

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



TOMO I

**“ DISEÑO ESTRUCTURAL DEL LABORATORIO EN LA ESCUELA SUPERIOR
DE FORMACIÓN DE MAESTROS JUAN MISAEL SARACHO EN LA
PROVINCIA MENDEZ”**

Por:

FABIANA MARCELA IRAHOLA MURILLO

Proyecto de grado a consideración de la “UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO”, como requisito para optar el grado académico de Licenciatura en Ingeniería Civil.

SEMESTRE I - 2022

TARIJA – BOLIVIA

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

TOMO I

**“ DISEÑO ESTRUCTURAL DEL LABORATORIO EN LA ESCUELA SUPERIOR
DE FORMACIÓN DE MAESTROS JUAN MISAEL SARACHO EN LA
PROVINCIA MENDEZ”**

Por:

FABIANA MARCELA IRAHOLA MURILLO

SEMESTRE I - 2022

TARIJA - BOLIVI

Dedicatoria:

Este trabajo está dedicado a mis padres Catalina y Rubén, que siempre me dieron su amor y apoyo incondicional.

A mi querida abuela Isabel por el gran cariño y los ánimos que me brindó siempre, mientras estuvo a mi lado.

A mis hermanas, Mayra, Katty y Silvana, por inspirarme a que con esfuerzo y dedicación se pueden cumplir las metas que uno se plantea en la vida.

INDICE

ADVERTENCIA
DEDICATORIA
AGRADECIMIENTO
RESUMEN

CAPÍTULO I ANTECEDENTES

	Pág.
1.1 EL PROBLEMA.	1
1.1.1 Planteamiento.	1
1.1.2 Formulación.....	1
1.1.3 Sistematización.....	1
1.2 OBJETIVOS.....	2
1.2.1 General.	2
1.2.2 Específicos.....	2
1.3 JUSTIFICACIÓN.....	2
1.3.1 Académica.....	2
1.3.2 Técnica.....	2
1.3.3 Socioeconómico.	3
1.4 ALCANCE DEL PROYECTO.	3
1.5 Restricciones del proyecto.....	4
1.6 LOCALIZACIÓN.	4
1.6.1 Descripción del lugar de emplazamiento.	5
1.6.2 Servicios existentes en el área del proyecto.	6
1.6.3 Clima en el área de proyecto.	6

CAPÍTULO II
MARCO TEORICO

	Pág.
2.1 LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO.....	7
2.2 ESTUDIO DE SUELOS.	7
2.2.1 Capacidad de soporte del suelo.	8
2.2.1.1 Análisis Granulométrico Por Mallas:	8
2.2.1.2 Límites de Atterberg.....	10
2.2.1.3 Sistema de Clasificación de Suelos.	11
2.2.1.4 Prueba de penetración estándar SPT.	11
2.3 ANÁLISIS DE LAS CARGAS.....	12
2.3.1 Peso propio.	13
2.3.2 Carga permanente.....	13
2.3.3 Sobre carga de servicio.....	13
2.3.4 Acción del viento.....	13
2.4 ANÁLISIS DE ESFUERZOS.....	13
2.5 NORMA DE DISEÑO.	13
2.6 HIPÓTESIS DE CARGAS.	14
2.7 MATERIALES.....	15
2.7.1 HORMIGÓN.....	15
2.7.1.1 Resistencia del hormigón.	15
2.7.1.2 Resistencia de Cálculo.....	15
2.7.1.3 Resistencia mínima del hormigón en función de la del acero.....	16
2.7.2 Aceros.....	19
2.7.3 Resistencia característica.....	19
2.7.4 Resistencia de cálculo.	19

