelos granulares.

Tabla A1. 20 Valores del coeficiente (ϵ).

Tabla A1. 21 Método de CZERNY para losas macizas.

Tabla A1. 22 Propiedades geométricas del complemento (EPS) y la vigueta.

Tabla A1. 23 Momentos flectores admisibles para viguetas pretensadas.

Tabla A1. 24 Tabla universal para flexión simple, método parábola – rectángulo.

Tabla A1. 25 Capacidad mecánica de las armaduras de acero natural.

Tabla A1. 26 Diámetros y áreas de las barras de acero.

Tabla A1. 27 Modelo del formulario B-2.

Tabla A1. 28 Plantilla de cálculos métricos.

Tabla A1. 29 Plantilla B-1 referido al presupuesto de la obra.

Tabla A1. 30 Velocidad del viento (nudos/hr a 10mt).

Tabla A1. 31 Resumen de cargas de diseño “Modulo B”.

Tabla A1. 32 Taza de ocupación del edificio administrativo “Modulo A”.

Tabla A1. 33 Taza de ocupación de edificios públicos y privados.

- Tabla A1. 34** Dotaciones perca pita para vivienda urbana- Valores referenciales.
- Tabla A1. 35** Volúmenes de tanque elevado (m³).
- Tabla A1. 36** Peso de la Baldosa cerámica con material de agarre (KN/m²).
- Tabla A1. 37** Resumen de cargas para el diseño estructural “Modulo A”.
- Tabla A1. 38** Variación de: nH, nB, nS, nR según el equipo del S.P.T.
- Tabla A1. 39** Resumen de la capacidad admisible del suelo (Método gráfico).
- Tabla A1. 40** Factores de la capacidad de carga por la teoría de Meyerhof.
- Tabla A1. 41** Factores de capacidad de carga según Terzagui.
- Tabla A1. 42** Esfuerzo admisible del suelo "Método gráfico, Meyerhof, Terzaghi".
- Tabla A1. 43** Amplitud térmica máxima (°C) en la ciudad de Tarija.
- Tabla A1. 44** Coeficiente eólico de sobrecarga en una construcción cerrada.
- Tabla A1. 45** Cuantía de acero del "Módulo A"
- Tabla A1. 46** Cuantía de acero del "Módulo B".

ÍNDICE DE CUADROS

CAPÍTULO I

- Cuadro 1. 1** Flujograma de los efectos directos e indirectos del problema central.2

CAPÍTULO II

- Cuadro 2. 1** Proceso de cálculo estructural de una edificación.....15
- Cuadro 2. 2** Clasificación de las acciones.16
- Cuadro 2. 3** Deformaciones en el hormigón.....17

CAPÍTULO IV

- Cuadro 4. 1** Análisis de la cubierta de dos vertientes.141

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO 1

Ábacos-Tablas – Análisis de cargas y cálculos adicionales de verificación y comprobación.

1.1 Ábacos

1.2 Tablas

1.2.1 Tablas para el diseño de perfiles metálicos.

1.2.2 Tablas para el diseño de hormigón armado.

1.2.3 Tablas para la ejecución del proyecto.

1.3 Análisis – metrado de cargas.

1.3.1 Análisis de cargas para la cubierta metálica Módulo B.

- a) Carga de viento.
- b) Carga de granizo en la ciudad de Tarija (Sgrc)
- c) Peso no estructural de la calamina (DNE).
- d) Sobrecarga de mantenimiento (Lr)

1.3.2 Análisis de cargas para el edificio administrativo "Módulo A".

1.3.2.1 Acciones adoptadas en el cálculo de la edificación.

1.3.2.2 Valores de las cargas permanentes no estructurales aplicadas al programa Cypecad.

1.3.2.2.1 Cargas permanentes no estructurales en la losa maciza (forjado n°4).

- a) Determinación del volumen y peso del tanque de almacenamiento de PVC.
- b) Determinación del peso del revoque de yeso (Pyeso).
- c) Sobrecarga de uso.

1.3.2.2.2 Cargas permanentes no estructurales en la losa alivianada (forjado n°3, Terraza).

- a) Peso de la carpeta de nivelación de hormigón simple (PH°S).
- b) Determinación del peso del revoque de yeso (Pyeso)
- c) Sobrecarga de uso.

1.3.2.2.3. Cargas permanentes no estructurales en la losa alivianada (forjado n°2, losa entre pisos).

- a) Peso de la cerámica (Pceramica).
- b) Peso de la carpeta de nivelación de hormigón simple (PH°S).
- c) Determinación del peso del revoque de yeso (Pyeso)
- d) Sobrecarga de uso.

1.3.2.2.4 Carga de muros (exterior-interior-ventanas de aluminio).

- a) Carga de muros exteriores.
- b) Carga de muros interiores
- c) Peso de la ventana de aluminio

1.3.2.2.5 Resumen de cargas de diseño en la edificación.

1.4 Verificación del estudio de suelos “Método de la Ecuación General de Meyerhof y Terzaghi.”

1.4.1 Clasificación de suelos.

1.4.2 Esfuerzo admisible o capacidad permisible del suelo

1.4.2.1 Capacidad permisible del suelo según B. K. Housh. (Método gráfico).

a) Pozo 1 profundidad 1,5 m

b) Pozo 2 (profundidad 2 m) y pozo 3 (profundidad 2,5 m).

1.4.2.2 Capacidad permisible del suelo “Ecuación general de Meyerhof”.

a) Pozo 1 profundidad 1,5 m.

1.4.2.3 Teoría de la capacidad de carga de Terzaghi.

b) Pozo 2 profundidad 2 m

c) Pozo 3 profundidad 2,5 m

1.5 Junta de dilatación.

1.5.1 Datos de la variación de temperatura (SENAMHI).

1.5.2 Dimensiones de la junta de dilatación.

1.6 Determinación de la carga de viento en el edificio administrativo “Módulo A”

1. Presión dinámica de viento.

2. Sobrecarga de viento sobre un elemento superficial.

3. Cálculo de la presión del viento en la superficie del “Modulo A”.

3.1 Cálculo del coeficiente eólico ($C_{ext.}$) del viento en la superficie exterior.

3.2 Cálculo del coeficiente eólico ($C_{int.}$) del viento en la superficie interior.

3.3 Coeficiente eólico de diseño (C_d) lado barlovento (+) y sotavento (-).

3.4 Sobrecarga de viento de diseño (p_d) (lado barlovento (+) y sotavento (-)).

1.7 Resumen de cuantías de acero del diseño estructural.

1. Edificio administrativo del personal “MÓDULO A”.

2. Tinglado Metálico “MÓDULO B”.

ANEXO 2 PLANO TOPOGRÁFICO.

ANEXO 3 ESTUDIO DE SUELOS.

ANEXO 4 PLANOS ARQUITECTÓNICOS.

ANEXO 5 PLANOS ESTRUCTURALES.

ANEXO 6 CÓMPUTOS MÉTRICOS.

EDIFICIO ADMINISTRATIVO DEL PERSONAL “MÓDULO A”.

TINGLADO METÁLICO “MÓDULO B”.

TINGLADO PARABÓLICO (Aporte Académico)

ANEXO 7 ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS.

ANEXO 8 PRESUPUESTO GENERAL.

ANEXO 9 CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN.

ANEXO 10 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS.