

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



TOMO I

“DISEÑO ESTRUCTURAL DEL CENTRO DE SALUD EN LA
COMUNIDAD DE EL PUENTE”

(TEXTO-ANEXOS)

Por:

ALBERTO GUTIERREZ VELASQUEZ

SEMESTRE I - 2021

Tarija – Bolivia

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA “JUAN MISAEL SARACHO”

FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

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

**“DISEÑO ESTRUCTURAL DEL CENTRO DE SALUD EN LA
COMUNIDAD DE EL PUENTE”**

Por:

GUTIERREZ VELASQUEZ ALBERTO

SEMESTRE I - 2021

Tarija - Bolivia

V°B°

Ing. Carrasco Arnold Paul Denis

DOCENTE DE CIV - 502

M.Sc. Ing. Ernesto Álvarez Gozalvez

DECANO FACULTAD DE
CIENCIAS Y TECNOLOGÍA

M.Sc. Lic. Elizabeth Castro Figueroa

VICEDECANA FACULTAD DE
CIENCIAS Y TECNOLOGÍA

TRIBUNAL:

.....
Ph.D. Ing. Arturo Dubravcic Alaiza

.....
Ing. Javier Castellanos Vásquez

.....
M.Sc.Ing. Armando Almendras Saravia

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

DEDICATORIA

*A Dios por darme la vida, la salud y perseverancia
para culminar con esta etapa de mi vida.*

*Para ti mamá, por tu comprensión, por tu apoyo por
tu humildad, por tu enseñanza de vida, por luchar
juntos y sobre todo por seguir a mi lado dándome
esa fuerza para seguir adelante.*

A mis hermanos por todo el apoyo brindado.

A todos mis amigos y compañeros que me apoyaron.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a DIOS por iluminar y guiar mis pasos por los senderos de la vida.

A mi querida madre por el apoyo ofrecido incondicionalmente en todos los momentos de mi vida.

A mis hermanos por estar siempre conmigo en todos los momentos y dedicarme todo su amparo en el transcurso de mi vida estudiantil.

A todos mis amigos y amigas de la universidad por ser buenos compañeros.

A todos los docentes que me brindaron sus conocimientos en toda mi carrera.

PENSAMIENTO

Nunca consideres el estudio como una obligación, sino como una oportunidad para penetrar en el bello y maravilloso mundo del saber.

ÍNDICE DE CONTENIDO

CAPÍTULO I

1. ANTECEDENTES	1
1.1. EL PROBLEMA	1
1.1.1. Planteamiento.....	1
1.1.2. Formulación	2
1.1.3. Sistematización	2
1.2. OBJETIVOS	3
1.2.1. General.....	3
1.2.2. Específicos	3
1.3. JUSTIFICACIÓN	3
1.3.1. Académica.....	3
1.3.2. Técnica.....	4
1.3.3. Socioeconómico.....	4
1.4. ALCANCE DEL PROYECTO.....	4
1.5. RESTRICCIONES DEL PROYECTO.....	5
1.6. LOCALIZACIÓN.....	5
1.6.1. Descripción del lugar de emplazamiento.....	6
1.7. SERVICIOS EXISTENTES EN EL ÁREA DEL PROYECTO	6
1.7.1. Agua Potable.....	6
1.7.2. Servicio de alcantarillado.....	7
1.7.3. Energía eléctrica.....	7
1.8. ASPECTOS DEMOGRÁFICOS	7
1.9. Clima en el área de proyecto.....	8

CAPÍTULO II

2.MARCO TEÓRICO	9
2.1. LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO	9
2.2. ESTUDIO DE SUELOS	10
2.2.1. Capacidad de soporte del suelo.....	10
2.2.2. Incremento del esfuerzo vertical en una masa de suelo por la carga de cimentación.....	19
2.3. IDEALIZACIÓN ESTRUCTURAL	20
2.3.1.1. Análisis de alternativas	21