2.7.5	Diagrama tensión - deformación.	19
2.7.6	Diagrama de cálculo tensión – deformación.	19
2.8	HORMIGÓN ARMADO.	20
2.8.1	Adherencia entre el Hormigón y el Acero.	20
2.8.2	Disposición de las Armaduras.	21
2.8.3	Colocación de la Armadura.	22
2.8.4	Distancia entre Barras.	22
2.8.5	Recubrimiento.	23
2.8.5.1	Recubrimiento Geométrico.	23
2.8.5.2	Recubrimiento Mecánico.	23
2.8.6	Doblado de las armaduras.	25
2.8.7	Anclaje de las armaduras.	26
2.8.8	Anclaje de barras corrugadas.	28
2.8.9	Empalmes de las Armaduras.	28
2.9	Coefficiente de Minoración de Resistencias y Mayoración de Cargas.	30
2.10	DISEÑO DE VIGAS.	31
2.10.1	Dominios de deformación.	31
2.10.2	Cálculo a flexión simple.	32
2.10.3	Esfuerzo cortante.	34
2.10.4	Procedimiento de cálculo.	35
2.10.4.1	Agotamiento por compresión oblicua del alma (V_{u1}):	35
2.10.4.2	Cortante de agotamiento por tracción en el alma (V_{u2}):	35
2.10.4.3	Agotamiento de piezas con armaduras de cortante (V_d)	35
2.10.4.4	Como contribución de las armaduras transversales (V_{su}) debe tomarse:	36
2.10.5	Estado límite de figuración.	36

2.11	COLUMNAS.....	36
2.11.1	Compresión simple.....	37
2.11.2	Excentricidad mínima de cálculo.	37
2.11.3	Disposición relativa de las armaduras. –	38
2.11.3.1	Cuantías límites. –	38
2.11.4	Pandeo en piezas comprimidas de hormigón armado.	39
2.11.5	Armadura longitudinal.	41
2.11.6	Armadura transversal.	41
2.12	ZAPATAS.....	42
2.12.1	Zapatas aisladas	43
2.12.2	Cálculo a flexión.	44
2.12.3	Cálculo de la cortante.	46
2.12.4	Cálculo a Punzonamiento.....	46
2.13	ESCALERAS	47
2.14	Estrategia para la ejecución del proyecto.	49
2.14.1	Especificaciones técnicas.	49
2.14.2	Cóputos métricos.....	49
2.14.3	Precios unitarios.	49
2.14.4	Presupuesto general de la obra.	49
2.14.5	Cronograma de ejecución.....	49

CAPÍTULO III

INGENIERIA DEL PROYECTO

	Pág.	
3.1	ANÁLISIS DEL LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO.....	50
3.2	ANÁLISIS EL ESTUDIO DE SUELOS.	51

3.2.1	Capacidad de soporte del suelo.	51
3.2.2	Incremento del esfuerzo vertical en una masa de suelo causado por carga de cimentación.	54
3.3	PLANTEAMIENTO ESTRUCTURAL.....	54
3.3.1	Investigación de las cargas.	55
3.3.1.1	Peso Propio.....	55
3.3.1.2	Carga permanente.....	55
3.3.1.3	Sobrecarga de servicio.....	56
3.3.1.4	Acción del viento.....	56
3.3.1.5	Análisis de esfuerzos.	56
3.3.2	Selección de los distintos elementos.	57
3.3.2.1	Dibujo y detalles.....	57
3.3.2.2	Normas de diseño.	57
3.3.2.3	Hipótesis de carga.	57
3.4	MATERIALES.....	57
3.5	HORMIGÓN ARMADO.	58
3.5.1	Disposición de armadura.	58
3.5.1.1	Recubrimiento.	58
3.5.1.1.1	Cálculo del recubrimiento para losas.	58
3.5.1.1.2	Cálculo del recubrimiento para vigas.	58
3.5.1.2	Cálculo del recubrimiento para columnas.	59
3.5.1.3	Cálculo de recubrimiento para zapatas.....	59
3.5.1.4	Doblado de las armaduras.	59
3.5.1.5	Anclaje de las armaduras.....	59
3.5.1.1	Empalme de las armaduras.....	59

