



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL

"Trabajo de grado previo a la obtención del Título de Ingeniero Civil"

TRABAJO DE GRADUACIÓN

ESTUDIO Y DISEÑO DEL PUENTE SOBRE LA QUEBRADA QUILLÁN,
PARROQUIA DE QUÍMIAG, CANTÓN RIOBAMBA, PROVINCIA DE
CHIMBORAZO.

Autores:

CARINA ALEXANDRA AVELLANEDA BUÑAY.

JOSÉ MIGUEL SAMANIEGO BARRENO.

Director:

ING. OSCAR EFRÉN PAREDES PEÑAHERRERA.

RIOBAMBA – ECUADOR

2016

Los miembros del Tribunal de Graduación del proyecto de investigación de título: "ESTUDIO Y DISEÑO DEL PUENTE SOBRE LA QUEBRADA QUILLÁN, PARROQUIA DE QUÍMIAG, CANTÓN RIOBAMBA, PROVINCIA DE CHIMBORAZO", presentado por: Carina Alexandra Avellaneda Buñay y José Miguel Samaniego Barreno; dirigida por: Ing. Oscar Efrén Paredes Herrera.

Una vez escuchada la defensa oral y revisado el informe final del proyecto de investigación con fines de graduación escrito en la cual se ha constatado el cumplimiento de las observaciones realizadas, remite la presente para uso y custodia en la biblioteca de la Facultad de Ingeniería de la U.N.A.CH.

Para constancia de lo expuesto firman:

Ing. Víctor Velásquez.

Presidente del Tribunal.



Firma:

Ing. Oscar Paredes.

Miembro del Tribunal.



Firma:

Ing. Alexis Martínez.

Miembro del Tribunal.



Firma:

AUTORÍA DE LA INVESTIGACIÓN

La responsabilidad del contenido de este Proyecto de Graduación, nos corresponde exclusivamente a: Carina Alexandra Avellaneda Buñay, José Miguel Samaniego Barreno, al Director del Proyecto Ing. Oscar Efrén Paredes Herrera; y el patrimonio intelectual de la misma a la Universidad Nacional de Chimborazo.



Avellaneda Buñay Carina Alexandra.

C.C.: 060385111 – 4



Samaniego Barreno José Miguel.

C.C.: 060360432 - 3

AGRADECIMIENTO

A Dios por haberme guiado por el camino de la vida, que en los momentos de alegría y tristeza; siempre estuvo conmigo me dio fuerza y valentía para culminar con éxito mi carrera profesional; siempre supe que soy su hija favorita.

A mis queridos padres: Juan Francisco Avellaneda y Cecilia Buñay por su cariño, comprensión y amor incondicional. Gracias por atreverse a confiar en mí; es evidente que sin ustedes este sueño nunca hubiera podido ser concluido. Humildemente ustedes son la base de mi vida profesional y en todo momento estaré agradecida.

Mi expresión de gratitud y admiración a la Universidad Nacional de Chimborazo que me abrió sus puertas para realizar mis estudios de pregrado, a los docentes de la escuela de Ingeniería Civil, quienes con nobleza y entusiasmo impartieron sus valiosos conocimientos. Al Director de Tesis el Ingeniero Óscar Paredes, por su generosidad al brindarme la oportunidad de recurrir a su capacidad y experiencia en un marco de confianza y amistad, al Ingeniero Alexis Martínez por su colaboración y asesoramiento para el desarrollo de la Tesis. Al señor Lcdo. Hugo Quiroz, Presidente del GADPR de Químiag, quien nos facilitó la información necesaria para culminar exitosamente este trabajo de investigación.

Verdaderamente no hay palabras que logren expresar lo mucho que quiero agradecerles.

¡Muchas gracias por todo!

Carina A. Avellaneda Buñay.

AGRADECIMIENTO

Quiero agradecer a Dios por estar a mi lado bendiciéndome cada día de mi vida, permitiéndome así culminar mi carrera y hacer realidad este sueño tan anhelado.

A todos los miembros de mi familia por ser el pilar más importante para concluir mis metas, en especial a mis padres José y Cecilia que me enseñaron a perseverar y a no abandonar mis sueños, a mis hermanos Anita Cecilia y Santiago que me demostraron que siempre puedo contar con ellos y a mis abuelitos Anita y Miguel que han sido mis segundos padres entregándome su bondad y cariño sin medida.

A cada uno de los maestros que me han apoyado a lo largo de mi vida estudiantil porque todos han aportado con un granito de arena a mi formación profesional, en especial a los Ingenieros Oscar Paredes y Alexis Martínez, que como docentes y amigos, me han orientado y guiado para su culminación; y por ultimo pero no menos importante agradezco al Lic. Hugo Quiroz presidente del Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquial Santiago de Químiag, por brindarnos su amistad, apoyo y confianza para terminar con éxito este proyecto.

“No ha sido sencillo el camino hasta ahora, son muchas las personas que han formado parte de mi vida profesional a las que me encantaría agradecerles su amistad, consejos, apoyo, ánimo y compañía en los momentos más difíciles de mi vida, algunas me acompañan hoy y otras en los recuerdos más puros de mi corazón, sin importar en donde se encuentren quiero darles las gracias por formar parte de mí, por todo lo que me han brindado y por todas sus bendiciones.”

José Miguel Samaniego Barreno.

DEDICATORIA

A Dios ser supremo fuente de sabiduría perfecta, por permitirme llegar a este momento tan especial en mi vida. A mis padres: Juan Francisco y Cecilia que, con amor y sacrificio, supieron motivarme día a día y así asegurarme una vida digna para un futuro mejor. A mis hermanos: Francisco, Gabriela y Bryan porque han sido quienes permanentemente me apoyaron con espíritu alentador, contribuyendo incondicionalmente a lograr mis metas y objetivos propuestos y que siempre pondré al servicio del bien y la verdad.

Dedico esta tesis a todos los que creyeron en mí: Soraya, Marco, mis sobrinos Anthony y Esteban, mis abuelitas Romelia y María, a toda mi familia, que me apoyaron durante el largo camino, brindándome siempre su ejemplo digno de superación y entrega.

Gracias a todos estos seres maravillosos estoy alcanzando una de mis metas, su comprensión y ayuda en momentos buenos y malos son infinitos. Me ha enseñado a encarar las adversidades sin perder nunca la dignidad, ni desfallecer en el intento. Me ha dado todo lo que soy como persona, los valores, principios, la perseverancia y el empeño.

Para ustedes con todo mi cariño.

Carina A. Avellaneda Buñay.

DEDICATORIA

Dedico mi proyecto de tesis con todo cariño a mi mayor orgullo y fuente de motivación mi hijo Jhair Samaniego, pues me has enseñando las más sabias lecciones de vida; eres y siempre serás el principal cimiento para la construcción de mi vida profesional, sentaste en mí las bases de responsabilidad y mis deseos de superación para brindarte siempre lo mejor.

A mis padres José Samaniego y Cecilia Barreno que siempre me apoyaron incondicionalmente en la parte moral, económica y espiritual con el apoyo de Dios que siempre ha iluminado mi camino para convertirme hoy en un profesional.

A mis hermanos, abuelitos y demás familia que me brindaron su apoyo día a día en el transcurso de mi vida universitaria.

José Miguel Samaniego Barreno.

ÍNDICE

ÍNDICE DE TABLAS.	15
------------------------	----

ÍNDICE DE GRÁFICOS.....	22
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	23
RESUMEN.....	29
INTRODUCCIÓN:	31
CAPÍTULO I.....	33
1. EL PROBLEMA.....	33
1.1 TEMA DE INVESTIGACIÓN.	33
1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.	33
1.3 IDENTIFICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA.	33
1.3.1 ANÁLISIS CRÍTICO.	34
1.3.2 PROGNOSIS.	35
1.3.3 DELIMITACIÓN.....	35
1.3.4 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	37
1.3.5 HIPÓTESIS.....	37
1.3.6 IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES.....	37
1.4 JUSTIFICACIÓN.....	38
1.4.1. TEMA.....	39
1.4.2. OBJETIVOS.....	39
1.4.3. PLANIFICACIÓN DE LA INSPECCIÓN.....	40
1.4.4. DATOS GENERALES.	42
1.4.5. DESARROLLO DE LA INSPECCIÓN.	43
1.4.6. ELEMENTOS INSPECCIONADOS.....	44

1.4.7. EVALUACIÓN TÉCNICA DE LA INSPECCIÓN.	50
1.4.7. CONCLUSIONES.	62
1.4.8. RECOMENDACIONES.	64
1.5 OBJETIVOS.....	66
1.5.1 OBJETIVO GENERAL.	66
1.5.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.	66
CAPÍTULO II	67
2. MARCO TEÓRICO.	67
2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN.	67
2.2. CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL TERRITORIO.	68
2.2.1. ASENTAMIENTOS HUMANOS.	69
2.2.2. POBLACIÓN TOTAL DE LA PARROQUIA.	70
2.2.3. CARACTERÍSTICAS AMBIENTALES.	71
2.2.4. ACTIVIDADES ECONÓMICAS.	73
2.2.5. SERVICIOS DE EDUCACIÓN.	77
2.2.6. SERVICIOS DE SALUD.	78
2.3. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.	79
2.4.1 DEFINICIÓN.	79
2.3.2 CLASIFICACIÓN.	79
2.3.3 ELEMENTOS.	81
2.3.4 SUPERESTRUCTURA.	81
2.3.5 SUBESTRUCTURA.	84

2.4.6	ACCESOS.....	99
2.4.7	OBRAS DE PROTECCIÓN Y SEGURIDAD.....	99
2.5	ESTUDIOS BÁSICOS DE INGENIERÍA.....	100
2.5.1	ESTUDIOS TOPOGRÁFICOS.....	100
2.5.2	ESTUDIOS HIDROLÓGICOS E HIDRÁULICOS.....	102
2.5.3	ESTUDIOS GEOLÓGICOS Y GEOTÉCNICOS.....	105
2.5.4	ESTUDIOS DE TRÁFICO.....	106
2.5.5	ESTUDIOS COMPLEMENTARIOS.....	107
2.6	ESPECIFICACIONES Y FUNDAMENTOS DE LA NORMA A.A.S.H.T.O. - L.R.F.D. 2010 15 TH EDICIÓN.....	108
2.6.1	SOLICITACIONES PARA PUENTES.....	109
2.6.2	DISTRIBUCIÓN DE LAS CARGAS.....	119
2.6.3	MOMENTO FLECTOR PARA VIGAS LONGITUDINALES INTERIORES.....	120
2.6.4	MOMENTO FLECTOR PARA VIGAS LONGITUDINALES EXTERIORES.....	121
2.6.5	UBICACIÓN DE LOS VEHÍCULOS PARA EL DISEÑO DE LA LOSA EXTERIOR.....	122
2.6.6	TREN DE CARGAS.....	126
2.6.7	FACTORES DE CARGA.....	130
2.6.8	FACTORES DE RESISTENCIA.....	131
2.7	CRITERIOS DE DISEÑO.....	131
2.8	RECOMENDACIONES PARA EL DISEÑO DE PUENTES.....	132

CAPÍTULO III.....	135
3. METODOLOGÍA.....	135
3.1 TIPO DE ESTUDIO.....	135
3.2 POBLACIÓN Y MUESTRA.....	136
3.3 OPERALIZACIÓN DE VARIABLES.....	137
3.4 PROCEDIMIENTOS.....	138
3.5 PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS.....	139
CAPÍTULO IV.....	140
4. ESTUDIOS REALIZADOS.....	140
4.1 ESTUDIO TOPOGRÁFICO.....	140
4.1.1 ANTECEDENTES.....	140
4.1.2 TRABAJOS DE CAMPO DEL LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO.....	140
4.1.3 TRABAJOS DE GABINETE DE PROCESAMIENTO TOPOGRÁFICO.....	141
4.1.4 RESULTADOS.....	141
4.2 ESTUDIO DE TRÁFICO Y PROYECCIÓN VEHÍCULAR.....	143
4.2.1 ANTECEDENTES.....	143
4.2.2 ALCANCE.....	143
4.2.3 UBICACIÓN DEL PUNTO DE ANÁLISIS.....	143
4.2.4 FINALIDAD DE LA COMPOSICIÓN DEL TRÁFICO.....	144
4.2.5 TASA DE CRECIMIENTO VEHÍCULAR.....	144
4.2.6 CÁLCULO DEL TRÁFICO PROMEDIO DIARIO ANUAL (T, P.D.A.).....	145

4.2.7 TRÁFICO PROMEDIO DIARIO ANUAL (T.P.D.A.) PROYECTADO A 50 AÑOS PARA EL DISEÑO DEL PUENTE.	147
4.2.9 CONCLUSIONES.	147
4.3 ESTUDIO GEOLÓGICO Y GEOTÉCNICO.	148
4.3.1 GEOLOGÍA	148
4.3.2 ANTECEDENTES.	149
4.3.3 ENSAYO DE PENETRACIÓN ESTÁNDAR O S.P.T. (Standard Penetration Test).	150
4.3.4 RESULTADOS DEL ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO.	152
4.3.5 RESULTADO DEL ENSAYO DE LOS LÍMITES DE ATTERBERG.	155
4.3.6 RESULTADOS DE LA CLASIFICACIÓN DEL SISTEMA UNIFICADO DE LA CLASIFICACIÓN DE SUELOS (S.U.C.S.).	159
4.3.7 RESULTADOS DEL ENSAYO DE LA HÚMEDAD NATURAL.	161
4.3.8 RESULTADOS DEL ENSAYO DE PESO ESPECÍFICO.	162
4.3.9 RESULTADOS DEL ENSAYO DE PENETRACIÓN ESTÁNDAR. (S.P.T.)	163
4.3.10 TABLA II RESISTENCIA DE LOS SUELOS COHESIVOS (NORMA A.S.T.M. 1586).	164
4.3.11 ESTRATIGRAFÍA.	165
4.3.12 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.	165
4.4 ESTUDIO HIDROLÓGICO E HIDRAULICO.	166

4.4.1 ANTECEDENTES.....	166
4.4.2 OBJETIVOS DEL ESTUDIO.	167
4.4.2 CARTOGRAFÍA Y TOPOGRAFÍA.	167
4.4.3 BIOCLIMA Y ECOLOGÍA.....	168
4.4.4. HIDROGRAFÍA.	168
4.4.5 FACTOR DE FORMA.....	169
4.4.6. ÍNDICE DE COMPACIDAD.	170
4.4.7. CALCULO DE CAUDALES.	171
4.4.8 COEFICIENTE DE ESCORRENTÍA (C).....	172
4.4.9. TIEMPO DE DURACIÓN DE LA PRECIPITACIÓN.....	173
4.4.10. INTENSIDAD DE PRECIPITACIÓN (I).	174
4.4.11. REPRESENTATIVA DE LA ZONA N° 33.	174
4.4.12 PERÍODO DE RETORNO (T).	175
4.4.13. CÁLCULO DE CAUDAL MÁXIMO.....	175
4.4.14 DISEÑO COMPORTAMIENTO DEL FLUJO.....	176
4.4.16. CONCLUSIONES.	180
CAPÍTULO V.....	181
5. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS.....	181
5.1 CÁLCULO Y DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PUENTE LOSA SOBRE VIGAS.....	181
5.2 DISEÑO DE LA SUPERESTRUCTURA DEL PUENTE.....	182
5.2.6 DISEÑO DE LA LOSA.....	183