2.3.1.2. Alternativa seleccionada	21
2.3.1.3. Planteamiento estructural.....	21
2.3.2. Investigación de las cargas.....	21
2.3.2.1. Peso propio.....	22
2.3.2.2. Carga permanente	22
2.3.2.3. Sobrecarga de servicio	22
2.3.2.4. Acción del viento	22
2.3.2.5. Acción sísmica.	22
2.3.3. Análisis de esfuerzos.....	22
2.3.4. Selección de los distintitos elementos.....	23
2.3.5. Dibujo y detalles	23
2.4. NORMA DE DISEÑO.....	23
2.5. HIPÓTESIS DE CARGAS	23
2.6. MATERIALES	24
2.6.1. Hormigón	24
2.6.1.1. Resistencia del hormigón.....	24
2.6.1.2. Resistencia de cálculo	25
2.6.2. Aceros	28
2.6.2.1. Resistencia característica	28
2.6.2.2. Resistencia de cálculo.....	28
2.6.2.3. Diagrama tensión - deformación.....	28
2.6.2.4. Diagrama de cálculo tensión – deformación.....	29
2.7. HORMIGÓN ARMADO.....	30
2.7.1. Adherencia entre el hormigón y el acero	30
2.7.2. Disposición de las armaduras.....	30
2.7.3. Colocación de la armadura.....	31
2.7.4. Distancia entre barras.....	31
2.7.5. Recubrimiento.....	33
2.7.5.1. Recubrimiento geométrico.....	33
2.7.5.2. Recubrimiento mecánico	33
2.7.6. Doblado de las armaduras	34
2.7.7. Anclaje de las armaduras	35

2.7.7.1. Anclaje de barras corrugadas.....	37
2.7.8. Empalmes de las armaduras.....	38
2.8. COEFICIENTE DE MINORACIÓN DE RESISTENCIAS Y MAYORACION DE CARGAS	39
2.9. JUNTA DE DILATACIÓN.....	40
2.10. DISEÑO DE LOSAS	40
2.10.1. Losa aliviada con viguetas pretensadas.....	40
2.10.1.1. Viguetas pretensadas.....	41
2.10.1.2. Esfuerzos admisibles.....	42
2.10.1.3. Las pérdidas instantáneas.....	42
2.10.1.4. Acortamiento elástico del hormigón.....	42
2.10.1.5. Pérdidas diferidas	43
2.10.1.6. Armadura de distribución	45
2.10.2. Losa casetonada	46
2.10.2.1. Determinación de la armadura a flexión (método de resistencia de materiales)	48
2.10.2.2. Comprobación de flechas de forjados reticulares	49
2.10.2.3. Ábacos.....	49
2.10.2.4. Armadura de cortante.....	50
2.10.2.5. Armadura de reparto por temperatura y retracción de fraguado.....	51
2.11. DISEÑO DE VIGAS.....	51
2.11.1. Dominios de deformación.....	52
2.11.2. Cálculo a flexión simple	52
2.11.3. Esfuerzo cortante	55
2.11.4. Estado límite de fisuración.....	57
2.12. COLUMNAS	57
2.12.1. Armadura longitudinal	62
2.12.2. Armadura transversal.....	62
2.13. RAMPA DE HORMIGÓN ARMADO	63
2.14. ZAPATAS AISLADAS.....	65
2.14.1. Cálculo a flexión	68
2.14.2. Cálculo de la cortante.....	69
2.14.3. Cálculo a punzonamiento.....	70

2.15. ESTRATEGIA PARA LA EJECUCIÓN DEL PROYECTO	70
2.15.1. Especificaciones técnicas.....	70
2.15.2. Cómputos métricos	71
2.15.3. Precios unitarios.....	72
2.15.4. Presupuesto general de la obra.....	72
2.15.5. Cronograma de ejecución	73

