

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



DISEÑO DE INGENIERÍA
“PUENTE VEHICULAR COLÓN – SAN JOSÉ
DE CHARAJA”

PRESENTADO POR:

UNIV. ELMER ROMERO BENAVIDES

FEBRERO, 2012

TARIFA-BOLIVIA

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
DEPARTAMENTO DE ESTRUCTURAS Y CS. MS.**

**DISEÑO DE INGENIERÍA
“PUENTE VEHICULAR COLÓN-SAN JOSÉ DE
CHARAJA”**

Por:

ELMER ROMERO BENAVIDES

PROYECTO ELABORADO EN LA ASIGNATURA CIV 502

Febrero de 2012

TARIJA - BOLIVIA

HOJA DE EVALUACIÓN

EVALUACIÓN CONTINUA:

Fecha de presentación:

Calificación numeral:

Calificación Literal:

.....
Ing. Fernando Mur
Docente de la materia CIV-502

EVALUACIÓN FINAL:

Fecha de presentación:

Calificación numeral:

Calificación Literal:

V^oB^o

.....
Ing. Fernando Mur
Docente de la materia CIV-502

.....
Ing. Luis Alberto Yurquina Flores

DECANO DE LA FACULTAD
DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA

.....
Lic. Gustavo Succi Aguirre

VICEDECANO DE LA FACULTAD
DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA

APROBADO POR:

TRIBUNAL:

.....
Ing. Gonzalo Gandarillas

.....
Ing. Ernesto Álvarez

.....
Ing. Carola Miranda

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

DEDICATORIA

Dedicado a mis Padres (Carlos Romero y Victoria Benavides), a mis hermanos (Nadir, Ilsen y Yamil), porque estuvieron ahí brindándome su apoyo, su amor incondicional y por haber fomentado mi superación como estudiante.

*“Primero decide lo que quieres
ser y luego haz lo que tienes que
hacer”*

ÍNDICE GENERAL

Dedicatoria	
Pensamiento	
Resumen ejecutivo	

CAPÍTULO I

ANTECEDENTES

1. Introducción.....	1
1.1 Datos Generales del Proyecto.....	1
1.2 Antecedentes.....	1
1.3 Objetivos.....	2
1.3.1 Objetivo General.....	2
1.3.1 Objetivos Específicos.....	2
1.3.3 Metas y alcances del proyecto.	3
1.4 Justificación.....	4
1.4.1 Razones Económicas.....	4
1.4.2 Razones Técnicas.....	5
1.4.3 Razones de Educación.....	5
1.4.4 Razones de Salud.....	6
1.4.5 Razones Turísticas.....	6
1.5 Descripción del Problema.....	6
1.6 Descripción del sitio del Proyecto.....	7
1.6.1 Aspectos Espaciales.....	7
1.6.1.1 Ubicación Geográfica.....	7
1.6.1.2 Latitud Longitud.....	8
1.6.1.3 Límites territoriales.....	8
1.6.1.4 Extensión.....	8
1.6.1.5 División Política.....	8

1.7 Aspectos Físico naturales.....	9
1.7.1 Descripción Fisiográfica de la zona.....	9
1.7.2 Características del Ecosistema.....	9
1.7.2.1 Clima.....	9
1.7.2.2 Suelo	10
1.7.2.3 Flora	10
1.7.2.4 Fauna.....	10
1.7.2.5 Agua.....	11
1.7.2.6 Aire	11
1.8 Aspecto Socio culturales.....	12
1.8.1 Población beneficiada	12
1.8.2 Estabilidad Poblacional.....	13
1.8.3 Características Culturales y tradicionales	15
1.9 Aspecto económico productivo.....	17

CAPÍTULO II

MARCO LÓGICO

2.1.Introducción	22
2.2.Tipos de Puentes	22
2.2.1. Descripción de puentes conocidos en el medio	22
2.2.1.1 Puente de Hormigón Pretensado de vigas AASTHO tipo V simplemente Apoyado	22
2.2.1.2 Puente de Hormigón Armado de vigas rectangulares.....	23
2.2.1.3 Puente en Arco de Hormigón Armado de Tablero Inferior	24
2.2.1.4 Puente de Acero	25
2.2.1.5 Puente de Madera.....	26
2.3 Requisitos para el análisis de Alternativas.....	27