5.2.7	DISEÑO DE LAS VIGAS.....	192
5.3	OBRAS COMPLEMENTARIAS.....	207
5.3.6	DISEÑO DE APOYOS ELASTOMÉRICOS.....	207
5.4	DISEÑO DE LA SUBESTRUCTURA DEL PUENTE.....	217
5.4.6	DISEÑO DE ESTRIBOS.....	217
5.4.7	DISEÑO DE LA ZAPATA.....	235
5.4.8	DISEÑO DE LA PANTALLA.....	245
5.5	PRESUPUESTO PARA LA EJECUCIÓN DEL PUENTE.....	251
5.5.6	CALCULO DE VOLUMENES DE OBRA.....	251
5.5.7	ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS.....	254
5.5.8	PRESUPUESTO TOTAL.....	273
5.5.9	CRONOGRAMA DE TRABAJO.....	277
CAPÍTULO VI.....		279
6.	DISCUSIÓN.....	279
CAPÍTULO VII.....		288
7.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	288
7.1	RECOMENDACIONES.....	289
CAPÍTULO VIII.....		290
8.	PROPUESTA.....	290
8.1	TITULO DE LA PROPUESTA.....	290
8.2	OBJETIVOS.....	290
8.2.6	OBJETIVO GENERAL.....	290
8.2.7	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	290

8.3	FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICA – TÉCNICA.	290
8.3.6	DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DEL PROYECTO.	290
8.3.7	CARACTERÍSTICAS DE TRÁFICO.	292
8.3.8	TRABAJOS TOPOGRÁFICOS.	301
8.3.9	DISEÑOS GEOMÉTRICOS.	302
8.3.10	DISEÑO DE OBRAS DE ARTE MENOR.	317
8.3.11	DISEÑO DE PAVIMENTO.	324
8.3.12	DISEÑO DE LA SEÑALIZACIÓN VIAL.....	338
8.4	DESCRIPCIÓN DE LA PROPUESTA.	355
8.5	DISEÑO ORGANIZACIONAL.	356
CAPÍTULO IX.....		357
9.	BIBLIOGRAFÍA.....	357
CAPÍTULO X.....		359
10.	APÉNDICES O ANEXOS.....	359

ÍNDICE DE TABLAS.

Tabla 1.	UBICACIÓN DE LA QUEBRADA QUILLÁN.....	35
Tabla 2.	CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA ZONA.	44
Tabla 3.	. CLASIFICACIÓN DE LOS VEHÍCULOS OBSERVADOS.	45
Tabla 4.	CARACTERÍSTICAS DE LOS VEHÍCULOS OBSERVADOS.....	51
Tabla 5.	RADIOS MÍNIMOS DE GIRO DE LOS VEHÍCULOS	52
Tabla 6.	RADIO MÍNIMO DE CURVATURAS PARA UNA VÍA DE CLASE III.	54

Tabla 7. VALORES RECOMENDADOS PARA CURVAS VERTICALES CONVEXAS.....	56
Tabla 8. CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL TERRITORIO.	68
Tabla 9. ASENTAMIENTOS HUMANOS QUE CONFORMAN LA PARROQUIA.	70
Tabla 10. POBLACIÓN TOTAL DE LA PARROQUIA.....	70
Tabla 11. FUENTES DE INGRESOS FAMILIARES.	75
Tabla 12. POBLACIÓN ECONÓMICAMENTE ACTIVA POR SEGMENTO DE OCUPACIÓN.	75
Tabla 13. DISPONIBILIDAD DE INSTITUCIONES DE EDUCACIÓN EN LAS COMUNIDADES DE LA PARROQUIA.	77
Tabla 14. DISPONIBILIDAD DE SERVICIOS DE SALUD EN LAS COMUNIDADES DE LA PARROQUIA.	78
Tabla 15. PESOS DE LOS MATERIALES A CONSIDERARSE PARA EL PESO PROPIO DE LA INFRAESTRUCTURA.....	110
Tabla 16. VALORES DE LAS CARGAS POR EJE DEL CAMIÓN TIPO H. .	112
Tabla 17. VALORES DE LAS CARGAS POR EJE DEL CAMIÓN TIPO HS.	113
Tabla 18. VALORES DE LAS CARGAS EQUIVALENTES PARA CADA TIPO DE CAMIÓN.	114
Tabla 19. VALORES DE REDUCCIÓN DE CARGAS SEGÚN EL NÚMERO DE CARRILES.	115
Tabla 20. VALOR DEL COEFICIENTE DE IMPACTO PARA ALCANTARILLAS SEGÚN LA ALTURA DE RELLENO.	118
Tabla 21. VALORES DEL MOMENTO FLECTOR PARA VIGAS LONGITUDINALES INTERIORES.	120
Tabla 22. VALORES DEL MOMENTO FLECTOR PARA VIGAS LONGITUDINALES EXTERIORES.	121
Tabla 23. CUADRO DE OPERALIZACIÓN DE VARIALES.	137

Tabla 24. TASA DE CRECIMIENTO VEHICULAR.	145
Tabla 25. T.P.D.A. PROYECTADO 50 AÑOS PARA EL DISEÑO DEL PUENTE.	146
Tabla 26. TRÁFICO PROYECTADO SEGÚN LA CLASE DE CARREERA Y TPDA (50 AÑOS).....	147
Tabla 27. ENSAYO DE S.P.T. – TIPO DE ENSAYO SEGÚN LA A.A.S.H.T.O. MUESTRA N° 01.	151
Tabla 28. ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO – MUESTRA N° 1.	152
Tabla 29. ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO – MUESTRA N° 2.	153
Tabla 30. ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO – MUESTRA N° 3.....	154
Tabla 31. LÍMITES DE ATTERBERG – MUESTRA N° 1.	155
Tabla 32. LÍMITES DE ATTERBERG – MUESTRA N° 2.	156
Tabla 33. LÍMITE PLASTICO MUESTRA N° 2.	157
Tabla 34. LÍMITE LÍQUIDO Y LÍMTE PLÁSTICO MUESTRA N° 3.	157
Tabla 35. LÍMITE PLASTICO MUESTRA N° 2.	158
Tabla 36. DATOS OBTENISOD DE LOS ENSAYOS DE GRANULOMETRÍA Y LÍMITES DE ATTERBERG, 2013.	159
Tabla 37. CLASIFICACIÓN S.U.C.S.	159
Tabla 38. ÍNDICE DE PLASTICIDAD Y LÍMITE LÍQUIDO.	160
Tabla 39. ENSAYO DE HUMEDAD - QUEBRADA QUILLÁN.	161
Tabla 40. PESO ESPECÍFICO QUEBRADA QUILLÁN.	162
Tabla 41. ENSAYO DE PENTRACIÓN ESTÁNDAR (S.P.T.).....	163
Tabla 42. RESISTENCIA DE LOS SUELOS COHESIVOS.....	163
Tabla 43. RESISTENCIA DE LOS SUELOS CHESIVOS.....	164
Tabla 44. RELACIÓN TERZAGHI Y PECK.	164
Tabla 45. RESISTENCIA A LA PENETRACIÓN.	165

Tabla 46. ÁREA Y PERÍMETRO SOBRE LA QUEBRADA QUILLÁN.	168
Tabla 47. PRECIPITACIONES DE LA QUEBRADA QUILLÁN.	168
Tabla 48. TAMAÑO RELATIVO DE LOS SISTEMAS HIDROLÓGICOS.	169
Tabla 49. FORMAS DE LA CUENCA DE ACUERDO AL ÍNDICE DE COMPACIDAD.	170
Tabla 50. FORMAS DE LA CUENCA DE ACUERDO AL ÍNDICE DE COMAPACIDAD.	171
Tabla 51. CÁLCULO DEL COEFICIENTE DE ESCORRENTÍA “C”.	173
Tabla 52. PERIODO DE RETORNO TR (AÑOS).	176
Tabla 53. RESUMEN DE MOMENTOS.	188
Tabla 54. MOMENTOS Y CORTANTES SEGÚN LAS DISTANCIAS DEL TREN DE CARGAS.	200
Tabla 55. RESUMEN DE MOMENTOS Y CORTANTES.	201
Tabla 56. CORTANTE DE CARGA MUERTA.	203
Tabla 57. FACTOR DE MAYORACIÓN.	204
Tabla 58. CORTANTE DE CARGA VIVA.	204
Tabla 59. CORTANTE ÚLTIMO.	205
Tabla 60. DATOS DEL PRE DIMENSIONAMIENTO DE LOS APOYOS. ...	209
Tabla 61. CARGAS MUERTAS – DISEÑO DE APOYOS.	209
Tabla 62. CARGAS GRAVITACIONALES – DISEÑO DE APOYOS.	210
Tabla 63. MÓDULO DE DEFORMACIÓN TRANSVERSAL DEL NEOPRENO.	213
Tabla 64. FACTOR X [DEPENDE DE LA TEMPERATURA MÍNIMA EN EL SECTOR]	216
Tabla 65. DATOS CARACTERÍSTICOS PARA EL DISEÑO DE ESTRIBOS.	217

Tabla 66. DIMENSIONES PRELIMINARES DEL ESTRIBO.....	223
Tabla 67. DIMENSIONES DEL ESTRIBO.....	223
Tabla 68. CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS DEL ESTRIBO.	227
Tabla 69. ZONAS SÍSMICAS.....	229
Tabla 70. ANÁLISIS DE LA CARGA MUERTA PARA EL DISEÑO DE ESTRIBOS.....	231
Tabla 71. FACTORES DE MAYORACIÓN.....	235
Tabla 72. MOMENTOS Y CORTANTES EN EL TALON Y DEDO – ESTADO I.	236
Tabla 73. MOMENTOS Y CORTANTES EN EL TALON Y DEDO – ESTADO II.....	238
Tabla 74. MOMENTOS Y CORTANTES EN EL TALON Y DEDO – ESTADO III.....	239
Tabla 75. MOMENTOS Y CORTANTES EN EL TALON Y DEDO – ESTADO IV.....	240
Tabla 76. MOMENTOS Y CORTANTES EN EL TALON Y DEDO – ESTADO V.....	241
Tabla 77. CASOS DE ANÁLISIS DE CORTANTE Y MOMENTOS PARA EL DISEÑO DE LA ZAPATA.....	241
Tabla 78. CORTANTE Y MOMENTO ÚLTIMO EN EL TALÓN.....	242
Tabla 79. CORTANTE Y MOMENTO ÚLTIMO EN EL DEDO.....	242
Tabla 80. VERIFICACIÓN DE CORTE.....	242
Tabla 81. DISEÑO A FLEXIÓN TALON.....	243
Tabla 82. DISEÑO A FLEXIÓN DEDO.....	244
Tabla 83. CORTANTES Y MOMENTOS ÚLTIMOS.....	246
Tabla 84. VERIFICACIÓN A CORTE.....	246
Tabla 85. DISEÑO A FLEXION.....	247

Tabla 86. DISEÑO A FLEXION.....	248
Tabla 87. DISEÑO A FLEXION.....	248
Tabla 88. VOLUMENES DE OBRA NECESARIOS PARA LA EJECUCIÓN DEL PUENTE.....	253
Tabla 89. PRESUPUESTO TOTAL.....	275
Tabla 90. EQUIPO.....	275
Tabla 91. MANO DE OBRA.....	276
Tabla 92. MATERIALES.....	277
Tabla 93. RESUMEN DE LOS DATOS DEL PUENTE SOBRE LA QUEBRADA QUILLÁN.....	283
Tabla 94. RESUMEN DE LA SUPERESTRUCTURA DEL PUENTE SOBRE LA QUEBRADA QUILLÁN.....	285
Tabla 95. RESUMEN DE LA SUBESTRUCTURA DEL PUENTE SOBRE LA QUEBRADA QUILLÁN.....	287
Tabla 96. RESUMEN DE LAS OBRAS COMPLEMENTARIAS DEL PUENTE SOBRE LA QUEBRADA QUILLÁN.....	287
Tabla 97. UBICACIÓN DEL PROYECTO.....	292
Tabla 98. CLASIFICACIÓN SEGÚN EL TIPO DE VEHÍCULO.....	293
Tabla 99. CONTEO VEHICULAR ESTACIÓN ABSCISA 0+560.....	294
Tabla 100. TRÁFICO OBSERVADO.....	295
Tabla 101. FACTOR MENSUAL APLICADO.....	297
Tabla 102. T.P.D.A. POR TIPO DE VEHÍCULO.....	297
Tabla 103. ÍNDICES DE CRECIMIENTO VEHÍCULAR M.T.O.P. 2002.....	297
Tabla 104. T.P.D.A. UTILIZANDO TASAS DE CRECIMIENTO VEHÍCULAR.....	298
Tabla 105. TRÁFICO ATRAÍDO.....	298

Tabla 106. TRÁFICO GENERADO.....	299
Tabla 107. T.P.D.A. DEL PROYECTO.....	299
Tabla 108. CLASIFICACIÓN DE CARRETERAS EN FUNCIÓN DEL T.P.D.A.	300
Tabla 109. CLASIFICACIÓN DE LA FUNCIÓN DE LA CARRETERA DE ACUERDO AL T.P.D.A.	301
Tabla 110. VELOCIDADES DE DISEÑO PARA VÍAS DE <i>CLASE II</i>	305
Tabla 111. RADIOS MÍNIMOS DE CURVATURA PARA VÍAS <i>CLASE II</i>	308
Tabla 112. TIPO DE SUPERFICIE DE RODADURA.....	310
Tabla 113. SOBREANCHOS.	313
Tabla 114. LONGITUDES MÍNIMAS DE CURVAS VERTICALES.....	317
Tabla 115. COEFICIENTE DE ESCORRENTÍA “C”.....	320
Tabla 116. INTENSIDADES DE LLUVIA EN VARIOS PERIODOS DE RETORNO.....	322
Tabla 117. T.P.D.A. QUEBRADA QUILLÁN.	326
Tabla 118. T.P.D.A. DEL PROYECTO DE DISEÑO DE LOS ACCESOS DEL PUENTE SOBRE LA QUEBRADA QUILLÁN.....	326
Tabla 119. EQUIVALENCIA DEL TRÁFICO EN PORCENTAJE.	326
Tabla 120. PESOS Y DIMENSIONES MÁXIMAS PERMITIDAS.	329
Tabla 121. EJES EQUIVALENTES.	330
Tabla 122. FACTOR DE DISTRIBUCIÓN POR DIRECCIÓN.....	331
Tabla 123. FACTOR DE DISTRIBUCIÓN POR CARRIL.....	331
Tabla 124. CALCULO DE NÚMEROS DE EJES DE 8,20 TONELADAS.	332
Tabla 125. CONFIABILIDAD EN FUNCIÓN DE LA CLASE DE VÍA.	332
Tabla 126. VALORES DE LA DESVIACIÓN ESTÁNDAR.....	333
Tabla 127. COEFICIENTES (CM) DE CAPA DE PAVIMENTOS.....	336

Tabla 128. COEFICIENTES DE DRENAJE RECOMENDADOS POR LA A.A.S.H.T.O.	336
Tabla 129. DATOS UTILIZADOS PARA CÁLCULO DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO.	337
Tabla 130. SEÑALIZACIÓN LÍNEA DE SEPARACIÓN DE CIRCULACIÓN OPUESTA SEGMENTADA.	351
Tabla 131. ESPACIAMIENTO ENTRE LÍNEAS DE SEPARACIÓN CONTINUAS DOBLES.	352
Tabla 132. SEÑALES DE ACUERDO AL ABSCISADO DEL PROYECTO....	354

ÍNDICE DE GRÁFICOS.