CAPÍTULO III

3. INGENIERÍA DEL PROYECTO	74
3.1. ANÁLISIS DEL LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO	74
3.2. ANÁLISIS DEL ESTUDIO DE SUELOS	75
3.2.1. Capacidad de soporte del suelo.....	75
3.2.2. Determinación de la profundidad de cimentación	79
3.3. IDEALIZACIÓN ESTRUCTURAL	80
3.3.1. Determinación de la forma general.....	80
3.3.1.1. Análisis de alternativas	80
3.3.1.1.1. Alternativa N° 1.....	80
3.3.1.1.1.1 . Cubierta y Entrepisos:	80
3.3.1.1.1.2.Estructura de Sustentación.....	81
3.3.1.1.1.3.Fundaciones	82
3.3.1.2.1.Alternativa N° 2.....	82
3.3.1.2.1.1.Cubierta y entrepisos	82
3.3.1.2.1.2. Estructura de Sustentación.....	83
3.3.1.2.1.3 .Fundaciones	83
3.3.1.2. Alternativa seleccionada	84
3.3.1.3. Planteamiento Estructural	85
3.3.2. Investigación de las cargas.....	86
3.3.2.1. Peso Propio	86
3.3.2.2. Carga permanente	87
3.3.2.3. Sobrecarga de servicio	87
3.3.2.4. Acción del viento	87
3.3.2.5. Acción sísmica.....	87
3.3.3. Análisis de esfuerzos.....	88

3.3.4. Selección de los distintos elementos.....	88
3.3.4.1. Predimensionamiento de vigas	88
3.3.4.2. Predimensionamiento de columnas.....	89
3.3.4.3. Pre dimensionamiento de losas unidireccionales (viguetas pretensadas)	90
3.3.4.4. Predimensionamiento de losas macizas (rampa):	90
3.3.5. Dibujo y detalles	91
3.4. NORMAS DE DISEÑO	91
3.5. HIPÓTESIS DE CARGA	91
3.6. MATERIALES	91
3.6.1. Hormigón.....	91
3.6.2. Acero.....	91
3.7. HORMIGÓN ARMADO.....	92
3.7.1. Disposición de armadura.....	92
3.7.1.1. Recubrimiento.....	92
3.7.1.1.1. Cálculo del recubrimiento para losas.....	92
3.7.1.1.2. Cálculo del recubrimiento para vigas.	92
3.7.1.1.3. Cálculo del recubrimiento para columnas.....	93
3.7.1.1.4. Cálculo de recubrimiento para zapatas	93
3.7.1.2. Doblado de las armaduras.....	93
3.7.1.3. Anclaje de las armaduras	94
3.7.2. Empalme de las armaduras	94
3.8. COEFICIENTE DE MINORACIÓN DE RESISTENCIAS Y MAYORACIÓN DE CARGAS	94
3.8.1. Coeficiente de minoración del hormigón.....	94
3.8.2. Coeficiente de minoración del acero.....	94
3.8.3. Coeficiente de mayoración de cargas	94
3.9. JUNTA DE DILATACIÓN.....	95
3.10. VERIFICACIÓN DE LOSAS	96
3.10.1. Verificación de la losa alivianada con viguetas pretensadas	96
3.10.1.1. Viguetas pretensadas.....	96
3.10.1.2. Verificación de las incuaciones de condición cuando solo actúan las tensiones producidas por el peso propio y la fuerza de pretensado.....	108
3.10.1.3. Verificación de la fuerza de pretensado.....	109