2.3.1	Requisitos de Ubicación del Puente.....	27
2.3.2	Aspectos a tomar en cuenta en la elección de un Puente	27
2.3.2.1	Aspecto Económico	27
2.3.2.2	Aspecto Técnico.....	29
2.3.2.3	Tiempo de ejecución.....	30
2.3.2.4	Aspecto Estético.....	30
2.3.3	Estribos	31
2.3.3.1	Definición	31
2.3.3.2	Tipos de Estribos.....	31
2.3.3.2.1	Clasificación de acuerdo a las características del muro de levantamiento	31
2.3.3.2.1.1	Estribo Cerrado	31
2.3.3.2.1.2	Estribo Abierto.....	31
2.3.3.2.2	Clasificación según el material	31
2.3.3.2.3	Clasificación según el Ala	32
2.3.3.2.3.1	Estribo de Alas Rectas	32
2.3.3.2.3.2	Estribo de Alas Oblicuas.....	32
2.3.3.2.3.3	Estribo en forma de U.....	32
2.3.3.3	Partes de un Estribo	32
2.3.3.3.1	Coronamiento.....	32
2.3.3.3.2	Elevación.....	32
2.3.3.3.3	Fundación.....	33
2.3.3.4	Descripción de Estribos conocidos en el medio	33
2.3.3.4.1	Estribo cerrado de Hormigón Armado.....	33
2.3.3.4.2	Estribo cerrado de Hormigón Ciclópeo	34
2.3.3.5	Aspectos a tomar en cuenta en la elección de Estribos.....	35
2.3.3.5.1	Aspecto Técnico.....	35
2.3.3.5.2	Aspecto Económico	36
2.4	Estudios de la Ingeniería Básica	37
2.4.1	Estudio de Tráfico.....	37
2.4.2	Estudio Topográfico.....	37

2.4.3	Estudio Hidrológico	37
2.4.4	Análisis Hidráulico	44
2.4.5	Estimación de la Socavación	45
2.4.6	Estudio de Suelos	47
2.5	Metodología de diseño	50
2.5.1	Norma Utilizada.....	50
2.5.1.1	Especificaciones AASHTO para el diseño de Puentes por el Método LRFD, (Diseño por factores de Carga y Resistencia).....	50
2.5.1.1.1	Filosofía de diseño	50
2.5.1.1.2	Factores de carga y Reducción de Resistencia	50
2.5.1.1.3	Combinaciones de Carga	52
2.5.1.1.4	Factor de modificación de las Cargas	52
2.5.1.2	Especificaciones ACI318_05 para el Concreto Estructural.....	53
2.5.2	Métodos de Pretensado	53
2.5.2.1	Definición de Pretensado	53
2.5.2.2	Hormigón Pretensado con Armadura Pretesa.....	54
2.5.2.3	Hormigón Pretensado con Armadura Postesa.....	54
2.5.3	Cargas que actúan en la estructura.....	55
2.5.3.1	Denominación de las Cargas.....	55
2.5.3.2	Cargas Permanentes	56
2.5.3.2.1	Cargas Permanentes DC, DW y EV	56
2.5.3.2.2	Empuje Horizontal del suelo “EH”.....	56
2.5.3.2.3	Sobrecarga del suelo “ES”	57
2.5.3.3	Cargas transitorias.....	58
2.5.3.3.1	Camión de Diseño.....	58
2.5.3.3.2	Tándem de Diseño	58
2.5.3.3.3	Carga de Carril de Diseño.....	59
2.5.3.3.4	Cargas Peatonales “PL”	59
2.5.3.3.5	Incremento por carga Dinámica “IM”	59
2.5.3.3.6	Fuerza de frenado “BR”.....	60
2.5.3.3.7	Presión Hidrostática	60