Gráfico 1. POBLACIÓN ECONÓMICAMENTE ACTIVA POR SEGMENTO DE OCUPACIÓN.	76
Gráfico 3. T.P.D.A. PARA 50 AÑOS – QUEBRADA QUILLÁN.	147
Gráfico 4. CURVA GRANULOMÉTRICA MUESTRA N° 1 SUELO - QUEBRADA QUILLÁN.....	152
Gráfico 5. CURVA GRANULOMÉTRICA MUESTRA N° 2 SUELO - QUEBRADA QUILLÁN.....	153
Gráfico 6. CURVA GRANULOMÉTRICA MUESTRA N° 3 SUELO - QUEBRADA QUILLÁN.....	154
Gráfico 7. LÍMITE LÍQUIDO MUESTRA N° 1.....	155
Gráfico 8. LÍMITE LÍQUIDO MUESTRA N° 2.....	156
Gráfico 9. LIMITE LÍQUIDO – MUESTRA N° 3.....	158
Gráfico 10. CONTENIDO DE HÚMEDAD.	161
Gráfico 11. CURVA DE INTENSIDAD DURACIÓN DE FRECUENCIA I.D.F. Y ZONA 33.....	174

Gráfico 11. CURVA DE INTENSIDAD DURACIÓN DE FRECUENCIA I.D.F. Y ZONA 33.....	321
Gráfico 12. ESPESORES DE CAPA DE PAVIMENTO.....	338

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.

Ilustración 1. UBICACIÓN DE LA PARROQUIA DE QUÍMIAG.	36
Ilustración 2. UBICACIÓN DE LA QUEBRADA QUILLÁN.....	36
Ilustración 3. EQUIPO Y HERRAMIENTAS UTILIZADOS.....	41
Ilustración 4. UBICACIÓN DEL PASO DE LA VÍA SOBRE LA QUEBRADA QUILLÁN.....	43
Ilustración 5. TIPOS DE CURVAS VERTICALES.	46
Ilustración 6. PERALTE Y BOMBEO.....	47
Ilustración 7. VISIBILIDAD DE LA QUEBRADA QUILLÁN.....	47
Ilustración 8. ESTADO DE LA SUPERFICIE DE RODAMIENTO.....	48
Ilustración 9. ESTADO DE LOS TALUDES.....	49
Ilustración 10. MÍNIMA TRAYECTORIA DE GIRO PARA EL VEHÍCULO DE DISEÑO P.....	53
Ilustración 11. MÍNIMA TRAYECTORIA DE GIRO PARA EL VEHÍCULOS DE DISEÑO SU.....	53
Ilustración 12. ACUMULACIÓN DE AGUA EN LA CURVA HORIZONTAL.....	57
Ilustración 13. PRESENCIA DE AGUA EN LA VÍA, PROVOCANDO BACHES.....	58
Ilustración 14. VISIBILIDAD REDUCIDA AL MOMENTO DE GIRAR.....	58
Ilustración 15. PRESENCIA DE AGUA EN LA SUPERFICIE DE RODADURA.....	59

Ilustración 16. MATERIAL PROVENIENTE DEL TALUD EN LA SUPERFICIE DE RODAMIENTO.	60
Ilustración 17. MAL ESTADO DE LA VÍA.	60
Ilustración 18. FALLAS OCASIONADAS POR LA INEXISTENCIA DE SISTEMAS DE DRENAJE.	61
Ilustración 19. Inestabilidad en taludes.	62
Ilustración 20. FALTA DE SEÑALIZACIÓN.	62
Ilustración 3. ELEMENTOS DE UN PUENTE.	81
Ilustración 4. ELEMENTOS DE UN PUENTE.	82
Ilustración 5. ELEMENTOS PRINCIPALES DE LA SUPERESTRUCTURA. .	83
Ilustración 6. ELEMENTOS PRINCIPALES DE LA SUBESTRUCTURA.	84
Ilustración 7. PARTES DE UN APOYO ELASTOMÉRICOS.	85
Ilustración 8. APOYO BASCULANTE CURVO ESFÉRICO FIJO.	85
Ilustración 9. APOYO BASCULANTE CON ROTACIÓN EN UN EJE.	86
Ilustración 10. APOYO TIPO RODILLO.	86
Ilustración 11. ESQUEMA DE UN ESTRIBO.	86
Ilustración 12. ESTRIBOS CON ALEROS EN LÍNEA RECTA.	87
Ilustración 13. ESTRIBO CON ALEROS EN ÁNGULO (A).	88
Ilustración 14. ESTRIBO EN FORMA DE “U”.	89
Ilustración 15. ESTRIBO TIPO CAJÓN.	90
Ilustración 16. ESTRIBO CON CONTRAFUERTE.	91
Ilustración 17. ESTRIBOS EN CANTILÉVER.	92
Ilustración 18. ESTRIBO A GRAVEDAD.	92
Ilustración 19. ESQUEMA DE UNA PILA.	93
Ilustración 20. PILA TIPO MURO MACIZO.	94
Ilustración 21. PILA TIPO PÓRTICO.	94

Ilustración 22. PILA TIPO MARTILLO.	95
Ilustración 23. ESTRIBO TIPO CAJÓN.	96
Ilustración 24. ZAPATA DE MURO.....	96
Ilustración 25. ZAPATA AISLADA.	97
Ilustración 26. ZAPATA COMBINADA.	97
Ilustración 27. ZAPATA EN VOLADIZO O LIGADA.....	98
Ilustración 28. CIMENTACIÓN EN PILOTES.	98
Ilustración 29. CIMENTACIONES FLOTANTES O LOSA DE CIMENTACIÓN.	99
Ilustración 30. ELEMENTOS CON PESO MUERTO EN UN PUENTE.	110
Ilustración 31. CAMIÓN TIPO H, LONGITUDES Y REPARTICIÓN DE LAS CARGAS.	111
Ilustración 32. DIAGRAMA DE CORTE Y MOMENTO PARA EL CAMIÓN TIPO H.....	112
Ilustración 33. CAMIÓN TIPO HS, LONGITUDES Y REPARTICIÓN DE CARGAS.	113
Ilustración 34. DIAGRAMA DE CORTE Y MOMENTO PARA EL CAMIÓN TIPO HS.....	113
Ilustración 35. DISTRIBUCIÓN DE LAS CARGAS EQUIVALENTES.	114
Ilustración 36. UBICACIÓN DE LA CARGA VIVA PEATONAL EN PUENTES VEHICULARES.	116
Ilustración 37. UBICACIÓN DE LA CARGA VIVA PEATONAL EN PUENTES PEATONALES.	116
Ilustración 38. UBICACIÓN DE LA CARGA DE CHOQUE DE VEHÍCULOS.	116
Ilustración 39. UBICACIÓN DE LA CARGA DE FRENADO DE VEHÍCULOS.	119

Ilustración 40. DIAGRAMA DE LÍNEAS DE INFLUENCIA PARA CORTANTE.	125
Ilustración 41. DIAGRAMA DE LÍNEAS DE INFLUENCIA PARA EL MOMENTO.	125
Ilustración 42. ESTADO ACTUAL DE LA QUEBRADA QUILLÁN.	142
Ilustración 43. UBICACIÓN DE LA ESTACIÓN DE CONTEO.	143
Ilustración 44. MAPA GEOLOGICO DE LA ZONA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO.	149
Ilustración 45. EQUIPO UTILIZADO EN EL ESAYO S.P.T.	150
Ilustración 46. CARTA DE PLASTICIDAD.	160
Ilustración 47. CARTA TOPOGRÁFICA I.G.M. (QUEBRADA QUILLÁN)..	167
Ilustración 48. CROSS SECTION – WARMING GEOMETRY IS NEWER THAN OUTPUT – A.	177
Ilustración 49. CROSS SECTION – WARMING GEOMETRY IS NEWER THAN OUTPUT-B.	177
Ilustración 50. CROSS SECTION – WARMING GEOMETRY IS NEWER THAN OUTPUT-C.	178
Ilustración 51. CROSS SECTION – WARMING GEOMETRY IS NEWER THAN OUTPUT-D.	178
Ilustración 52. CROSS SECTION – WARMING GEOMETRY IS NEWER THAN OUTPUT-E.	179
Ilustración 53. CROSS SECTION – WARMING GEOMETRY IS NEWER THAN OUTPUT-F.	179
Ilustración 54. CROSS SECTION – WARMING GEOMETRY IS NEWER THAN OUTPUT-G.	180
Ilustración 55. VISTA EN PLANTA.	182
Ilustración 56. VISTA TRANSVERSAL.	183

Ilustración 57. ESQUEMA CONDICIÓN 1.....	185
Ilustración 58. ESQUEMA CONDICIÓN 2.....	187
Ilustración 59. ARMADURA INFERIOR DEL TABLERO.....	191
Ilustración 60. ARMADURA SUPERIOR DEL TABLERO.....	191
Ilustración 61. GEOMETRÍA DEL DIAGRAMA.	194
Ilustración 62. VIGA SIMPLEMENTE APOYADA.	195
Ilustración 63. ANÁLISIS DEL TREN DE CARGAS.....	196
Ilustración 64. CAMIÓN TIPO H.S. 20 – 44.	197
Ilustración 65. CORTANTE ÚLTIMO.....	205
Ilustración 67. ARMADO DE LA VIGA.	206
Ilustración 68. ARMADO DEL DIAFRAGMA.....	207
Ilustración 69. DIAGRAMA.....	207
Ilustración 70. EJE DE APOYO DE LA VIGA.	208
Ilustración 71. MÁXIMO ESCORRIMIENTO EN EL APOYO ELASTOMÉRICO.....	211
Ilustración 72. DEFORMACIÓN DEL ESPESOR DEL NEOPRENO.	214
Ilustración 73. CURVAS DE RELACIÓN ENTRE PRESIÓN ESPECÍFICA Y DEFORMACIÓN PORCENTUAL – DUREZA 60 ° SHORE.	215
Ilustración 74. DIMENSIONES DEL APOYO ELASTOMÉRICO.	217
Ilustración 75. GEOMETRÍA DEL ESTRIBO.....	226
Ilustración 76. ESTADO 1 – PESO (MURO + RELLENO) + EMPUJE DE TIERRAS.	227
Ilustración 77. ESTADO 2 – EMPUJE DE TIERRAS + SISMO.	229
Ilustración 78. ANÁLISIS DE LA CARGA VIVA [H.S. 20-44].....	231
Ilustración 79. ANÁLISIS DEL ESTADO 4: EMPUJE DE TIERRA + RCM_P + CARGA.....	233

Ilustración 80. ESTRIBO TIPO IZQUIERDO Y DERECHO.....	235
Ilustración 81. ESTADO I – DISEÑO ZAPATA.	236
Ilustración 82. ESTADO II – DISEÑO ZAPATA.....	237
Ilustración 83. ESTADO III – DISEÑO ZAPATA.	238
Ilustración 84. ESTADO IV – DISEÑO ZAPATA.	239
Ilustración 85. ESTADO V – DISEÑO ZAPATA.....	240
Ilustración 86. ARMADO DE LA ZAPATA.	245
Ilustración 87. REACCIONES A L/3 – DISEÑO DE LA PANTALLA.....	245
Ilustración 88. ARMADO DEL ESTRIBO.	249
Ilustración 89. RUTA SELECCIONADA PARA EL DISEÑO Y TRAZADO DE LOS ACCESOS AL PUENTE SOBRE LA QUEBRADA QUILLÁN.	303
Ilustración 90. SECCIÓN TÍPICA.....	309
Ilustración 91. SECCIÓN TÍPICA ILUSTRATIVA.	309
Ilustración 92. CARTA TOPOGRÁFICA DE LA ZONA.	318
Ilustración 93. CUNETAS TIPO.....	324
Ilustración 94. CALCULO DEL NÚMERO ESTRUCTURAL MEDIANTE EL PROGRAMA Ecuación AASHTO 93.....	334
Ilustración 95. UBICACIÓN LONGITUDINAL DE LAS SEÑALES VERTICALES.	346
Ilustración 96. ORIENTACIÓN DE LAS SEÑALES VERTICALES RESPECTO A LA VÍA.	347
Ilustración 97. LÍNEAS SEGMENTADAS DE CIRCULACIÓN OPUESTA..	350
Ilustración 98. LÍNEAS DE SEPARACIÓN DE CIRCULACIÓN CONTINUAS DOBLES.	352

RESUMEN

Los puentes son elementos estructurales que facilitan el paso sobre avenidas, ríos y otros accidentes geográficos. Para construirlos se toma en cuenta las condiciones hidrológicas, geológicas, topográficas y el flujo vehicular de la zona donde se va a implantar.

Las características topográficas del territorio, donde las zonas planas se encuentran atravesadas por ríos, riachuelos o quebradas; son un punto muy relevante para deducir la importancia de los puentes en el desarrollo de la vialidad y la

comunicación terrestre en la parroquia de Químiag, sin contar con los innumerables beneficios que proporciona una estructura de movilidad, como un puente, en el desarrollo económico y social en las poblaciones rurales.

El puente sobre la quebrada Quillán ha sido diseñado utilizando las disposiciones establecidas en las normas A.A.S.H.T.O “American Association of State Highway and Transportation Officials” (“Standard Specifications for Highway Bridges”, 15° edición (2010), para puentes y “A.A.S.H.T.O., Guide for Design of Pavement Structures” (1993) para el diseño de pavimentos en los accesos), adoptadas por el M.T.O.P. Ministerio de Transportes y Obras Públicas, para este tipo de proyectos.