3.10.1.4.	Verificación de los Esfuerzos en la sección.....	110
3.10.1.5.	Verificación de la deflexión.....	112
3.10.1.6.	Armadura de Distribución.....	113
3.10.1.7.	Comentarios y evaluaciones de los resultados.....	114
3.10.2.	Verificación de la losa casetonada.....	114
3.10.2.1.	Predimensionamiento.....	114
3.10.2.2.	Características de los materiales.....	115
3.10.2.3.	Determinación de las cargas en la losa.....	115
3.10.2.4.	Altura equivalente inercia constante.....	116
3.10.3.	Determinación de la armadura a flexión (método de coeficientes).....	117
3.10.3.1.	Determinación de la armadura.....	119
3.10.3.2.	Armadura longitudinal.....	119
3.10.3.3.	Momento positivo resistente de la losa.....	120
3.10.3.4.	Momento de diseño.....	120
3.10.3.5.	Dimensionamiento del nervio a flexión.....	120
3.10.3.6.	Obtención del número de fierros para un nervio.....	121
3.10.3.7.	Comprobación de flechas de forjados reticulares.....	122
3.10.3.8.	Ábacos.....	122
3.10.3.9.	Armadura de cortante.....	124
3.10.3.10.	Armadura de reparto por temperatura y retracción de fraguado.....	127
3.10.3.11.	Comentarios y evaluación de los resultados.....	128
3.11.	VERIFICACIÓN DE VIGAS DE HORMIGÓN ARMADO.....	128
3.11.1.	Dominio de deformación.....	129
3.11.2.	Cálculo de flexión simple.....	129
3.11.3.	Esfuerzo cortante.....	136
3.11.4.	Estado límite de figuración.....	141
3.12.	VERIFICACIÓN DE COLUMNA DE HORMIGÓN ARMADO.....	157
3.12.1.	Armadura longitudinal.....	158
3.12.2.	Armadura transversal.....	162
3.13.	VERIFICACIÓN DE RAMPA DE HORMIGÓN ARMADO.....	164
3.14.	VERIFICACIÓN DE ZAPATAS AISLADAS DE HORMIGÓN ARMADO....	167
3.14.1.	Calculo a flexión.....	168

Determinación de las armaduras: momento en las secciones 1-1 y 1"-1".....	170
3.14.2. Verificación a Cortante.....	173
3.14.3. Verificación a Punzonamiento.....	174
3.15. Diseño de la Zapata combinada.....	176
3.16. ESTRATEGIA PARA LA EJECUCIÓN DEL PROYECTO	180
3.16.1. Especificaciones Técnicas	181
3.16.2. Cómputos Métricos.....	182
3.16.3. Precios Unitarios.....	182
3.16.4. Presupuesto General de la obra.....	182
3.16.5. Cronograma de Ejecución.....	182
CAPÍTULO IV	
4. APORTE ACADÉMICO (DISEÑO DE RAMPA CON NORMA ACI 318).	183
4.1. MARCO TEÓRICO.....	183
4.2. DISEÑO DE RAMPA ACI 318	183
4.3. COMPARACION DE DISEÑOS ACI 318 VS CBH-87	184
4.3.1. Parámetros utilizados de diseño Norma ACI 318.....	185
4.3.2. Parámetros utilizados de diseño norma boliviana CBH-87	188
4.4. Análisis comparativo técnico norma ACI 318 vs CBH-87.....	191
4.5. COMPARACIÓN DE CÁLCULO DE LAS DOS NORMAS.....	193
4.5.1. Según la norma ACI 318.....	193
4.5.2. Análisis Comparativo Económico	199
4.6. Resumen general de los resultados	200
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	201
CONCLUSIONES.....	201
RECOMENDACIONES	203
BIBLIOGRAFÍA	204

ÍNDICE DE FIGURAS

CAPÍTULO I

Figura 1.1.- Ubicación de El Puente..... 5

Figura:1.2.- Ubicación del proyecto en la comunidad de El Puente. 6

CAPÍTULO II

Figura 2.1.- Granulometría de un suelo de grano grueso obtenido por un análisis 11

Figura 2.2.- Definición de los límites de atterberg..... 12

Figura 2.3.- Grafica de Plasticidad del Sistema Unificado..... 14

Figura 2.4.- Ensayo de Penetración Estándar –SPT. 14

Figura: 2.5.- Ábacos para determinar valores de cargas admisibles máximos probables. 17