2.5.3.3.8	Presión de flujo	61
2.5.3.3.8.1	Longitudinal	61
2.5.3.3.8.2	Carga Lateral.....	61
2.5.3.3.9	Sobrecarga Viva “LS”	62
2.5.3.3.10	Presión de viento sobre la estructura	63
2.5.3.3.10.1	Cargas de viento sobre la Superestructura	63
2.5.3.3.10.2	Cargas de viento sobre la Subestructura	64
2.5.3.3.11	Presión de viento sobre los Vehículos	64
2.5.4	Características de los materiales del Hormigón Pretensado	65
2.5.4.1	Hormigón	65
2.5.4.1.1	Resistencia a la Compresión	65
2.5.4.1.2	Módulo de Elasticidad	66
2.5.4.1.3	Coefficiente de Poisson	66
2.5.4.1.4	Módulo de Rotura	66
2.5.4.2	Acero Presforzado o de Alta Resistencia.....	67
2.5.4.3	Armadura Pasiva.....	67
2.5.5	Superestructura	68
2.5.5.1	Componentes del Tablero	68
2.5.5.1.1	Barandado	68
2.5.5.1.2	Acera Peatonal	69
2.5.5.1.3	Viga de Borde	69
2.5.5.2	Requisitos para el análisis y diseño de la losa	69
2.5.5.2.1	Predimensionamiento.....	69
2.5.5.2.1.1	Altura Mínima.....	69
2.5.5.2.2	Método Aproximado de las Fajas Equivalentes.....	70
2.5.5.2.3	Secciones de Diseño	70
2.5.5.2.4	Armadura de Distribución.....	71
2.5.5.3	Requisitos para el análisis y Diseño de las vigas de Pretensado.....	71

2.5.5.3.1	Diseño del Hormigón Pretensado a Flexión basado en esfuerzos	
	Permisibles.....	71
2.5.5.3.1.1	Estadios de carga.....	72
2.5.5.3.1.2	Inecuaciones de Condición	73
2.5.5.3.1.3	Variación de la excentricidad.....	74
2.5.5.3.2	Diseño por Cortante	76
2.5.5.3.3	Pérdida parcial de la fuerza de Pretensado	80
2.5.5.3.3.1	Perdidas Instantáneas	80
2.5.5.3.3.2	Perdidas Diferidas	82
2.5.5.3.3.3	Pérdida Total de la fuerza de pretensado	84
2.5.5.4	Aparatos de Apoyo	85
2.5.6	Subestructura.....	86
2.5.6.1	Estribos	86
2.5.6.1.1	Criterios de Dimensionamiento	86
2.5.6.1.2	Cargas que actúan en los Estribos.....	87
2.5.6.1.3	Requisitos Generales.....	87
2.5.6.1.3.1	Capacidad de carga	88
2.5.6.1.3.2	Vuelco	89
2.5.6.1.3.3	Deslizamiento	89

CAPÍTULO III

INGENIERÍA DEL PROYECTO

3.1	Bases para el Diseño	91
3.1.1	Ubicación del puente.....	91
3.1.2	Análisis de las alternativas de tipo de puente a emplazar	91
3.1.2.1	Cuadros Técnicos para cada alternativa planteada	92
3.1.2.2	Cuadros Económicos para cada alternativa planteada	94
3.1.3	Geometría del Tablero	99

3.1.3.1 Longitudinal	99
3.1.3.2 Transversal	99
3.1.3.3 Viga de borde	100
3.1.4 Tipo de Subestructura	101
3.1.4.1 Elección del tipo de estribo.....	101
3.2 Diseño de la Superestructura	102
3.2.1 Diseño del Barandado	102
3.2.1.1 Geometría de la baranda	102
3.2.1.2 Diseño del Pasamanos.....	102
3.2.1.3 Diseño de los postes del barandado	107
3.2.2 Diseño de la acera peatonal.....	111
3.2.3 Diseño del Bordillo o viga de borde	117
3.2.4 Diseño de la Losa.....	120
3.2.4.1 Espaciamiento entre vigas.....	120
3.2.4.2 Predimensionamiento.....	121
3.2.4.2.1 Espesor de la Losa	121
3.2.4.2.2 Altura y tipo de Viga.....	122
3.2.4.3 Diseño de la Losa exterior	122
3.2.4.4 Diseño de la losa interior	126
3.2.5 Diseño de las vigas de hormigón Postensado	139
3.2.5.1 Análisis de las cargas	139
3.2.5.1.2 Debido a cargas permanentes.....	139
3.2.5.1.3 Cargas Vivas	142
3.2.5.1.3.1 Teorema de Barré.....	142
3.2.5.1.3.2 Determinación del Factor de Distribución para momento y cortante en vigas	143
3.2.5.2 Cálculo de Momentos flectores para cargas permanentes y cargas vivas	150