En el diseño estructural, se aplicó el método L.R.F.D. “Load and Resistance Factor Design”, apoyado con normas y estándares complementarios tales como: la Norma Ecuatoriana de la Construcción N.E.C. 2015, las disposiciones del Instituto Americano del Concreto A.C.I. – 318 y las normas de la Asociación Americana de Ensayo de Materiales A.S.T.M.

Es así que se optó por un puente de hormigón debido a que este material permite la aplicación de cualquier sistema constructivo, lo que resulta más económico a largo plazo; dicho esto el puente tendrá una luz de 22,50 m., un tablero armado (10,40 x 22,50 x 0,20 m.); se compondrá de 4 vigas (1,60 x 0,40 m.), se asentará sobre 4 apoyos elastoméricos (0,35 x 0,30 x 0,04 m.) y 2 estribos abiertos con medidas predefinidas en el diseño estructural.

ABSTRACT

Bridges are structural elements that facilitate crossing streets, rivers and other geographical features. To build them is necessary to take into account hydrological, geological, topographical conditions and traffic flow in the area where they will be implanted.

Territorial topographical characteristics are a very important points to deduce the importance of the bridges in the development of roads and land communication in Químiag parish; where flat areas are crossed by rivers, streams or ravines. Besides the countless benefits that structural bridges provide, they could be economic development and social in rural populations too.

A bridge over Quillán ravine has been designed by applying the standards of A.A.S.H.T.O "American Association of State Highway and Transportation Officials"("Standard Specifications for Highway Bridges", 15th edition (2010), for bridges and "A.A.S.H.T.O. Guide for Design of pavement Structures "(1993) for pavement design entrances), which have been adopted by the M.T.O.P Ministerio de Transportes y Obras Públicas, for this type of project.

In the structural design process, the L.R.F.D method was applied "Load and Resistance Factor Design", which is supported by complementary norms and standards such as Norma Ecuatoriana de la Construcción N.E.C. 2015. Also, the provisions of the American Concrete Institute A.C.I. - 318 and the standards of the American Society of Testing Materials A.S.T.M.

After having analyzed all standardized requirements, this research purposes a concrete bridge, because this material can be applied to any structural construction system; additionally, its construction is more economical in the long term. This bridge will have a span of 22.50 m, an armed board (10, 40 x 22,50 x 0,20 m.); 4 is composed beams (1,60 x 0,40 m.), will be settled on 4 supports Elastomeric (0,35 x 0,30 x 0,04 m.) and 2 open stirrups with predefined structural design measures.

Reviewed by: MSc. Sonia Granizo.

ENGLISH LANGUAGE TEACHER



INTRODUCCIÓN:

A lo largo de la historia los puentes han sido estructuras de movilidad de suma importancia en las carreteras, sus funciones han sido distintas, desde unir grandes tramos por la separación de algún accidente geográfico, o los viaductos que sirven para unir caminos separados por terrenos profundos; estas estructuras se deben construir de una manera funcional y segura facilitando el desplazamiento de la población a sus labores sociales y económicas.

En nuestro país son muchos los parámetros que se deben tomar en cuenta al momento de realizar el diseño de un puente, entre los relevantes nombraremos: las características de la zona de implantación, las cargas que soportan estas estructuras como (cargas vivas, muertas, accidentales, de impacto, etc.) y el tipo de cimentación, ya que este conforma la base de la estructura.

Este proyecto surge con el propósito principalmente de entregar un estudio, que se enmarque en cada una de las normativas vigentes en la actualidad y brinde a todos sus usuarios la funcionalidad, seguridad y movilidad que requieren para su vivir diario; el mismo estará basado en las normas propuestas por la American Association of State Highway and Transportation Officials (A.A.S.H.T.O.); que es una herramienta muy útil a la hora del análisis y diseño de puentes en nuestro país, ya que lamentablemente no se cuenta con normativa propia; a más de esto se han seguido los requisitos, pautas y recomendaciones emitidas por Ministerio de Transporte y Obras Públicas M.T.O.P.

Por otro lado, la finalidad de esta tesis es proveer los lineamientos generales del diseño de puentes con vigas y losa, presentando la metodología usada, mostrando las principales etapas del diseño de manera de obtener una visión global de lo que es el diseño de puentes. Estas etapas comprenden la concepción del proyecto según el tipo de puente, la cuantificación de cargas, el diseño de losas, vigas, consideraciones constructivas, sub-estructuras y apoyos.

CAPÍTULO I

1. EL PROBLEMA.

1.1 TEMA DE INVESTIGACIÓN.

ESTUDIO Y DISEÑO DEL PUENTE SOBRE LA QUEBRADA QUILLÁN, PARROQUIA DE QUÍMIAG, CANTÓN RIOBAMBA, PROVINCIA DE CHIMBORAZO.

1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

Las características geográficas del territorio, donde las zonas planas se encuentran atravesadas por ríos, riachuelos o quebradas; son un punto muy relevante para deducir la importancia de los puentes en el desarrollo de la vialidad y la comunicación terrestre en la parroquia de Químiag, sin contar con los innumerables beneficios que proporciona una estructura de movilidad, como un puente, en el desarrollo económico y social en las poblaciones rurales. El proyecto desea mejorar, agilizar la movilidad vial y comunicación entre las comunidades norte de la parroquia, para así mejorar la economía procedente de la producción agrícola y ganadera que son las principales fuentes de ingresos económicos de la comunidad, y a su vez mejorar la calidad de vida de todos los beneficiarios del presente proyecto.

1.3 IDENTIFICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA.

El presente estudio se debe a la falta de estructuras de movilidad adecuadas entre las comunidades de Puelazo y Chañag San Miguel, pertenecientes a la parroquia de Químiag, especialmente en el paso de la quebrada Quillán ubicada aproximadamente a 3,20 Km. de la cabecera parroquial.

Actualmente, el paso de la quebrada Quillán consta de una capa de rodadura compuesta de un material granular, es decir, no existe una capa asfáltica; se encuentra en una zona alta en derrumbes, producidos principalmente por el material con el que están constituidos los taludes y a las precipitaciones que tienen lugar en el sector. Todo esto ha provocado accidentes de tránsito y la interrupción temporal de la vía, ocasionando malestar, inseguridad e inconformidad en los habitantes de las comunidades y los múltiples usuarios que diariamente hacen uso de esta vía de acceso. Al realizar el estudio y diseño del puente sobre la quebrada Quillán, se aportará con la identificación y futura solución a un problema relevante para la movilidad de la parroquia en su zona norte.

1.3.1 ANÁLISIS CRÍTICO.

El mal estado del sistema vial que presentan las parroquias rurales del cantón Riobamba, en especial el sector norte de la parroquia de Químiag, debido a la falta de inversión por parte de los gobiernos locales para la construcción y mantenimiento tanto de vías como de estructuras que faciliten el paso sobre ríos o accidentes geográficos.

El Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquial Rural Santiago de Químiag en busca del bienestar de su población, se ha visto en la necesidad de solicitar a la Universidad Nacional de Chimborazo, a través de su Facultad de Ingeniería Civil el respectivo estudio y diseño del puente sobre la quebrada Quillán, debido a que en el sector mencionado a causa de la inestabilidad de taludes y de las precipitaciones propias de la zona se generan derrumbes, provocando accidentes de tránsito y la interrupción obligada del tráfico.

Tomando en cuenta la importancia que tienen las vías de acceso y las estructuras de movilidad como son los puentes, surge la necesidad de proveer a la población una estructura segura, confiable y funcional que permita la comunicación vía terrestre de todos sus usuarios, solucionando así los problemas actuales de movilidad, beneficiando de esta manera al enriquecimiento, económico y social tanto a las comunidades del sector norte como a toda la parroquia de Químiag.

1.3.2 PROGNOSIS.

Como parte del mejoramiento de la infraestructura vial de la parroquia de Químiag el G.A.D. parroquial ha considerado necesario elaborar el estudio y diseño del puente sobre la quebrada Quillán. El proyecto busca la agilización de la circulación vehicular entre la cabecera parroquial y las comunidades situadas al norte de la misma, para lo cual se requiere de un estudio que permitirá encontrar las propuestas más factibles. Lo que dará como principal resultado el beneficio de la productividad económica de las comunidades del sector y el mejoramiento de la vialidad para la transportación agrícola y ganadera de la parroquia de Químiag. Con la elaboración del proyecto se facilitará al gobierno Autónomo Descentralizado Rural Santiago de Químiag tener el estudio detallado y una propuesta de diseño del puente en la quebrada Quillán.

1.3.3 DELIMITACIÓN.

La investigación se limitará físicamente a la quebrada Quillán al sector norte de la parroquia Químiag, del cantón de Riobamba, en la provincia de Chimborazo ubicada a una altura de 3.472 m.s.n.m. entre las coordenadas U.T.M. DATUM WGS 84:

PARROQUIA	QUEBRADA	COORDENADAS UTM	
Químiag	Quillán	774164,42 m E	9818189,64 m S

Tabla 1. UBICACIÓN DE LA QUEBRADA QUILLÁN.

Elaborado por: Avellaneda Carina – Samaniego José.

El proyecto se localiza en la quebrada Quillán entre las comunidades de Puelazo y Chañag San Miguel al norte de la parroquia de Químiag, que está ubicada al sur oriente de la provincia de Chimborazo, a 9,00 Km del cantón Riobamba, a una altura de 2.730 m.s.n.m.; sus límites son: al norte el cantón Penipe y la parroquia Candelaria del mismo cantón, al sur el cantón Chambo, al este la provincia de Morona Santiago y al oeste la parroquia Cubijés y el cantón Guano; cuenta con una superficie territorial de 139,60 Km² que corresponde al 14,25 % del área cantonal, la temperatura media anual es de 14° C.



Ilustración 1. UBICACIÓN DE LA PARROQUIA DE QUÍMIAG.

Fuente: Plan de Ordenamiento Territorial – Parroquia Químiag 2012-2021.

La quebrada Quillán está ubicada a aproximadamente a 3,20 Km al norte de la cabecera parroquial, en las coordenadas **X:** 774164,42 m y **Y:** 9818189,64 m.



Ilustración 2. UBICACIÓN DE LA QUEBRADA QUILLÁN.

Elaborado por: Avellaneda Carina – Samaniego José.

1.3.4 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.

¿Cómo puede beneficiar el estudio y diseño de un puente sobre la quebrada Quillán, para el desarrollo de la movilidad entre la cabecera parroquial y las comunidades situadas al norte de la parroquia de Químiag?

1.3.5 HIPÓTESIS.

La elaboración de un estudio y diseño para un puente sobre la quebrada Quillán, permitirá un desarrollo vial en la parroquia, mejorando la economía procedente de la producción agrícola y ganadera que es la principal fuente de ingresos de los habitantes de este sector. Esta estructura de movilidad solucionará los problemas que se presentan en la actualidad en este tramo de vía, reduciendo los altos costos de transporte y los tiempos de viaje, lo que brindara competitividad a los productos agrícolas y ganaderas de la zona.

1.3.6 IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES.

En el presente trabajo de investigación se consideran dos variables:

- **Variable Independiente:**

El estudio de ingeniería básica en la quebrada Quillán de la parroquia Químiag, cantón Riobamba, provincia de Chimborazo.

- **Variable Dependiente:**

El diseño del Puente en la quebrada Quillán de la parroquia Químiag, cantón Riobamba, provincia de Chimborazo.

1.4 JUSTIFICACIÓN.

En virtud del mal estado presente en las vías y a la falta de estructuras que permitan una adecuada movilidad, además la necesidad de mejorar el transporte entre las comunidades de: Puelazo, Chañag San Miguel, Chilcal Pucará, Laguna San Martín, Palacio San Francisco, San Pedro de Iguazo, Santa Ana de Saguán, Verdepamba y la cabecera parroquial es fundamental dar soluciones factibles e inmediatas.

Por lo que el GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO PARROQUIAL RURAL SANTIAGO DE QUÍMIAG, solicita a la UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO a través de su Facultad de Ingeniería, Escuela Civil, se colabore con el “ESTUDIO Y DISEÑO DEL PUENTE SOBRE LA QUEBRADA QUILLÁN, PARROQUIA DE QUÍMIAG, CANTÓN RIOBAMBA, PROVINCIA DE CHIMBORAZO”.

Atendiendo al pedido del G.A.D. PARROQUIAL SANTIAGO DE QUIMIAG, se realizó en primera instancia la “INSPECCIÓN VISUAL Y EVALUACIÓN TÉCNICA DEL PASO EN LA QUEBRADA QUILLÁN DE LA VÍA QUE CONECTA LAS COMUNIDADES DE PUELAZO Y CHAÑAG SAN MIGUEL, PARROQUIA QUÍMIAG, CANTÓN RIOBAMBA, PROVINCIA DE CHIMBORAZO” (*Anexo 2*), donde se concluye que:

La solución más factible es el diseño y la futura construcción de un puente, que siendo una estructura de movilidad solucionara los problemas que presenta en la actualidad este tramo de la vía, partiendo desde el punto de vista que en un principio un puente puede presentar costos de construcción elevados, pero generará ahorros en los costos de operación y mantenimiento que a la larga terminan siendo más significativos, que los altos costos de transporte en nuestro medio que le restan competitividad a los productos de la zona.

1.4.1. TEMA.

INSPECCIÓN VISUAL Y EVALUACIÓN TÉCNICA DEL PASO EN LA QUEBRADA QUILLÁN DE LA VÍA QUE CONECTA LAS COMUNIDADES DE PUELAZO Y CHAÑAG SAN MIGUEL, PARROQUIA QUÍMIAG, CANTÓN RIOBAMBA, PROVINCIA DE CHIMBORAZO.

1.4.2. OBJETIVOS.

1.4.2.1. GENERAL.

- Realizar una inspección visual y una evaluación técnica del paso en la quebrada Quillán, con el fin de analizar su estado actual y sus consecuencias en la seguridad vial a futuro.

1.4.2.2. ESPECÍFICOS.

- Realizar un inventario básico de la información acerca del paso de la quebrada Quillán que incluye su ubicación exacta, la identificación de sus componentes, características y algunas dimensiones generales.
- Detectar las deficiencias y errores estructurales que presenta esta estructura en la actualidad.
- Evaluar la probabilidad de accidentes que se pueden generar en el paso en la quebrada Quillán, así como sus soluciones respectivas.
- Elaborar un informe técnico que contenga toda la información recolectada en la inspección.

1.4.3. PLANIFICACIÓN DE LA INSPECCIÓN.

1.4.3.1. ACCIONES PREVIAS A LA INSPECCIÓN DE CAMPO.

ANTECEDENTES TEÓRICOS.