3.6	Coeficiente de minoración de resistencias y mayoración de cargas.	60
3.6.1	Coeficiente de minoración del hormigón.	60
3.6.2	Coeficiente de minoración del acero.	60
3.6.3	Coeficiente de mayoración de cargas.	60
3.7	VERIFICACIÓN DE LOSAS.	60
3.7.1	Verificación de la losa alivianada con viguetas pretensadas.	60
3.8	VERIFICACIÓN DE VIGAS DE HORMIGÓN ARMADO.	61
3.8.1	Verificación del estado limite último.	62
3.8.1.1	Verificación de la viga entre la columna 12 y columna 14.	62
3.8.1.2	Verificación de la armadura longitudinal positiva para la viga entre la P12 y P14.	63
3.8.1.3	Verificación de la armadura negativa para la viga en el lado izquierdo apoyado sobre P12.	63
3.8.1.4	Verificación de la armadura negativa para la viga en el lado derecho apoyado sobre P14.	65
3.8.1.5	Doblado de las armaduras en barras longitudinales.	67
3.8.1.6	Anclaje de la armadura en barras longitudinales.	67
3.8.1.7	Empalmes de las armaduras en barras longitudinales.	69
3.8.1.8	Verificación de la armadura transversal para la sección apoyada sobre la P12 lado izquierdo de la viga.	70
3.8.1.9	Verificación de la armadura transversal para la sección apoyada sobre la P14 lado derecho de la viga.	72
3.8.1.10	Verificación de la armadura transversal para la sección central correspondiente entre P12 y P14 de la viga.	73
3.8.2	Estado límite de figuración.	75
3.8.2.1	Verificación de estados limites de servicio.	75

3.8.2.2	Verificación del estado Límite de Figuración.	75
3.8.2.3	Verificación del estado límite de deformación.....	79
3.8.3	Cálculo de la flecha instantánea.	79
3.8.4	Cálculo de la flecha diferida:.....	81
3.8.5	Verificación es estado límite de servicio.....	82
3.9	VERIFICACIÓN DE COLUMNA DE HORMIGON ARMADO.	83
3.9.1	Armadura longitudinal.	84
3.9.2	Armadura transversal.	88
3.10	VERIFICACIÓN DE ZAPATAS AISLADAS DE HORMIGÓN ARMADO.	89
3.10.1	Cálculo a flexión.	90
3.10.1.1	Determinación de las armaduras:	92
3.10.2	Cálculo de la longitud de anclaje.	94
3.10.3	Verificación al deslizamiento:.....	94
3.10.4	Verificación al vuelco	95
3.10.5	Verificación a Cortante.	95
3.10.6	Verificación a Punzonamiento.	96
3.11	DISEÑO DE LA ESCALERA.....	97
3.11.1	Análisis de carga:	98
3.11.2	Combinación de carga.....	98
3.11.2.1	Idealización de la escalera para determinar el momento máximo positivo.....	99
3.11.2.2	Idealización de la escalera para determinar el momento máximo negativo:.....	100
3.11.2.3	Determinación de la armadura longitudinal positiva.	101
3.11.2.1	Determinación de la armadura longitudinal negativa.....	102
3.11.3	Cálculo de la armadura de reparto:.....	103
3.12	Estrategia para la ejecución del proyecto.	103

3.12.1	Especificaciones Técnicas.....	103
3.12.2	Cómputos Métricos.	104
3.12.3	Precios Unitarios.	104
3.12.4	Presupuesto General de la obra.	104
3.12.5	Cronograma de Ejecución.	104

CAPÍTULO IV
APORTE ACADEMICO

		Pág.
4.1	GENERALIDADES.....	105
4.2	INTRODUCCIÓN.....	105
4.3	OBJETIVOS GENERALES	106
4.4	MARCO TEÓRICO	106
4.4.1	Losa alivianada con Viguetas Pretensadas.....	106
4.4.1.1	Viguetas Pretensadas.....	106
4.4.1.2	Armadura de distribución.....	110
4.4.1.3	Tipos de cargas a las que es sometida una viga de concreto pretensada.....	110
4.5	Diseño y calculo estructural	113
4.5.1	Verificación de la losa alivianada con viguetas pretensadas.....	113
4.6	Alternativa 1:.....	123
4.6.1	Losa con carga distribuida.....	123
4.6.1.1	Verificación de la Vigüeta Pretensada.	124
4.6.1.2	Verificación de las inecuaciones de condición cuando solo actúan las tensiones producidas por el peso propio y la fuerza de pretensado.....	127
4.6.1.3	Verificación de la fuerza de pretensado:	129
4.6.1.4	Verificación de los Esfuerzos en la sección.	130
4.6.1.5	Cálculo de las armaduras consideradas sobre la losa alivianda	131