3.2.5.3 Análisis del momento de diseño	152
3.2.5.4 Determinación del Ancho efectivo del Ala.....	153
3.2.5.5 Características de las secciones para los dos estados de cargas planteadas.....	154
3.2.5.5.1 Viga Simple	154
3.2.5.5.2 Viga Compuesta.....	155
3.2.5.6 Análisis Tensional.....	156
3.2.5.6.1 Tiempo Inicial.....	156
3.2.5.6.2 Tiempo Final.....	158
3.2.5.6.3 Características del acero de pretensado	159
3.2.5.6.4 Determinación del Número de Torones.....	159
3.2.5.6.5 Determinación de la fuerza y esfuerzo de pretensado	160
3.2.5.6.6 Verificación de Tensiones.....	160
3.2.5.6.7 Análisis de esfuerzos en el montaje	160
3.2.5.7 Estimación de las pérdidas de Pretensado	162
3.2.5.7.1 Pérdidas instantáneas	162
3.2.5.7.1.1 Pérdida por deslizamiento del anclaje.....	162
3.2.5.7.1.2 Pérdida por acortamiento elástico del concreto	162
3.2.5.7.1.3 Pérdidas por Fricción	163
3.2.5.7.2 Pérdidas Diferidas.....	164
3.2.5.7.2.1 Pérdidas por flujo plástico del Concreto.....	164
3.2.5.7.2.2 Pérdidas por retracción en el fraguado del Concreto.....	164
3.2.5.7.2.3 Pérdidas por relajación del acero	164
3.2.5.7.3 Pérdida total de Pretensado.....	165
3.2.5.8 Excentricidades.....	165
3.2.5.8.1 Inecuaciones de condición.....	165
3.2.5.8.2 Cálculo de la trayectoria de los tendones.....	167
3.2.5.9 Verificación en estados Limites Últimos.....	169

3.2.5.9.1 Verificación a Flexión.....	169
3.2.5.9.1.1 Cálculo de Momento Nominal.....	169
3.2.5.9.1.2 Cálculo de fps (esfuerzo en el acero a la falla).	170
3.2.5.9.1.3 Cálculo de la profundidad del bloque de compresiones	170
3.2.5.9.1.4 Refuerzo mínimo adherido	171
3.2.5.9.2 Verificación a cortante.....	171
3.2.5.9.2.1 Calculo de la resistencia al corte del Hormigón (Vc).....	173
3.2.5.9.2.1.1 Vci: Agrietamiento por Cortante y Flexión	173
3.2.5.9.2.1.2 Vcw: Agrietamiento del Alma	175
3.2.5.9.3 Verificación de transferencia del cortante Horizontal	178
3.2.5.10 Diseño de la zona de Anclaje.....	179
3.2.5.10.1 Longitud del Bloque de anclaje	179
3.2.5.10.2 Esfuerzos admisibles en la zona de anclaje	179
3.2.5.10.3 Diseño del refuerzo para la zona de anclaje.....	180
3.2.6 Diseño de los Diafragmas	182
3.2.6.1 Análisis de cargas	182
3.2.6.2 Cálculo de momentos máximos	183
3.2.6.3 Cálculo de cortantes máximos	185
3.3 Diseño de los apoyos	189
3.3.1 Diseño de la lámina de Neopreno	189
3.3.2 Diseño del apoyo fijo.....	192
3.3.3 Diseño del dado de apoyo	193
3.4 Diseño de los Etribos.....	194
3.4.1 Análisis de cargas	194
3.4.1.1 Cargas permanentes Superestructura DC.....	194
3.4.1.2 Peso propio de la Subestructura DC	195
3.4.1.3 Material de relleno (EV).	196