Figura: 2.6.- Ábaco para determinar los valores de cargas admisibles 18

Figura 2.7.- Esfuerzo vertical en un punto A causado por una carga puntual 19

Figura 2.8.- Método 2.1 para encontrar el incremento de esfuerzo 20

Figura 2.9.- Diagrama parábola – rectángulo. 26

Figura 2.10 Diagrama rectangular. 27

Figura 2.11.- Diagrama de cálculo tensión – deformación..... 29

Figura 2.12.- Diámetros internos para patillas en barras corrugadas. 35

Figura 2.13.- Longitud de anclaje en centímetros (\emptyset en centímetros). 37

Figura 2.14.- Empalme por traslapeo o solapeo..... 38

Figura 2.15.- pretensadas Losa alivianada con viguetas. 41

Figura 2.16.- Armadura de Distribución de la losa alivianada. 45

Figura 2.17.- Losa Casetonada. 46

Figura 2.18.- Transmisión de cargas de nervio a placa. 48

Figura 2.19.- Tamaño mínimo recomendado para ábacos..... 50

Figura 2.20.- Áreas de secciones críticas. 51

Figura 2.21.- Esquema del comportamiento de una viga a flexión. 52

Figura 2.22.- Diagramas de pivotes..... 52

Figura 2.23.- Rampa de hormigón armado..... 63

Figura 2.24.- Cimentación sometida a momentos y fuerzas horizontales. 65

Figura 2.25.- Formas típicas de una zapata aislada. 67

Figura 2.26.- Zapatas rígidas y flexibles. 67

Figura 2.27.- Cálculo de flexión de una zapata flexible..... 68

Figura 2.28.- Comprobaciones al cortante y punzonamiento.....	69
---	----

CAPÍTULO III

Figura 3.1- Fotografía de la superficie del terreno.	74
Figura 3.2.- Curvas de nivel.	75
Figura 3.3.- Alternativa de diseño 1.	82
Figura :3.4.- Alternativa de Diseño 2.	84
Figura 3.5.- Alternativa de Diseño seleccionada.....	85
Figura 3.6. – Estructura de centro de salud El Puente en CYPECAD.	86
Figura.3.7.- Estructura del Centro de Salud de Comunidad de El Puente.....	88
Figura. 3.8. vista en planta de juntas de dilatación.....	95
Figura.3.9.- Vista en planta de la descripción de las viguetas.....	96
Figura 3.10. – Losa alivianada con viguetas pretensadas.....	97
Figura.3.11.- Vigueta pretensada CONCRETEC.....	98
Figura 3.12.- Sistema de aplicación de la vigueta pretensada.	98
Figura 3.13.- Sistema de aplicación del complemento plastoforno.....	100
Figura: 3.14.- Características geométricas de la vigueta pretensada.....	102
Figura: 3.15.- Sección compuesta de la vigueta pretensada.	103
Figura 3.16.- Sección compuesta viga en T.....	103
Figura 3.17.- Características geométricas de la vigueta compuesta viga en T.....	104
Figura 3.18.- Punto de aplicación de la fuerza de pretensado (F_p).....	107
Figura 3.19.- Dimensiones de la losa reticular.	115
Figura 3.20.- Peso propio de la losa reticular.	116
Figura 3.21.- Altura equivalente.....	117
Figura 3.22.- Sección transversal de recubrimiento mecánico.	119
Figura 3.23.- Representación gráfica de los momentos calculados en la losa reticular	122
Figura 3.24. – Tamaño mínimo recomendable para los ábacos.	123
Figura 3.25.- Sección de la cortante analizada.	125
Figura 3.26.- Armadura de la losa casetonada $H = 30$ cm (bordes de la losa).	127
Figura 3.27.- Envoltorio de diseño de la viga – momentos.....	129
Figura 3.28.- Envoltorio de diseño de la viga cortantes.....	136
Figura 3.29.- Representación gráfica de las cortantes de diseño a una distancia “d”	137
Figura 3.30.- Tramo de diseño para la armadura de corte $x = 2.99$ m.....	140

Figura 3.31.- Disposición de la Armadura de la Viga.....	149
Figura.3.32 - Envoltente de diseño de la viga – momentos.....	150
Figura 3.33.- Envoltente de diseño de la viga cortantes.....	154
Figura 3.34.- Representación gráfica de las cortantes de diseño a una distancia “d”	155
Figura: 3.35. disposición de armadura de la viga.....	156
Figura 3.36.- Columna en estudio P 19.....	157
Figura:3.37.-Disposicon de la armadura en le columna P19.....	163
Figura 3.38.- Esfuerzos de Dimensionamiento de la Rampa.	165
Figura 3.39.- Momento en las secciones 1-1 y 1”-1”.....	170
Figura 3.40.- Longitud de anclaje en centímetros (\emptyset en centímetros).....	172
Figura 3.41.- Verificación a Cortante y Punzonamiento.....	174
Figura: 3.42.- Descripción de la Armadura de la Zapata.....	175