4.7	ALTERNATIVA 2.....	136
4.7.1	Losa con cargas distribuidas y puntuales.	136
4.7.1.1	Verificación de la Vigüeta Pretensada.	140
4.7.1.2	Verificación de las inecuaciones de condición cuando solo actúan las tensiones producidas por el peso propio y la fuerza de pretensado.....	143
4.7.1.3	Verificación de la fuerza de pretensado:	145
4.7.1.4	Verificación de los Esfuerzos en la sección.	145
4.7.1.5	Cálculo de las armaduras consideradas sobre la losa alivianda	147
4.8	Verificación de la deflexión.	151
4.9	Conclusiones de Aporte Academico :	154

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

	Pág.	
5.1	CONCLUSIONES.....	155
5.2	RECOMENDACIONES	156

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

ANEXO 1: LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO.

ANEXO 2: ESTUDIO DE SUELOS.

ANEXO 3: TABLAS.

ANEXO 4: ANÁLISIS DE CARGAS.

ANEXO 5: FICHA TÉCNICA.

ANEXO 6: ESPECIFICACIONES TÉCNICAS.

ANEXO 7: CÓMPUTOS MÉTRICOS.

ANEXO 8: PRECIOS UNITARIOS.

ANEXO 9: PRESUPUESTO GENERAL.

ANEXO 10: CRONOGRAMA DE EJECUCION.

ANEXO 11: COMPROBACIÓN DE MOMENTOS Y CORTANTES.

ANEXO 12 : PLANOS DE OBRA.....TOMO II

INDICE DE FIGURAS

	Pág
Figura 1.6.1 Mapa de Bolivia, ubicacion Tarija.....	4
Figura 1.6.2 Mapa de Tarija ubicacion de la Prov. Mendez.....	5
Figura 1.6.3 Ubicacion del Proyecto en la Localidad de Canasmoro.....	5
Figura 2.2.1 Granulometria obtenido por un Análisis Granulométrico por Mallas.	9
Figura 2.2.2 Definicion de los Limites de Atterberg.....	10
Figura 2.2.3 Ensayo de Penetración Estandar SPT	12
Figura 2.7.1 Diagrama parabola - rectangulo.....	17
Figura 2.7.2 Diagrama Rectangular.....	17
Figura 2.7.3 Diagrama de Calculo Tension - Deformacion	20
Figura 2.8.1 Diámetros internos para patillas en barras corrugadas.....	26
Figura 2.8.2 Longitud de anclaje en centímetros (Ø en centímetros).....	28
Figura 2.8.3 Empalmes por traslapo o solapo	29
Figura 2.10.1 Esquema del comportamiento de una viga a flexion	31
Figura 2.10.2 Diagrama de Pivotes	31
Figura 2.12.1 Cimentacion sometida a momentos y fuerzas horizontales	42
Figura 2.12.2 Formas tipicas de una zapata aislada	44
Figura 2.12.3 Zapatas rigidas y flexibles.....	44
Figura 2.12.4 Calculo de flexion de una zapata flexible	45
Figura 2.12.5 Comprobaciones al cortante y punzonamiento	46
Figura 2.13.1 Escalera	48
Figura 3.1.1 Fotografia de la superficie del terreno	50
Figura 3.2.1 Ubicacion de los pozos.....	51
Figura 3.2.2 Resultados pozo numero 1	52