3.4.1.4 Carga viva vehicular (LL).....	196
3.4.1.5 Empuje lateral del Suelo (Terraplén).....	197
3.4.1.6 Sobrecarga Viva (LS)	198
3.4.1.7 Fuerza de Frenado (BR).....	199
3.4.1.8 Cargas Hidráulicas (WA).....	199
3.4.1.9 Cargas de Viento.....	200
3.4.2 Resumen de las cargas	201
3.4.3 Análisis de estabilidad del estribo.....	202
3.4.4 Combinaciones de Carga	203
3.4.4.1 Factores de carga para las distintas combinaciones	204
3.4.4.2 Fuerzas y Momentos afectados por los factores de Carga	204
3.4.4.3 Resultados y verificaciones de la etapa I (solo estribo sometido Empuje de relleno).....	205
3.4.4.4 Resultados y verificaciones de la Etapa II (estribo en servicio)	205
3.4.5 Verificación en Estados Límites de Servicio	205
3.4.5.1 Etapa I (solo estribo sometido al empuje del relleno).....	206
3.4.5.2 Etapa II (Estribo en servicio).	206
3.4.6 Cálculo y diseño de las armaduras del estribo	207
3.4.6.1 Diseño de la Armadura para el Espaldar o Murete	207
3.4.6.2 Diseño de la Armadura para el Alzado o Elevación	211
3.4.6.3 Diseño de la Armadura para la Fundación.....	215
3.4.6.3.1 Diseño de la armadura del Talón	215
3.4.6.3.2 Diseño de la armadura para la Puntera	223
3.5 Diseño del Alero	228
3.5.1 Análisis de las cargas	229
3.5.1.1 Cargas debido al peso propio de la aleta y al material de relleno.....	229
3.5.2 Verificación de estabilidad del Alero	230

3.5.3 Cálculo y diseño de la armadura para el Alero	230
3.5.3.1 Diseño de la armadura para el muro de Elevación	230
3.5.3.2 Diseño de la armadura para la fundación.....	234
3.5.3.2.1 Diseño de la armadura del Talón	234
3.5.3.2.2 Diseño de la armadura para la puntera.....	242

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 Conclusiones	247
4.2 Recomendaciones	248
Bibliografía	249

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1.1: Distribución de la población por cantón y comunidad beneficiada	12
Cuadro 1.2: Población por sexo y por comunidad beneficiada	13
Cuadro 1.3: Calendario histórico, religioso y productivo del Municipio de Uriondo	16
Cuadro 1.4: Potencialidades turísticas del área de influencia.....	17
Cuadro 1.5: Tenencia de la tierra por comunidad beneficiada en (Ha)	18
Cuadro 1.6: Producción Pecuaria por comunidad (Nº de cabezas)	19
Cuadro 1.7: Producción Agrícola Actual (toneladas métricas)	20
Cuadro 1.8: Volumen de Comercialización (toneladas métricas)	21
Cuadro 2.1: Precios referenciales de puentes en (\$/m.).....	28
Cuadro 2.2: Tiempos de ejecución referenciales	30
Cuadro 2.3: Precios referenciales de estribos según la altura.....	36
Cuadro 2.4: Periodos de retorno (años)	39
Cuadro 2.5: Coeficientes de escorrentía	43
Cuadro 2.6: Factores de ajuste de socavación	46
Cuadro 2.7: Factores de carga para cargas permanentes γ_p	51
Cuadro 2.8: Combinaciones y factores de carga.....	52
Cuadro 2.9: Factor de modificación de las cargas	53
Cuadro 2.10: Incremento por carga dinámica.....	60
Cuadro 2.11: Coeficiente de Arrastre	61
Cuadro 2.12: Coeficiente de arrastre lateral “CL”	62
Cuadro 2.13: Valores de heq (mm) en función la altura del Estribo	63
Cuadro 2.14: Presiones Básicas del viento “P _B ”	64
Cuadro 2.15: Componentes del viento sobre la sobrecarga viva	65
Cuadro 2.16: Propiedades del cable de siete alambres sin revestimiento.....	67
Cuadro 2.17: Profundidades mínimas utilizadas tradicionalmente para Superestructuras de profundidad constante	69