La inspección debe ser planificada y ejecutada de la manera más ordenada y sistemática posible, para lo cual se deben incluir las siguientes tareas: determinar la secuencia de la inspección, establecer un horario, organizar las notas de campo y cualquier otra medida que facilite una inspección completa.

ORGANIZAR LAS HERRAMIENTAS Y EL EQUIPO.

Previo a la visita organizamos las herramientas y el equipo adecuado en base a un Checklist (*Anexo 1a*), a más de eso elaboramos los formatos adecuados para la recolección de datos (*Anexo 1b*), debido a que estas actividades ayudan a que el trabajo de campo se lleve a cabo de forma eficiente, facilitando así la recolección de los datos.

Equipos y Herramientas:

EQUIPOS DE SEGURIDAD	
	
CASCO	CHALECO

HERRAMIENTAS	
	
G.P.S.	FLEXÓMETRO
	
NIVEL	CINTA

	
LIBRETA DE APUNTES	CAMARA FOTOGRÁFICA
	
BINOCULARES	RADIOS
	
CONOS DE SEGURIDAD	TRIÁNGULOS DE SEGURIDAD

Ilustración 3. EQUIPO Y HERRAMIENTAS UTILIZADOS.

Elaborado por: Avellaneda Carina – Samaniego José.

1.4.3.2. ACCIONES DURANTE LA INSPECCIÓN DE CAMPO.

- Verificamos la ubicación y nombre de la quebrada del paso programado para la inspección.
- Tomamos las medidas de seguridad necesarias.
- Iniciamos la inspección tomando una foto de identificación de la quebrada y una fotografía de los accesos a la misma.
- Inspeccionamos la condición actual del paso de la quebrada.
- Fotografiamos las situaciones más relevantes encontradas.

1.4.4. DATOS GENERALES.

Este informe de inspección visual y evaluación se limita a presentar las observaciones técnicas realizadas por un inspector capacitado sobre el estado actual del paso de la vía en la quebrada Quillán, desde el punto de vista estructural, funcional y de seguridad vial, para brindar recomendaciones generales para mejoras, mantenimiento y/o reparación.

Se entiende por inspección visual la observación de todos los componentes a los cuales se tiene acceso con el fin de evaluar el estado actual de este tramo de la vía, para realizar parte de dicha labor, se utilizó como referencia las Normas de Diseño Geométrico de Carreteras – 2003 del Ministerio de Transporte y Obras Públicas (*Anexo 1c*).

El paso en la quebrada Quillán está ubicado en una zona de características topográficas de afloramientos rocosos que fluctúan a los 3.472 m.s.n.m., encontrándose los sectores de mayor altitud al Nor-oeste, y los más bajos al Este del mismo.

La zona presenta un clima Ecuatorial de Alta Montaña la temperatura disminuye con la altitud, mientras que aumentan las precipitaciones, al menos hasta un cierto nivel altimétrico. La montaña, en este sentido, altera las características de la zona climática en la que se sitúa. Por este motivo, no se pueden establecer unos rasgos con validez universal que lo definan, aunque sus variedades climáticas son fácilmente reconocibles, como el clima alpino.

Presenta unas temperaturas invernales negativas y unas estivales positivas, aunque la temperatura media anual se establece en torno a los 0 °C; la oscilación térmica es inferior a los 20° y las precipitaciones, más abundantes en verano que en invierno, superan los 1.000 mm anuales, este clima de alta montaña es el que predomina en la cordillera andina. (Thorntwaite, C. W.)

Por su condición geográfica, se determinó que existen zonas pobladas y de producción en todos los niveles del suelo, y que conforme nos acercamos a la parte más alta, más difícil es el acceso por las condiciones de las vías de conexión por lo que la necesidad más sentida de las poblaciones contar con una red vial que posibilite la mejor comercialización de su producción.

1.4.5. DESARROLLO DE LA INSPECCIÓN.

1.4.5.1. UBICACIÓN Y LOCALIZACIÓN.

Geográficamente el paso en la quebrada Quillán está ubicado a 5,62 Km de la parroquia de Químiag del cantón Riobamba en la provincia de Chimborazo, a una altitud de 3.232 m.s.n.m. en las coordenadas **X**: 773904,42 m y **Y**: 9817814,64 m.



Ilustración 4. UBICACIÓN DEL PASO DE LA VÍA SOBRE LA QUEBRADA QUILLÁN.

Fuente: Plan de Ordenamiento Territorial – Parroquia Químiag 2012-2021.

CARACTERÍSTICAS GENERALES		
Provincia:	Chimborazo.	
Cantón:	Riobamba.	
Parroquia:	Químiag.	
Comunidades:	Puelazo, San Miguel de Chañag.	
Población:	4.873 Habitantes.	
Eje de coordenadas:	X:	773904,42 m.
	Y:	9817814,64 m.
Altura:	3.232 m.s.n.m.	
Clima:	Ecuatorial de Alta Montaña.	
Temperatura:	12 - 20 °C	
Pluviosidad:	500 - 2.000 mm.	

Tabla 2. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA ZONA.

Fuente: Plan de Ordenamiento Territorial – Parroquia Químiag 2012-2021.

1.4.6. ELEMENTOS INSPECCIONADOS.

1.4.6.1. ANÁLISIS DEL TRÁFICO.

Los análisis de tráfico se realizan con el propósito de obtener información relacionada con el movimiento de vehículos sobre puntos o secciones específicas dentro de un sistema vial.

En este caso solo se realizó un breve análisis de tráfico en base al flujo y al tipo de vehículos que se pudo observar al momento de la inspección; con el fin de tener una idea del tipo de vehículos que circulan diariamente por el sector, para analizar si la geometría del paso de la quebrada es la adecuada para el tipo de vehículos que circulan por la vía.

De acuerdo a lo observado y a los datos obtenidos en la inspección, se constató que en la zona circulan con más frecuencia cuatro tipos de vehículos, los mismos que se detallan a continuación de acuerdo a la clasificación del M.T.O.P.:

CLASIFICACIÓN	CÓDIGO	DESCRIPCIÓN
Livianos	L - 1	Autos
	L - 3	Camionetas y furgones
Buses	B - 2	Bus mediano (32 pasajeros)
Camión Liviano	2D - A	Camión 2 ejes, capacidad de carga 9,50 T.
Camión Mediano	2D - B	Camión 2 ejes, capacidad de carga 18 T.

Tabla 3. . CLASIFICACIÓN DE LOS VEHÍCULOS OBSERVADOS.

Fuente: Normas de Diseño Geométrico de Carreteras – 2003, M.T.O.P.

1.4.6.2. GEOMETRÍA.

Es la técnica de ingeniería civil de situar el trazado de una vía de la forma más adecuada en el terreno, es decir su ubicación y forma geométrica, adaptándose a las características y condicionantes del terreno, procurando su funcionalidad, seguridad, movilidad, estética, viabilidad económica y armonía con el medio ambiente. La geometría de una vía se clasifica en tres puntos de suma importancia, que son los que se analizó en esta inspección:

- a. Planta.-** Es la proyección sobre el plano horizontal del eje espacial de la vía, constituido por una serie de tramos rectos (tangentes), enlazados entre sí por curvas.

La geometría en planta, se divide en tres alineaciones que son: *alineación recta*, *alineación curva* y *alineación de transición*; debido a que el paso en la quebrada Quillán se encuentra en medio de una curva horizontal la inspección se enfocó en observar y en base a los datos tomados en campo realizar una evaluación técnica, para evaluar si la alineación actual cumple con los requisitos de diseño vigentes.

- b. **Perfil Longitudinal.**- Representa la longitud de la vía y las alturas respectivas de sus puntos principales (abscisas) en un plano, se aprecian al igual que en un alineamiento horizontal, una serie de tramos rectos que deben ser empalmados por curvas verticales que permitan una transición suave, que resulte cómoda y segura entre las pendientes rectas; las curvas verticales se dividen en dos **curvas convexas**, cuyo punto más elevado se encuentra en el centro, deben permitir que el vehículo tenga siempre visibilidad de una distancia por delante de él que le permita frenar con seguridad y **curvas cóncavas**, con la cavidad en el centro, sus dimensiones y características deben permitir una correcta visibilidad en condiciones nocturnas.

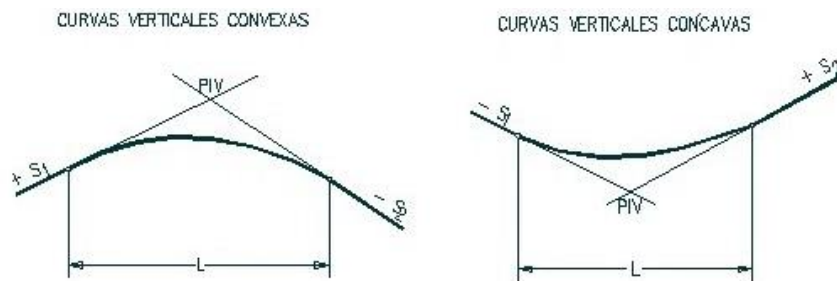


Ilustración 5. TIPOS DE CURVAS VERTICALES.

Fuente: Normas de Diseño Geométrico de Carreteras – 2003, M.T.O.P.

- c. **Perfil Transversal.** - Consiste en la descripción de los elementos de la carretera en un plano de corte vertical normal al alineamiento horizontal, el cual permite definir la disposición y dimensiones de dichos elementos, en el punto correspondiente a cada sección y su relación con el terreno natural.

El perfil transversal se compone de algunos elementos, para este caso se inspeccionaron dos de los más importantes que son: **el peralte**, que es la inclinación de la calzada hacia el borde interno de la curva, sirve para atenuar o compensar parcialmente la acción de la fuerza centrífuga que produce el vuelco en el vehículo, y **el bombeo**, que es la inclinación que se da a ambos lados de la vía, para drenar la superficie del mismo, evitando que las aguas lluvias provoquen un reblandecimiento o que corra por el centro del camino causando daños debido a la erosión.

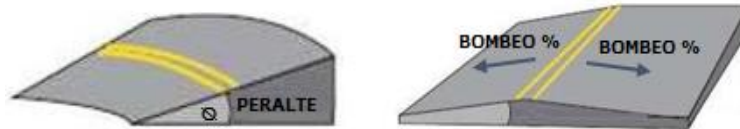


Ilustración 6. PERALTE Y BOMBEO.

Fuente: Normas de Diseño Geométrico de Carreteras – 2003, M.T.O.P.

1.4.6.3. VISIBILIDAD.

Toda sección de carretera ofrece al usuario que transita por ella una determinada visibilidad, que depende de la forma, dimensiones y disposición de los diferentes elementos de trazado que conforman la vía, para que las distintas maniobras puedan efectuarse de una forma segura, se precisa de una visibilidad mínima.

En el caso del paso en la quebrada Quillán, al momento de la inspección se pudo constatar una falta de visibilidad, provocada a causa de la maleza abundante de la zona, como se observa en las imágenes de la **Tabla 3**.



Ilustración 7. VISIBILIDAD DE LA QUEBRADA QUILLÁN.

Fuente: Avellaneda Carina – Samaniego José. 28 de noviembre 2015.

1.4.6.4. SUPERFICIE DE RODAMIENTO.

Es una infraestructura diseñada fundamentalmente para el tránsito de vehículos de manera continua, con un nivel adecuado de seguridad y comodidad, se compone de uno o más carriles de circulación; puede ser **pavimentada** que está constituida por un pavimento que puede ser rígido (concreto) o flexible (asfáltico), o a veces por los llamados pavimentos varios (lastrado, empedrado, adoquines, etc.) y la **no pavimentada** que no posee ninguna capa estructural (terreno natural).

En el tramo de vía inspeccionado se pudo apreciar que la superficie de rodamiento está compuesta por un lastrado conformado por un material de mejoramiento que ha cumplido con su vida útil.



Ilustración 8. ESTADO DE LA SUPERFICIE DE RODAMIENTO.

Fuente: Avellaneda Carina – Samaniego José. 28 de noviembre 2015.

1.4.6.5. SISTEMA DE DRENAJE.

Se define como el dispositivo específicamente diseñado para la recepción, canalización y evacuación de las aguas que se precipitan sobre la superficie de rodamiento y los taludes que pueden afectar directamente a las características funcionales de cualquier elemento que compone la vía, restituyéndoles a los cauces naturales con la ayuda de elementos como: *zanjas de coronación* (taludes), *cunetas* (superficie de rodamiento) *pasos de alcantarilla* (drenaje transversal) y *subdrenes* (drenaje subterráneo).

Lastimosamente en el tramo de vía inspeccionado no se encontró ningún tipo de elemento que ayude con el sistema de drenaje y por ende que proteja a la vía de los factores climáticos.

1.4.6.6. TALUDES.

Un talud es una porción de tierra elevada, de dimensiones variables, generalmente rematando por una cuneta y caracterizado por una vegetación específica; cuando un talud se produce de forma natural, sin intervención humana, se denomina de *ladera* y cuando los taludes son hechos por el hombre se denominan *cortes* o *taludes artificiales*.

Los taludes observados al momento de la inspección presentan una seria inestabilidad provocada por las constantes precipitaciones en la zona y a que el material que los compone es bastante suelto.



Ilustración 9. ESTADO DE LOS TALUDES.

Fuente: Avellaneda Carina – Samaniego José. 28 de noviembre 2015.

1.4.6.7. SEÑALIZACIÓN.

La señalización surge por la necesidad de mantener informado al conductor del vehículo acerca de las características de la vía y del entorno por la que circula; se clasifica en dos tipos:

Señalización vertical.- Serán de tres tipos: *preventivas* que indican al usuario de la vía la presencia de condiciones peligrosas y su naturaleza; *reglamentarias* que tienen por objeto indicar a los usuarios de la vía, las limitaciones, prohibiciones y restricciones sobre su uso, e *informativas* que tienen por objeto guiar al usuario de la vía dándole la información necesaria, en lo que se refiere a la identificación de las localidades, destinos, direcciones, sitios de interés especial, intersecciones y cruzamientos, distancias recorridas, prestación de servicios personales o automotores, etc.

Para que puedan cumplir su misión en forma acertada, los dispositivos para regular el tránsito deben satisfacer los siguientes requisitos mínimos:

- ✓ Tienen que tener una función necesaria.
- ✓ Llamar la atención.
- ✓ Claros y sencillos.
- ✓ Dar tiempo para responder.

Actualmente en el tramo de vía inspeccionado que abarca el paso en la quebrada Quillán, no cuenta con ningún tipo de señalización.

1.4.7. EVALUACIÓN TÉCNICA DE LA INSPECCIÓN.

La presente evaluación técnica está diseñada para evaluar de manera específica cada uno de los parámetros observados en la inspección visual, cuyo objetivo principal es el de determinar los problemas de seguridad vial, funcionales y estructurales que presenta en la actualidad este tramo de vía, con el fin de presentar recomendaciones para futuras mejoras y de esta forma solucionar los problemas que se observan en la actualidad y mejorar la funcionalidad de esta vía.