Figura 3.2.3 Resultados del pozo numero 2	53
Figura 3.3.1 Estructura en Cypecad.....	55
Figura 3.7.1 Vista en planta de la descripcion de las viguetas	60
Figura 3.8.1 Envoltente de diseño de la viga-momentos.....	61
Figura 3.8.2 Envoltente de diseño de la viga cortante.....	69
Figura 3.8.3 Disposicion de la armadura de la viga	83
Figura 3.9.1 Vista de Columnas	83
Figura 3.9.2 Geometria de los elementos que ocurren a la columna.....	85
Figura 3.9.3 Disposición en la armadura de la columna	89
Figura 3.10.1 Momento en la seccion 1-1 y 1'-1".....	92
Figura 3.10.2 Verificacion a Cortante y Punzonamiento	95
Figura 3.10.3 Descripción de la armadura de la Zapata	96
Figura 3.11.1 Consideración de la escalera para el cálculo principal.....	99
Figura 3.11.2 consideración de la escalera como una losa plana, apoyo simple.....	99
Figura 3.11.3 Consideración de la escalera para el cálculo de la armadura negativa.	100
Figura 3.11.4 Consideracion de la escalera como una losa plana, apoyo empotrado	101
Figura 4.4.1 Losa alivianada con vigueta pretensada.....	106
Figura 4.4.2 Armadura de distribucion de la Losa Alivianada.....	110
Figura 4.5.1 Vista en planta de la descripcion de las viguetas	113
Figura 4.5.2 Complemento de plastormo.	116
Figura 4.5.3 Propiedades de la vigueta normal en $t=0$	118
Figura 4.5.4 Figura Sección compuesta viga en T	119
Figura 4.5.5 Toda la sección con una Resistencia de $f_{ck} = 25\text{MPa}$	121
Figura 4.5.6 Toda la sección con una Resistencia de $f_{cp} = 35\text{MPa}$	122
Figura 4.6.1 Vigueta pretensada.....	125

Figura 4.6.2 Vigueta pretensada.....	126
Figura 4.7.1 Losa con carga distribuida y puntual	136
Figura 4.7.2 Vigueta pretensada.....	141
Figura 4.7.3 Vigueta.....	124

INDICE DE TABLAS

	Pág
Tabla 2.2.1 Tamaño de tamiz	9
Tabla 2.2.2 Límites de tamaño de suelos separados.....	10
Tabla 2.7.1 Estados limites ultimos- Coeficientes de minoracion de la resistencia de los materiale.....	16
Tabla 2.7.2 Resistencia del Hormigon en funcion del tipo de acero	16
Tabla 2.8.1 Recubrimientos minimos en milímetros.....	24
Tabla 2.8.2 Porcentaje maximo de barras empalmadas con relacion a la seccion total de acero	30
Tabla 3.8.1 Resultados Armadura Longitudinal.....	67
Tabla 3.8.2 Resultados de armaduras transversal.....	74
Tabla 3.8.3 Máxima abertura caracteristica aceptable de fisura.....	76
Tabla 3.8.4 Resumen General de armadura de vigas	82
Tabla 3.9.1 Resumen general para los resultados de columnas.....	89
Tabla 3.10.1 Resumen general para la Zapata.....	96
Tabla 4.4.1 Dimendiones de las Viguetas	107
Tabla 4.4.2 Valores de Kre y J	109
Tabla 4.4.3 Valores de C	109
Tabla 4.5.1 Especificaciones técnicas viguetas pretensadas CONCRETEC.....	114
Tabla 4.5.2 Sistema de aplicacion de la vigueta pretensada.....	114
Tabla 4.5.3 Compresion vigueta prefabricada - vigueta pretensada.....	115
Tabla 4.5.4 Complemento de plastoforno CONCRETEC	116
Tabla 4.5.5 Propiedades de la vigueta pretensado.....	119
Tabla 4.5.6 Propiedades de la vigueta compuesta	120

Tabla 4.5.7 Propiedades de la seccion.....	122
Tabla 4.5.8 Propiedades de la sección.....	123
Tabla 4.8.1 Comaprativa de ambas alternativas.....	153