Cuadro 2.18: Anchos de Faja equivalentes.....	70
Cuadro 2.19: Coeficientes de fricción para tendones de postensado.....	81
Cuadro 2.20: Rangos de dimensionamiento de las distintas partes de un Estribo.....	86
Cuadro 3.1: Cuadro Técnico- Alternativa N° 1 (Puente de H° P°).....	92
Cuadro 3.2: Cuadro Técnico- Alternativa N° 2 (Puente de H° A°).....	92
Cuadro 3.3: Cuadro Técnico- Alternativa N° 3 (Puente en Arco).....	93
Cuadro 3.4: Cuadro Técnico- Alternativa N° 4 (Puente de Acero).....	93
Cuadro 3.5: Cuadro Técnico- Alternativa N° 5 (Puente de Madera).....	93
Cuadro 3.6: Cuadro económico referencial.....	94
Cuadro 3.7: Cuadro comparativo de costos.....	95
Cuadro 3.8: Cuadro Económico – Alternativa N° 1 (Puente de H° P°).....	95
Cuadro 3.9: Cuadro Económico – Alternativa N° 2 (Puente de H° A°).....	95
Cuadro 3.10: Cuadro Económico – Alternativa N° 3 (Puente en Arco).....	96
Cuadro 3.11: Cuadro Económico – Alternativa N° 4 (Puente de Acero).....	96
Cuadro 3.12: Cuadro Económico – Alternativa N° 5 (Puente de Madera).....	93
Cuadro 3.13: Resumen comparativo Técnico-Económico de las alternativas Planteadas.....	97
Cuadro 3.14: Momento flexionante en el Poste.....	108
Cuadro 3.15: Momentos flectores y cortantes para la acera.....	113
Cuadro 3.16: Momentos flectores y cortantes para el Bordillo.....	117
Cuadro 3.17: Momentos flectores y cortantes para la losa exterior.....	124
Cuadro 3.18: Fuerzas y momentos para la idealización del Tablero.....	127
Cuadro 3.19: Resumen de momentos flectores positivos KN*m/m.....	133
Cuadro 3.20: Resumen de momentos flectores Negativos KN*m/m.....	136
Cuadro 3.21: Fuerzas y momentos para la idealización del Tablero.....	139
Cuadro 3.22: Momentos flectores para cargas permanentes.....	150
Cuadro 3.23: Momentos flectores para cargas vivas.....	151

Cuadro 3.24: Momentos para la combinación I (KN*m)	152
Cuadro 3.25: Momentos para la combinación II (KN*m)	152
Cuadro 3.26: Tabla de Áreas e inercias de la sección Simple	155
Cuadro 3.27: Propiedades geométricas de la sección Simple.....	155
Cuadro 3.28: Tabla de Áreas e inercias de la sección Compuesta.....	156
Cuadro 3.29: Propiedades geométricas de la sección Compuesta	156
Cuadro 3.30: Tensiones	160
Cuadro 3.31: M(x) para la viga simple	166
Cuadro 3.32: M(x) para la viga Compuesta.....	166
Cuadro 3.33: Coordenadas de límites desde el punto inferior izquierdo.....	166
Cuadro 3.34: Ecuación de la parábola para cada tendón	167
Cuadro 3.35: Coordenadas de los tendones	168
Cuadro 3.36: Cálculo de cortantes y momentos flectores para h/2 y otras Secciones.....	172
Cuadro 3.37: Verificación a cortante para h/2 y otras secciones	177
Cuadro 3.38: Esfuerzos en el hormigón (KN/m ²).....	180
Cuadro 3.39: Momentos para la zona de anclaje	181
Cuadro 3.40: Fuerzas y momentos del estribo y Terraplén	196
Cuadro 3.41: Factores de carga para las distintas combinaciones	204
Cuadro 3.42: Fuerzas y Momentos afectados por los factores de Carga	204
Cuadro 3.43: Verificación de la Etapa I (Estribo y relleno)	205
Cuadro 3.44: Verificación de la Etapa II (Estribo en servicio).....	205
Cuadro 3.45: Resumen de la disposición de armadura para el estribo	227
Cuadro 3.46: Fuerzas y momentos de la aleta y relleno	229
Cuadro 3.47: Verificación de estabilidad del Alero.....	230

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1.1: Croquis de ubicación	5
Gráfico 1.2: Mapas.....	7
Gráfico 2.1: Costos de puentes en función su longitud	29
Gráfico 2.2: Partes de un Estribo	33
Gráfico 2.3: Estribo de Hormigón Armado y de Hormigón Ciclópeo.....	35
Gráfico 2.4: Vigas pretensadas con armaduras Pretesas.....	54
Gráfico 2.5: Viga pretensada con armadura Postesa	55
Gráfico 2.6: características del Camión de Diseño	58
Gráfico 2.7: Tándem de Diseño	59
Gráfico 2.8: Presión Lateral del flujo	62
Gráfico 2.9: Curva de esfuerzo deformación sujeto a compresión uniaxial del Concreto.....	66
Gráfico 2.10: Partes del estribo para el cuadro 2.20	87
Gráfico 2.11: Criterios para determinar la presión de contacto para el caso de muros de sostenimiento convencionales con fundaciones en suelo.....	88
Gráfico 3.1: Geometría de la Baranda	102
Gráfico 3.2: Sección Transversal del pasamanos	103
Gráfico 3.3: Cargas del pasamanos.....	103
Gráfico 3.4: Disposición de las cargas del Poste	107
Gráfico 3.5: Geometría de la Acera	111
Gráfico 3.6: Cargas por eje del camión de Diseño	112
Gráfico 3.7: Hipótesis de carga para la acera	113
Gráfico 3.8: Disposición de las carga para el Bordillo	117
Gráfico 3.9: Sección Transversal del Tablero.....	120
Gráfico 3.10: Sección Transversal de la viga tipo V (m)	122
Gráfico 3.11: Geometría y disposición de las cargas en la losa exterior	123