1.4.7.1. ANÁLISIS DE TRÁFICO.

Cuando se efectuó el análisis de tráfico se pudo observar que existen tres tipos de vehículos que circulan frecuentemente por este punto de la vía, que son:

Livianos, que son los automóviles, camionetas de dos ejes con tracción sencilla, en las cuatro ruedas, así como también camionetas con cajón y camiones livianos de reparto.

Buses, son aquellos que tienen dos o más ejes, seis o más ruedas, destinados al transporte de pasajeros, o cualquier vehículo de servicio público o escolar.

Pesados, son los destinados al transporte de mercadería y carga, poseen dos o más ejes, tienen seis o más ruedas, pueden ser camiones, remolques y semi-remolques.

En la *Tabla 4.* se describe una breve descripción de las características de los vehículos observados:

TIPO	CARACTERÍSTICAS
Livianos	Vehículos con motor de 4, 6, 8 ó 12 cilindros, destinados al transporte de hasta 10 personas, su peso bruto vehicular va de 820 a 2,200 Kg; en este caso los que con más frecuencia circulan por la zona son: automóviles, furgonetas y camionetas.
Buses	Vehículos diseñados y equipados para el transporte público o privado de más de 10 personas; la clasificación de los autobuses se realizará con base en la capacidad máxima de pasajeros, los buses que circulan en el sector son los de la cooperativa de transportes “Químiag”, con frecuencias de 30 minutos, cuyas unidades son de aproximadamente 32 pasajeros.
Camión Liviano	Vehículo de 4 llantas con o sin chasis, destinado para el transporte de mercancías de máximo 9,50 T.; dedicados a la transportación de productos de la zona como la leche.
Camión Mediano	Vehículo con chasis de 6 o más llantas destinado para el transporte de carga, con un peso bruto vehicular máximo de 18 T.; también transportan productos de la zona, pero en una cantidad mayor de acuerdo a su tamaño.

Tabla 4. CARACTERÍSTICAS DE LOS VEHÍCULOS OBSERVADOS.

Fuente: Avellaneda Carina – Samaniego José. 28 de noviembre 2015.

TIPO DE VEHÍCULO DE DISEÑO	SÍMBOLO	RADIO MÍNIMO DE GIRO DE DISEÑO (m)	RADIO MÍNIMO INTERIOR (m)
Vehículo de pasajeros	P	7.30	4.20
Camión de unidad única	SU	12.80	8.50
Bus de unidad única	BUS	12.80	7.40
Bus articulado	A-BUS	11.60	4.30
COMBINACIÓN DE CAMIONES			
Semirremolque intermedio	WB-12	12.20	5.70
Semirremolque grande	WB-15	13.70	5.80
Semirremolque-remolque completo doble fondo	WB-18	13.70	6.80
Semirremolque interestatal	WB-19*	13.70	2.80
Semirremolque interestatal	WB-20**	13.70	0
Semirremolque triple	WB-29	15.20	6.30
Semirremolque doble tumpyke	WB-35	18.30	5.20
VEHÍCULOS DE RECREACIÓN			
Casa rodante	MH	12.20	7.90
Coche y remolque caravana	P/T	7.30	0.60
Coche y remolque bote	P/B	7.30	2.00
Casa rodante y remolque bote	MH/B	15.20	10.70

*: Vehículos de diseño con remolque de 14.60 m como adoptado en 1982 STAA (Surface Transportation Assistance Act.)

** : Vehículos de diseño con remolque de 16.20 m como adoptado en 1982 STAA (Surface Transportation Assistance Act.)

Tabla 5. RADIOS MÍNIMOS DE GIRO DE LOS VEHÍCULOS

Fuente: A.A.S.H.T.O. 1994

*Vehículos de diseño con remolque de 14,60 m como adoptado en 1982 S.T.A.A (Surface Transportation Assistance Act.).

**Vehículos de diseño con remolque de 14,20 m como adoptado en 1982 S.T.A.A (Surface Transportation Assistance Act.).

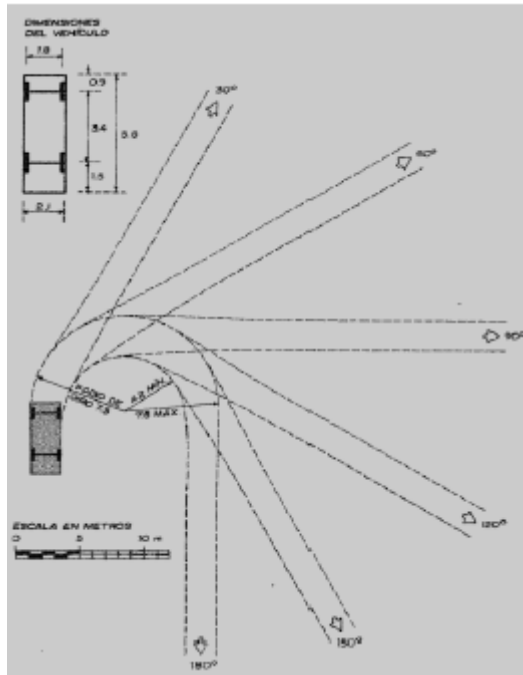


Ilustración 10. MÍNIMA TRAYECTORIA DE GIRO PARA EL VEHÍCULO DE DISEÑO P.

Fuente: A.A.S.H.T.O. 1994

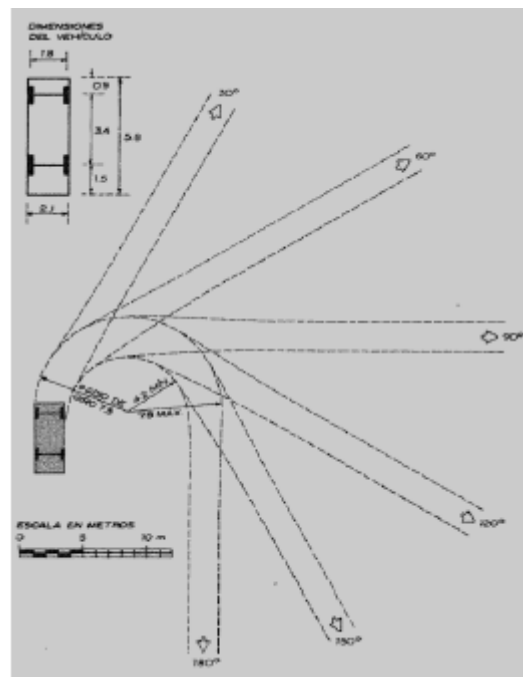


Ilustración 11. MÍNIMA TRAYECTORIA DE GIRO PARA EL VEHÍCULOS DE DISEÑO SU.

Fuente: A.A.S.H.T.O. 1994

De acuerdo a las características planteadas en la **Tabla 4.**, a las dimensiones, de los tipos de automóviles y camiones de dos ejes que se presentan en la **Tabla 5.** (Radios mínimos de giro de los vehículos) según la AASHTO 1994 y a la representación en las **Ilustraciones 10 y 11** que muestran los radios de giro mínimos para estos vehículos y los cambios de dirección progresiva; llegamos a la conclusión de que el paso de la quebrada Quillán no cumple con una trayectoria mínima de giro.

1.4.7.2. GEOMETRÍA.

En lo referente a la geometría de este tramo de vía se evaluaron tres puntos importantes que son: *planta*, *perfil longitudinal* y *perfil transversal*, los mismos que se detallan a continuación:

Planta. - En lo que tiene que ver a lo que es geometría en planta se analizó la *alineación curva* que tiene el tramo de vía, principalmente se evaluó si la curva horizontal que compone el paso sobre la quebrada Quillán cumple con la normativa vigente en la actualidad y brinda seguridad a sus usuarios.

Para este propósito nos hemos basado en la **Tabla 5.** que presenta el M.T.O.P (Ministerio de Transporte de Obras Públicas) para determinar el radio mínimo de curvatura de acuerdo a la clase de vía que se tenga, en este caso tenemos una vía de Clase III y se utilizó los valores recomendados en terreno montañoso que es el caso del paso de la quebrada Quillán.

NORMAS	CLASE III					
	300 - 1.000 T.P.D.A.					
	RECOMENDABLE			ABSOLUTA		
	LL	O	M	LL	O	M
Velocidades de diseño (K.P.H.)	90	80	60	80	60	40
Radio mínimo de curvas horizontales	275	110	70	210	110	42

Tabla 6. RADIO MÍNIMO DE CURVATURAS PARA UNA VÍA DE CLASE III.

Fuente: Normas de Diseño Geométrico de Carreteras – 2012, M.T.O.P.

En base a los valores de la *Tabla 6*. calculamos el radio mínimo de curvatura, utilizando la fórmula:

$$R_{MÍN} = \frac{V^2}{127(e + f)}$$

Donde:

$R_{MÍN}$ = Radio mínimo de curvatura horizontal.

V = Velocidad de diseño.

e = Peralte de la curva.

f = Coeficiente de fricción transversal.

Para el peralte (e) se utilizó el valor mínimo del 2 % y para el coeficiente de fricción (f) se utilizó la relación:

$$f = 0,19 - 0,0000626 \times V$$

Entonces tenemos que el peralte $e = 0,08$ y el coeficiente de fricción será:

$$f = 0,19 - 0,0000626(40)$$

$$f = 0,1874 \cong 0,19$$

Entonces el radio mínimo de curvatura será:

$$R_{MÍN} = \frac{V^2}{127(e + f)}$$

$$R_{MÍN} = \frac{(40)^2}{127(0,02 + 0,19)} = 59,99 \text{ m} \cong 60 \text{ m}$$

El radio de curvatura en el paso de la quebrada Quillán es de 60 m que no cumple con el radio mínimo de curvatura recomendados según las Normas de Diseño Geométrico de Carreteras – 2012, M.T.O.P, además de esto cabe recalcar que tampoco posee su sobreechanco respectivo.

Perfil Longitudinal. - En este parámetro se evaluó la *curva vertical convexa* al ingreso de la quebrada Quillán, para determinar si la misma cumple con los requisitos de las normativas vigentes en la actualidad.

Para lo cual se utilizó como referencia los valores de las Normas de Diseño Geométrico de Carreteras – 2012, M.T.O.P. que se presentan en la siguiente tabla:

NORMAS	CLASE III					
	300 - 1.000 T.P.D.A.					
	RECOMENDABLE			ABSOLUTA		
	LL	O	M	LL	O	M
Curvas verticales convexas (m)	43	28	12	28	12	4

Tabla 7. VALORES RECOMENDADOS PARA CURVAS VERTICALES CONVEXAS.

Fuente: Normas de Diseño Geométrico de Carreteras – 2012, M.T.O.P.

Entonces calculamos la longitud mínima de la *curva vertical convexa* evaluada, con la ayuda de la fórmula:

$$L_{vc_{MÍN}} = 0,60 \times V$$

Donde:

$L_{vc_{MÍN}}$ = Longitud mínima de una curva vertical.

V = Velocidad de diseño.

Aplicando la fórmula tenemos que:

$$Lvc_{MÍN} = 0,60 \times (40)$$

$$Lvc_{MÍN} = 24 \text{ m}$$

Donde se puede apreciar que la longitud mínima en la curva vertical es de 24 m, pero la recomendable en base a la *Tabla 7*. es de 12 m, según las Normas de Diseño Geométrico de Carreteras – 2012, M.T.O.P.

Perfil Transversal. - En lo que se refiere al perfil transversal la evaluación se enfocó principalmente en evaluar y constatar si el tramo de vía cuenta con las respectivas pendientes transversales como el peralte y el bombeo; pero lamentablemente gracias a la inspección visual se apreció que la vía no cuenta con ninguna de las pendientes lo que provoca daños graves en la vía debido al acumulación de las aguas lluvias.



Ilustración 12. ACUMULACIÓN DE AGUA EN LA CURVA HORIZONTAL.

Fuente: Avellaneda Carina – Samaniego José. 28 de noviembre 2015.



Ilustración 13. PRESENCIA DE AGUA EN LA VÍA, PROVOCANDO BACHES.

Fuente: Avellaneda Carina – Samaniego José. 28 de noviembre 2015.

1.4.7.3. VISIBILIDAD.

Gracias a la inspección visual y al Levantamiento Fotográfico (*Anexo 1d*), presentado en este informe; se pudo apreciar que en la alineación curva del paso por la quebrada Quillán la visibilidad a la hora de tomar la curva es mínima; lo que puede ocasionar inconvenientes en los usuarios.



Ilustración 14. VISIBILIDAD REDUCIDA AL MOMENTO DE GIRAR.

Fuente: Avellaneda Carina – Samaniego José. 28 de noviembre 2015.

1.4.7.4. SUPERFICIE DE RODAMIENTO.

En este caso la superficie de rodadura es el elemento evaluado que presenta el mayor número de inconvenientes tanto estructurales como funcionales debido a las siguientes causas:

- Debido a la falta de pendientes transversales y a sistemas de drenaje la superficie de rodadura presenta un alto volumen de agua, proveniente de la lluvia y al flujo de agua constante que atraviesa el paso en la quebrada Quillán; esto provoca múltiples fallas estructurales como baches de diferentes tamaños, así como fallas funcionales en la vía como el cierre temporal de la misma.



Ilustración 15. PRESENCIA DE AGUA EN LA SUPERFICIE DE RODADURA.

Fuente: Avellaneda Carina – Samaniego José. 28 de noviembre 2015.

- A causa de las precipitaciones en la zona los taludes se encuentran inestables lo que ha ocasionado que el material proveniente del talud se desprenda e invada la superficie de rodadura, provocando daño en la misma y en ocasiones el cierre temporal de la vía, hasta su respectivo mantenimiento.



Ilustración 16. MATERIAL PROVENIENTE DEL TALUD EN LA SUPERFICIE DE RODAMIENTO.

Fuente: Avellaneda Carina – Samaniego José. 28 de noviembre 2015.

- El material que lo compone ha cumplido con su vida útil y se encuentra en mal estado.



Ilustración 17. MAL ESTADO DE LA VÍA.

Fuente: Avellaneda Carina – Samaniego José. 28 de noviembre 2015.

1.4.7.5. SISTEMA DE DRENAJE.

Lamentablemente en el sitio inspeccionado la vía no cuenta con ningún tipo de sistema de drenaje lo que provoca múltiples fallas estructurales y funcionales en la misma, como baches de diferentes tamaños y pérdida de la superficie de rodadura, todo esto ocasionado por la inexistencia de un sistema que evacue las aguas lluvias y el flujo de agua constante en la quebrada; por lo que es de suma urgencia pensar en un rediseño de este tramo de vía.



Ilustración 18. FALLAS OCASIONADAS POR LA INEXISTENCIA DE SISTEMAS DE DRENAJE.