CAPÍTULO IV

Figura 4.1.- losa simplemente apoyada.....	183
Figura 4.2.- Esfuerzo principal.....	184
Figura 4.3.- Rampa de acceso de hormigon armado.....	194

ÍNDICE DE TABLAS

CAPÍTULO I

Tabla 1.1.- Población de El Puente.....	7
Tabla 1.2.- Población Diferenciada por Sexo.....	8

CAPÍTULO II

Tabla 2. 1 Tamaños de Tamices U.S. Estándar.....	11
Tabla 2. 2 Límites de Tamaño de Suelos Separados.....	12
Tabla 2.3.- Simbología del Sistema Unificado.....	13
Tabla 2.4.- Estados límites últimos – coeficientes de minoración de la resistencia	25
Tabla 2.5 Resistencia del hormigón en función del tipo de acero.....	26
Tabla 2.6.- Recubrimientos mínimos en milímetros.....	33
Tabla 2.7.- Porcentaje máximo de barras empalmadas con relación a la sección total ...	39
Tabla 2.8.- Dimensiones de las viguetas.....	42
Tabla 2.9.- Valores de K_{re} y J	44
Tabla 2.10.- Valores de C	44

CAPÍTULO III

Tabla 3.1.- Resultados de estudio de suelo.....	79
Tabla 3.2.- Elevaciones de plantas.....	88
Tabla.3.3. – Especificaciones técnicas viguetas pretensadas CONCRETEC.....	97
Tabla 3.4.- Sistema de aplicación de la vigueta pretensada.....	98
Tabla 3.5. – Compresión vigueta pretensada – vigueta prefabricada.....	99
Tabla 3.6.- Complemento de plastiformo CONCRETEC.....	100
Tabla 3.7.- Propiedades de la vigueta pretensada.....	103
Tabla 3.8.- Propiedades de la vigueta compuesta.....	104
Tabla 3.9.- Coeficientes para el Diseño de Losas nervadas Rectangulares Sustentada.....	117
Tabla 3.10.- Resumen de Resultados para losa Reticular $H = 30$ cm.....	121
Tabla 3.11.- Esfuerzos para diferentes longitudes “L”.....	126
Tabla 3.12.- Resultados armadura longitudinal.....	134
Tabla 3.13.- Resultado de armadura transversal.....	141
Tabla 3. 14.- Máxima abertura característica aceptable de fisura.....	142
Tabla 3.15.- Resumen General Armadura de Viga.....	148
Tabla 3.16.- geometría de los elementos que concurren a la columna.....	158

Tabla 3. 17 resumen General de los Resultados para la Columna.	163
Tabla 3.18.- resumen general para la rampa.....	167
Tabla 3. 19 Resumen General para la Zapata.....	175

CAPÍTULO IV

Tabla 4.1. análisis comparativo económico entre ambas normas.....	199
Tabla 4.2.- Análisis Comparativo Económico del Diseño de la Rampa con la Norma ACI 318 VS Norma CBH 87.....	200
Tabla 4.3.- Resumen general para la rampa.	200

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO 1. TOPOGRAFÍA

ANEXO 2. ESTUDIO DE SUELO

ANEXO 3. TABLAS

ANEXO 4. ANALISIS DE CARGAS

ANEXO 5. JUNTA DE DILATACIÓN

ANEXO 6. FICHA TÉCNICA

ANEXO 7. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

ANEXO 8. COMPUTOS METRICOS

ANEXO 9. PRECIOS UNITARIOS

ANEXO 10. PRESUPUESTO GENERAL DE LA OBRA

ANEXO 11. CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN

ANEXO 12. COMPROBACION DE ZAPATAS Y PILARES