Gráfico 3.12: Geometría de la estructura	127
Gráfico 3.13: Idealización del Tablero	127
Gráfico 3.14: Hipótesis I: Un solo camión ubicado a 1.20 m. desde el lado Izquierdo	129
Gráfico 3.15: Hipótesis II: Un solo camión ubicado a 1.65 m. desde el lado Izquierdo	130
Gráfico 3.16: Hipótesis III: Un solo camión ubicado a 2.10 m. desde el lado Izquierdo	130
Gráfico 3.17: Hipótesis IV: Un solo camión ubicado a 3.0 m. desde el lado Izquierdo	132
Gráfico 3.18: Hipótesis V: Dos camiones ubicados a 1.50 m. desde el lado Izquierdo y separados a 1.20 m. entre sí.....	129
Gráfico 3.19: Idealización de las cargas del Tablero	140
Gráfico 3.20: Idealización de la capa de Rodadura	140
Gráfico 3.21: Cargas debido al peso propio de la viga	141
Gráfico 3.22: Cargas debido a los diafragmas	141
Gráfico 3.23: Cargas de los diafragmas externos	141
Gráfico 3.24: Cargas de los diafragmas internos	142
Gráfico 3.25: Posicionamiento de las cargas vivas.....	143
Gráfico 3.26: Sección simple de la viga	154
Gráfico 3.27: Sección compuesta de la viga.....	155
Gráfico 3.28: Fronteras de las fuerzas de pretensado	159
Gráfico 3.29: Límites de excentricidad.....	167
Gráfico 3.30: Trayectoria de los tendones	168
Gráfico 3.31: Carga viva para el cálculo de Diafragmas	183
Gráfico 3.32: Un carril cargado (M).....	184
Gráfico 3.33: Dos carriles cargados (M).....	185

Gráfico 3.34: Un carril cargado (V).....	185
Gráfico 3.35: Dos carriles cargados (V)	186
Gráfico 3.36: Dimensiones de la lámina de neopreno	191
Gráfico 3.37: Sección del estribo y niveles de fundación.....	195
Gráfico 3.38: Carga vehicular para el estribo	196
Gráfico 3.39: Orientación de los ángulos para el cálculo de fuerzas.....	197
Gráfico 3.40: Viento en la superestructura	200
Gráfico 3.41: Viento en la infraestructura	201
Gráfico 3.42: Cargas en el estribo.....	201
Gráfico 3.43: Esfuerzos del suelo (Talón fibra inferior).....	215
Gráfico 3.44: Esfuerzos del suelo (Talón fibra superior)	218
Gráfico 3.45: Esfuerzos del suelo (Puntera fibra inferior).....	223
Gráfico 3.46: Tanteo gráfico L. Alero	228
Gráfico 3.47: Esfuerzos del suelo (Talón fibra inferior).....	234
Gráfico 3.48: Esfuerzos del suelo (Talón fibra superior)	237
Gráfico 3.49: Esfuerzos del suelo (Puntera fibra inferior).....	242

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO I: DATOS TOPOGRÁFICOS

ANEXO II: ESTUDIO HIDROLÓGICO

ANEXO III: ESTUDIO GEOTÉCNICO

ANEXO IV: ESTUDIO DE TRÁFICO

ANEXO V: ANÁLISIS DE LAS ALTERNATIVAS

ANEXO VI: CÓMPUTOS MÉTRICOS

ANEXO VII: PRECIOS UNITARIOS

ANEXO VIII: PRESUPUESTO GENERAL

ANEXO IX: CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN

ANEXO X: ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

ANEXO XI: FICHA AMBIENTAL

ANEXO XII: SISTEMA DE PRETENSADO

ANEXO XIII: REPORTE FOTOGRÁFICO

ANEXO XIV: PLANOS