Fuente: Avellaneda Carina – Samaniego José. 28 de noviembre 2015.

1.4.7.6. TALUDES.

Debido a que la zona es alta en precipitaciones y a que el material con el que están compuestos los taludes es bastante suelto, se han provocado deslizamientos en los márgenes de los taludes; a causa de este material en la superficie de rodamiento la vía a tenido que ser interrumpida en algunas ocasiones, generando malestar en los usuarios que se movilizan diariamente por la misma.



Ilustración 19. Inestabilidad en taludes.

Fuente: Avellaneda Carina – Samaniego José. 28 de noviembre 2015.

1.4.7.7. SEÑALIZACIÓN.

En el tramo de vía analizado se pudo evidenciar que no existe ninguna clase de señalización, que informe, alerte o prevenga a los usuarios de las características y de los peligros que presenta la vía.



Ilustración 20. FALTA DE SEÑALIZACIÓN.

Fuente: Avellaneda Carina – Samaniego José. 28 de noviembre 2015.

1.4.7. CONCLUSIONES.

- Una vez realizada la evaluación del análisis de tráfico se constató que en la actualidad los vehículos tipo pesado, como buses (BUS) y camiones (SU) presentan dificultad al momento de realizar las maniobras de giro en el paso de la quebrada Quillán, debido a que la curva no cuenta con una geometría adecuada y carece de su respectivo sobre ancho.

- Luego de evaluar y analizar cada uno de los componentes de la geometría del paso en la quebrada Quillán, llegamos a la conclusión de que la curva horizontal y la longitud de la curva convexa al ingreso, no cumplen con los valores establecidos en las Normas de Diseño Geométrico de Carreteras – 2012, M.T.O.P.; así como tampoco, se cuenta con las pendientes transversales obligatorias como el peralte y el bombeo; por lo que es de suma importancia pensar en un nuevo rediseño de este tramo de vía o en una estructura de movilidad como un puente.
- Una vía debe garantizar la seguridad a sus conductores y usuarios, brindando una visibilidad y una información (señalización vertical y horizontal) constante en todo momento, parámetros que no cumple el paso sobre la quebrada Quillán, siendo este otro punto a favor para pensar en un rediseño urgente de esta vía, mismo que garantice seguridad y comodidad a sus usuarios.
- La superficie de rodamiento en el tramo de vía inspeccionado y evaluado, no brinda a sus usuarios la comodidad de circulación que requiere una vía que enlace comunidades dedicadas a la actividad agrícola, que es la principal fuente de ingresos económicos de los habitantes de la zona; debido principalmente a que no cuenta con ningún tipo de sistema de drenaje para evacuar las aguas procedentes de precipitaciones y al flujo de agua constante que se escurre por la zona; esto se agrava con el deslizamiento del material inestable de los taludes, lo que ocasiona fallas estructurales como baches de diferentes tamaños y funcionales como el cierre temporal de la vía, causando molestia y pérdidas económicas en los usuarios que circulan y transportan sus productos diariamente por esta vía.
- Trazados con curvas muy cerradas y pendientes elevadas limitan la velocidad, aumentan el tiempo de viaje, elevan el desgaste y el consumo de los vehículos, provocan más accidentes y averías y obligan a que la vía permanezca cerrada durante prolongados y frecuentes períodos.

- Tomando en cuenta cada uno de los aspectos inspeccionados y evaluados en el presente informe, concluimos que la solución más factible es realizar un rediseño de la vía así como el diseño y la futura construcción de un puente que siendo una estructura de movilidad solucionara los problemas que presenta en la actualidad este tramo de la vía, partiendo desde el punto de vista que en un principio un puente puede presentar costos de construcción elevados, pero generará ahorros en los costos de operación y mantenimiento que a la larga terminan siendo más significativos, que los altos costos de transporte en nuestro medio que le restan competitividad a los productos de la zona.

1.4.8. RECOMENDACIONES.

- Una curva horizontal debe cumplir con los valores mínimos señalados en las normas vigentes establecidas para cada clase de carretera, con el fin de brindar la comodidad que requiere cada tipo de vehículo para realizar sus respectivas maniobras de giro; así como también debe contar con su respectivo sobreancho para compensar el mayor espacio requerido por los vehículos al momento del giro.
- Una vía en su perfil transversal debe contar con elementos que le permitan contrarrestar parcialmente la acción de la fuerza centrífuga que produce el vuelco en el vehículo como el peralte y la inclinación que se da a ambos lados de la vía, para drenar la superficie del mismo que es el peralte.
- La visibilidad en una vía es un parámetro relevante para ofrecer seguridad vial a sus conductores, por lo que es de suma importancia que las curvas horizontales y verticales (cóncavas y convexas) cumplan con sus longitudes mínimas de diseño; como tampoco es recomendable que existan elementos que reduzcan visibilidad como la maleza observada en el tramo del paso en la quebrada Quillán.

- La superficie de rodamiento está destinada para brindar una circulación segura y cómoda a sus usuarios, para ello debe encontrarse en buenas condiciones sin elementos que obstruyan su circulación y contar con un sistema de drenaje compuesto por zanjas de coronación (taludes), cunetas (superficie de rodamiento) pasos de alcantarilla (drenaje transversal) y subdrenes (drenaje subterráneo), para evacuar las aguas lluvias y el flujo de agua constante como en este caso.
- Es de suma importancia en que en una vía se tenga en cuenta la estabilidad de taludes para que no existan desprendimientos de material proveniente de los taludes, debido a que esto afecta a la estructura de la superficie de rodamiento, causando fallas estructurales y el cierre momentáneo de la vía.
- Toda carretera debe contar con una señalización clara y visible, para mantener informado al conductor del vehículo acerca de las características de la vía y del entorno por la que circula en todo momento, con el fin de evitar accidentes de tránsito y brindar seguridad a los usuarios que transitan por la misma.

1.5 OBJETIVOS.

1.5.1 OBJETIVO GENERAL.

Realizar el estudio y diseño del puente sobre la quebrada Quillán, en la parroquia de Químiag, cantón Riobamba, provincia de Chimborazo, basado en cada uno de los parámetros establecidos por las normas vigentes para este tipo de proyectos, con el propósito de proporcionar al Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquial Rural Santiago de Químiag un proyecto que pueda ser ejecutado a futuro.

1.5.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.

- Obtener la información técnica, acerca de la zona de influencia para tener una idea clara del proyecto a realizar.
- Establecer la alternativa de cruce considerando parámetros de costo de obra en menor luz, tipo de estructuras, seguridad, afectaciones socio ambientales mínimas entre otros, siempre y cuando se lo justifique técnicamente.
- Concluido el presente estudio, entregar una copia al Gobierno Autónomo descentralizado Parroquial Rural Santiago de Químiag para que haga uso del mismo.

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO.

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN.

La Quebrada Quillán está ubicada en una zona de características topográficas de afloramientos rocosos que fluctúan a los 3.472 m.s.n.m. encontrándose los sectores de mayor altitud al nor-oeste, y los más bajos al este del mismo. La parroquia Químiag, en donde se encuentra ubicada la quebrada Quillán, presenta un clima ecuatorial de alta montaña, la temperatura disminuye con la altitud, mientras que aumentan las precipitaciones, al menos hasta un cierto nivel altimétrico. La montaña, en este sentido altera las características de la zona climática en la que se sitúa.

Por este motivo no se pueden establecer unos rasgos con validez universal que lo definan, aunque sus variedades climáticas son fácilmente reconocibles como el clima alpino. Presenta unas temperaturas invernales negativas y unas estivales positivas, aunque la temperatura media anual se establece en torno a los 0 °C, la oscilación térmica es inferior a los 20 °C y las precipitaciones, más abundantes en verano que en invierno, superan los 1.000 mm anuales. Este clima de alta montaña es el que predomina en la cordillera andina.

Está localizada en una depresión al pie de las faldas septentrionales de los cerros Pucazo y Releche, a 3.472 m.s.n.m., por su condición geográfica, se determinó que existen zonas pobladas y de producción en todos los niveles del suelo, y que conforme nos acercamos a la parte más alta, más difícil es el acceso por las condiciones de las vías de conexión por lo que la necesidad más sentida de las poblaciones es contar con una red vial que posibilite la mejor comercialización de sus productos.

2.2. CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL TERRITORIO.

Como punto de partida para el estudio y diseño del puente sobre la Quebrada Quillán, se requiere reconocer el comportamiento actual y esperado de la población asentada en la zona del proyecto. Las bases fundamentales de estudio, han sido la información obtenida por el Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial (P.D.O.T.) de la parroquia Químiag vigente para los años 2012 – 2021 y las observaciones de campo. En la *Tabla 2* se presentan las características generales de la parroquia Santiago de Químiag.

En la parroquia de Químiag la población reconoce cuatro sectores principales, el sector norte, sur, parte baja y centro, en su conjunto están conformados por 31 asentamientos humanos, entre cooperativas, barrios y comunidades, existen también asociaciones de productores y haciendas.

CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL TERRITORIO	
Población:¹	4.873
Población:²	5.257
Extensión³	13.949,67 Hectáreas.
Limite político administrativo:	Norte: Cantón Penipe. Sur: Cantón Chambo. Este: Cantón Guamboya (Prov. Morona Santiago), Parque Nacional Sangay. Oeste: Parroquia Cubijíes.
Rango altitudinal:	2.400 m.s.n.m. – 5.319 m.s.n.m.
Clima	Ecuatorial de alta montaña. Mesotérmico semi – húmedo. Mesotérmico seco. Nival.- 15 °C hasta 22 °C

Tabla 8. CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL TERRITORIO.

Fuente: Plan de Ordenamiento Territorial – Parroquia Químiag 2012-2021.

¹ Dato censo Parroquial.

² Dato censo I.N.E.C.

³ Cartografía base I.N.E.C., I.G.M.

En el sector norte de la parroquia existe un sector conocido como Chiniloma, el mismo que presenta un conflicto de pertenencia con el cantón Chambo y la parroquia de Químiag, de la misma manera en el sector norte en la zona del nevado Altar, existen haciendas que están dentro del límite territorial de la parroquia de Químiag, pero que sus propietarios realizan sus diligencias en el cantón Penipe en la parroquia de la Candelaria por tener una mayor cercanía a los mismos.

2.2.1. ASENTAMIENTOS HUMANOS.

SECTOR	ASENTAMIENTO HUMANO	POBLACIÓN	SUPERFICIE (Ha).
Norte	Comunidad Puelazo	264	345,19
	Comunidad Chañag San Miguel	206	205,70
	Comunidad Chilcal Pucará	163	1.219,08
	Comunidad Laguna San Martín	183	89,87
	Comunidad Palacio San Francisco	290	296,25
	Comunidad San Pedro de Iguazo	130	176,45
	Comunidad Santa Ana de Saguán	250	543,86
	Comunidad Verdepamba	169	314,91
Centro	Barrio Cachipata	105	101,69
	Barrio Cuncún	79	89,69
	Barrio El Batán	41	95,42
	Barrio Guabulag Alto	63	89,71
	Barrio Guabulag La Joya	164	34,05
	Barrio Guabulag San Antonio	67	17,52
	Barrio Loma de Quito	97	40,55
	Barrio San José de Llulluchi	124	81,40
	Centro Parroquial	175	11,66
	Cooperativa El Toldo	103	938,07
Sur	Barrio Guzo Libre	132	43,75
	Comunidad Balcashi	512	987,70
	Comunidad El Cortijo	68	170,10
	Comunidad Guntuz	410	428,00
	Comunidad Guzo	77	105,23

	Comunidad Puculpala	345	816,73
Bajo	Barrio El Paraíso	42	85,13
	Comunidad Guazazo	121	170,22
	Comunidad Sizate	56	80,61
	Comunidad Tumba San Francisco	164	112,61
	Comunidad Río Blanco	109	775,24
	Cooperativa Rumipamba	63	19,03
	Comunidad Bayo	101	125,8
Haciendas	Haciendas	-----	2.657,97
Aso.Zoila Martínez	Aso. Zoila Martínez	-----	2.680,48
TOTAL		4,873	13.949,67
DENSIDAD POBLACIONAL	37,70 Habitantes/Km²		

Tabla 9. ASENTAMIENTOS HUMANOS QUE CONFORMAN LA PARROQUIA.

Fuente: Plan de Ordenamiento Territorial – Parroquia Químiag 2012-2021.

2.2.2. POBLACIÓN TOTAL DE LA PARROQUIA.

GRUPOS DE EDAD	HOMBRES		MUJERES		TOTAL
	NÚMERO	PORCENTAJE (%)	NÚMERO	PORCENTAJE (%)	
MENORES DE 1 AÑO	36	51	25	49	61
1 Y 9 AÑOS	355	48	384	52	739
10 Y 14 AÑOS	265	62,5	229	37,5	494
15 Y 29 AÑOS	656	49,21	677	50,79	1.333
30 Y 49 AÑOS	467	46,42	539	53,58	1.006
50 Y 64 AÑOS	333	49,6	325	50,4	658
MÁS DE 65 AÑOS	288	49,5	294	50,5	582
TOTAL	2.400	49,1	2.473	50,9	4.873

Tabla 10. POBLACIÓN TOTAL DE LA PARROQUIA.

Elaborado por: Equipo Técnico del Gobierno Parroquial de Químiag y presidentes de los poblados.

Fuente: Entrevistas con cabildos de las comunidades, recorridos de campo.

Como se observa en el *Tabla 4*, el número de pobladores hombres en la parroquia es de 2.400, que representa un 49,10 % del total de la población. De la misma forma la población de mujeres con un número de 2.473, representa el 50,90 % siendo este género el mayoritario en la parroquia. El rango de edad entre 15 y 29 años es el más numeroso con 1.333 pobladores.

2.2.3. CARACTERÍSTICAS AMBIENTALES.

FISIOGRAFÍA Y SUELOS.

Según los datos obtenidos en el Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca (M.A.G.A.P.) tenemos los siguientes tipos de Climas, Suelos y Zonas de Vida.

CLIMAS.

- **Ecuatorial de alta montaña.** - En las montañas la temperatura disminuye con la altitud, mientras que aumentan las precipitaciones, al menos hasta un cierto nivel altimétrico. La montaña, en este sentido, altera las características de la zona climática en la que se sitúa. Por este motivo, no se pueden establecer unos rasgos con validez universal que lo definan, aunque sus variedades climáticas son fácilmente reconocibles, como el clima alpino.

Presenta unas temperaturas invernales negativas y unas estivales positivas, aunque la temperatura media anual se establece en torno a los 0 °C; la oscilación térmica es inferior a los 20 °C y las precipitaciones, más abundantes en verano que en invierno, superan los 1.000 mm. anuales. Este clima de alta montaña es el que predomina en la cordillera andina. (Thornthwaite, C. W.).

- **Clima mesotérmico semi - húmedo.** - Otro clima del Ecuador y que tiene influencia en la Parroquia de Químiag, es el mesotérmico semi - húmedo. La precipitación anual es de 500 a 2.000 mm., tiene dos estaciones lluviosas que oscilan entre febrero - mayo y octubre - noviembre.

- Es el clima que más se encuentra en los valles de la Sierra, exceptuando los valles calientes como Guayllabamba y los que están sobre los 3.200 m. de altura. La temperatura media oscila entre 12 y 20° C. La vegetación original de esta zona ha ido modificándose desde la llegada de los españoles, ya que es el sector donde se asientan las principales ciudades hoy en día.
- **Clima mesotérmico seco.** - El clima mesotérmico seco se presenta en el fondo de los valles de callejón interandino. Las temperaturas y la vegetación son las mismas que las del clima anterior. Las precipitaciones son inferiores a los 500 mm. anuales.
- **Clima nival.** - Temperatura media anual – 15 °C, en invierno, - 26 °C y en verano, 3 °C. Los inviernos son largos y fríos y los veranos cortos y frescos. Las precipitaciones son cercanas a 400 mm. que caen en forma de nieve, presentando fuertes vientos.

SUELOS.

- **Afloramientos rocosos.** - En la parroquia encontramos afloramientos rocosos, estas son áreas en las cuales la superficie del terreno está constituida por capas de rocas expuestas, sin desarrollo de vegetación, generalmente dispuestas en laderas abruptas, formando escarpes y acantilados; así como zonas de rocas desnudas relacionadas con la actividad volcánica o glacial. Asociados con los afloramientos rocosos se pueden encontrar depósitos de sedimentos finos y gruesos, de bloques o de cenizas. (Uriel Gonzalo Murcia García, 2009).

HIDROLOGÍA.

Según el M.A.G.A.P. y el inventario de Recursos Hídricos de la provincia de Chimborazo, estos son los principales ríos y quebradas de la parroquia de Químiag.

- **Ríos.** - Río Blanco, Río Taullín, Río Chambo, Río Collanes, Río Tiacu Chiquito, Río Chiniloma.
- **Quebradas.** - Quebrada Quillán, Quebrada Itasana Grande, Quebrada Itasana Chico, Quebrada Guso, Quebrada Guayllacaguan, Quebrada Iguishcaguan, Quebrada Lirio, Quebrada La Tranca, Quebrada Balcashi, Quebrada Puchucal, Quebrada Rumishili, Quebrada Camellon, Quebrada Batan, Quebrada Pacchi, Quebrada Lan Lan, Quebrada Menestiacu, Quebrada Chiquimus, Quebrada Paduazo, Quebrada Collanes.

2.2.4. ACTIVIDADES ECONÓMICAS.

La población de Químiag en su gran mayoría se dedica a la agricultura, ganadería, dejando en segundo plano a la construcción, el comercio y las actividades artesanales. Éstas son las principales actividades económicas de la parroquia.

La *Tabla 5.* muestra las principales fuentes de ingresos de los pobladores de la parroquia de Químiag donde podemos apreciar que la mayoría de la población se dedica a la actividad agropecuaria.

Nº	Poblado/ Asentamiento Humano	Actividad agropecuaria	Actividades de construcción	Actividades relacionadas con el comercio	Actividades artesanales	Empleados en el sector público	Empleados en el sector privado	Total de la población económicamente activa
1	Barrio Cachipata	51	6	3	2	3	8	72
2	Barrio Cuncún	32	4	2	1	2	5	46
3	Barrio El Batán	22	3	1	1	1	3	31
4	Barrio El Paraíso	20	2	1	1	1	3	28
5	Barrio Guabulag Alto	30	4	2	1	2	4	42

6	Barrio Guabulag La Joya	81	10	5	3	4	12	115
7	Barrio Guabulag San Antonio	36	4	2	1	2	5	51
8	Barrio Guzo Libre	54	7	3	2	3	8	77
9	Barrio Loma de Quito	45	5	3	2	2	7	64
10	Barrio San José de Lulluchi	48	6	3	2	2	7	68
11	Centro Parroquial	73	9	5	2	4	11	103
12	Comunidad Balcashi	225	27	14	8	11	33	319
13	Comunidad Bayo	34	4	2	1	2	5	49
14	Comunidad Chañag San Miguel	82	10	5	3	4	12	116
15	Comunidad Chilcal Pucará	75	9	5	3	4	11	107
16	Comunidad El Cortijo	33	4	2	1	2	5	47
17	Comunidad Guazazo	49	6	3	2	2	7	69
18	Comunidad Guntuz	174	21	11	6	9	26	247
19	Comunidad Guzo	27	3	2	1	1	4	39
20	Comunidad Laguna San Martín	75	9	5	3	4	11	106
21	Comunidad Palacio San Francisco	115	14	7	4	6	17	164
22	Comunidad Puculpala	153	18	10	5	8	23	217
23	Comunidad Puelazo	118	14	8	4	6	18	167
24	Comunidad Río Blanco	48	6	3	2	2	7	68

25	Comunidad San Pedro de Iguazo	54	6	3	2	3	8	76
26	Comunidad Santa Ana de Saguán	108	13	7	4	6	16	154
27	Comunidad Sizate	23	3	1	1	1	3	33
28	Comunidad Tumba San Francisco	75	9	5	3	4	11	106
29	Comunidad Verdepamba	82	10	5	3	4	12	116
30	Cooperativa El Toldo	49	6	3	2	2	7	69
31	Cooperativa Rumipamba	22	3	1	1	1	3	31
TOTAL		2.113	255	132	77	108	312	2.997

Tabla 11. FUENTES DE INGRESOS FAMILIARES.

Fuente: Encuesta pedagógica en las instituciones de educación.

Elaborado por: Equipo técnico del Gobierno Parroquial de Químiag.

FUENTES DE INGRESOS FAMILIARES	NÚMERO	PORCENTAJE
Actividad agropecuaria	2.113	70,50 %
Actividades de construcción	255	8,50 %
Actividades relacionadas con el comercio	132	4,40 %
Actividades artesanales	77	2,60 %
Empleados en el sector público	108	3,60 %
Empleados en el sector privado	312	10,40 %
TOTAL	2.997	100 %

Tabla 12. POBLACIÓN ECONÓMICAMENTE ACTIVA POR SEGMENTO DE OCUPACIÓN.

Fuente: Encuesta pedagógica en las instituciones de educación.

Elaborado por: Equipo técnico del Gobierno Parroquial de Químiag.

En la *Tabla 6*. Observamos los segmentos de ocupación de la población económicamente activa, siendo la actividad agropecuaria el segmento de ocupación mayoritario con 2.113 personas representadas con el 70,50 % y el segmento minoritario de ocupación con 77 personas, quienes realizan la actividad artesanal que representa el 2,60 %.

Población económicamente activa por segmento de ocupación.

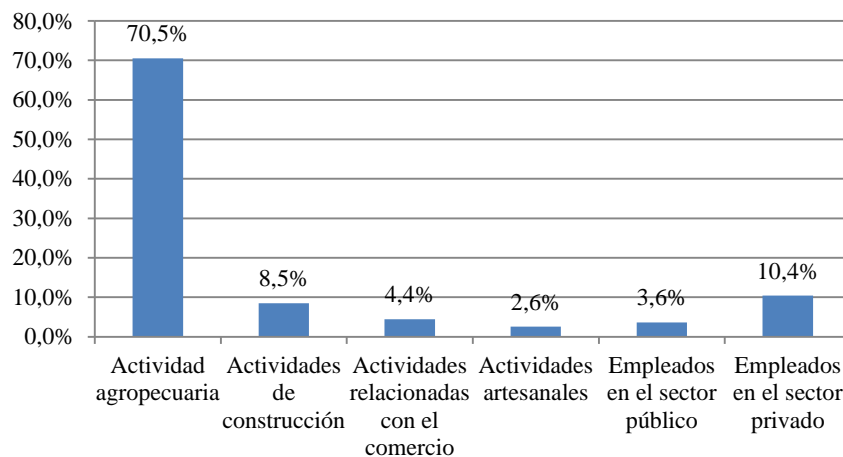


Gráfico 1. POBLACIÓN ECONÓMICAMENTE ACTIVA POR SEGMENTO DE OCUPACIÓN.

Elaborado por: Equipo técnico del Gobierno Parroquial de Químiag.

Fuente: Plan de Ordenamiento Territorial – Parroquia Químiag 2012-2021.

2.2.5. SERVICIOS DE EDUCACIÓN.

Nº	Poblado/Asentamiento humano	Nombre de la institución	Tipo de institución				Nivel de formación ofertado				Jornada			Idioma	
			Fiscal	Fiscocomisional	Municipal	Privada	Pre-escolar	Primaria	Ciclo básico	Bachillerato	Matutina	Vespertina	Nocturna	Hispana	Bilingüe
1	Barrio Guabulag San Antonio	Instituto Tecnológico Agropecuario Puruhá	x					x	x	x	x				x
2	Centro Parroquial	Escuela Bernardo Castillo	x					x			x				x
		Colegio de Música Rodrigo Barreno Cobo	x						x	x	x				x
		Col. A Distancia de Chimborazo Ext. Químiag Mons. Leónidas Proaño	x						x	x	x	x			x
3	Comunidad Balcashi	Escuela Estados Unidos	x					x			x			x	
4	Comunidad Bayo	Escuela 12 de Octubre	x					x			x			x	
5	Comunidad Chañag San Miguel	Escuela Florencio López	x					x			x			x	
6	Comunidad Chilcal Pucará	Escuela Héroe Suarez	x					x			x			x	
7	Comunidad Guazazo	Escuela Amazonas	x					x			x			x	
8	Comunidad Guntuz	Escuela Dr. Augusto Velasco	x					x			x			x	
9	Comunidad Guzo	Escuela Guayas	x					x			x			x	
10	Comunidad Laguna San Martín	Escuela Chañag Piñañau	x					x			x			x	
11	Comunidad Palacio San Francisco	Escuela Ricardo Dávalos	x					x	x		x			x	
12	Comunidad Puculpala	Escuela Carlos Alberto Pino Andino	x					x	x		x			x	
13	Comunidad Puelazo	Escuela Carlos Vallejo	x					x	x		x			x	
14	Comunidad Río Blanco	Escuela Benjamín Chiriboga	x						x		x			x	
15	Comunidad San Pedro de Iguazo	Escuela José Alvear	x					x	x		x			x	
16	Comunidad Santa Ana de Saguán	Escuela Galo Fonseca	x					x	x		x			x	
17	Comunidad Tumba San Francisco	Escuela Francisco de Orellana	x						x		x			x	
18	Comunidad Verdepamba	Escuela Cabo Marcelo Suarez	x						x		x			x	
19	Cooperativa El Toldo	Escuela 3 de Noviembre	x						x		x			x	

Tabla 13. DISPONIBILIDAD DE INSTITUCIONES DE EDUCACIÓN EN LAS COMUNIDADES DE LA PARROQUIA.

Fuente: Entrevistas en las Instituciones Educativas (2011).

En la *Tabla 7*. observamos la disponibilidad de instituciones de educación, las mismas que se encuentran distribuidas en 19 asentamientos humanos, en total suman 21 instituciones educativas de las cuales todas son fiscales.

La oferta académica es pre-escolar, primaria, ciclo básico y bachillerato con jornada matutina y vespertina, en cuanto al idioma en las instituciones, 16 son hispanas y 5 bilingües. La oferta académica es pre-escolar, primaria, ciclo básico y bachillerato con jornada matutina y vespertina, en cuanto al idioma en las instituciones, 16 son hispanas y 5 bilingües.

2.2.6. SERVICIOS DE SALUD.

Asentamiento humano	Nombre de la institución	Forma de administración						Tipo de institución							
		Pública MSP	IESS	Privado	ONG	GAD Municipal	GAD Provincial	Sub centro de	Centro de salud	Hospital público	Dispensario	Consultorio	Unidad móvil	Clínica	Hospital privado
Centro Parroquial	Sub Centro de Salud Químiag	x						x							
Comunidad Guzo	Dispensario Médico del Seguro Social Campesino Guzo de Químiag		x								x				

Tabla 14. DISPONIBILIDAD DE SERVICIOS DE SALUD EN LAS COMUNIDADES DE LA PARROQUIA.

Fuente: Entrevistas en las instituciones que prestan servicios de salud (2011).

Elaborado por: Equipo técnico del Gobierno Parroquial de Químiag.

Como se puede observar en la *Tabla 8*. las comunidades de la parroquia disponen de un Sub Centro de Salud en el centro parroquial y un Dispensario Médico del Seguro Social Campesino ubicado en la comunidad de Guzo.

2.3. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.

2.4.1 DEFINICIÓN.

Un puente es una estructura destinada a salvar obstáculos naturales, como ríos, valles, lagos o brazos de mar; y obstáculos artificiales, como vías férreas o carreteras, con el fin de unir caminos de viajeros, animales y mercancías.

La infraestructura de un puente está formada por los estribos o pilares extremos, las pilas o apoyos centrales y los cimientos, que forman la base de ambos. La superestructura consiste en el tablero o parte que soporta directamente las cargas y las armaduras, constituidas por vigas, cables, o bóvedas y arcos que transmiten las cargas del tablero a las pilas y los estribos. Para designar su función se dirá: puente para carretera, puente para ferrocarril, puente móvil. La palabra viaducto se reserva para los puentes largos, con frecuencia de claros prolongados, y altura constante.

2.3.2 CLASIFICACIÓN.

Existe una variada clasificación de puentes, de acuerdo a diferentes parámetros, entre las más comunes se tiene las siguientes:

1. De acuerdo a la sección transversal:
 - Puentes – losa.
 - Vigas simples.
 - Vigas compuestas.

2. De acuerdo a la forma estructural:
 - Puentes isostáticos.
 - Puentes hiperestáticos.
 - Puentes porticados.
 - Puentes de arco.
 - Puentes constituidos por elementos reticulares.

3. De acuerdo al material:

- Puentes de madera.
- Puentes de mamposterías de ladrillo.
- Puentes de mampostería de piedra.
- Puentes de hormigón ciclópeo.
- Puentes de hormigón simple.
- Puentes de hormigón armado.
- Puentes de hormigón pre-esforzado.
- Puentes metálicos.

4. De acuerdo a su función:

- Puentes peatonales.
- Puentes para tránsito vehicular de carreteras.
- Puentes para ferrocarriles.
- Puentes para oleoductos.
- Puentes canal.
- Puentes basculantes.
- Puentes para servicios mixtos.

5. De acuerdo a la longitud de la obra de fábrica:

- Alcantarillas: longitudes menores que 10 m.
- Puentes menores: longitudes entre 10 y 20 m.
- Puentes medianos: longitudes entre 11 y 70 m.
- Puentes mayores: longitudes mayores que 70 m.

2.3.3 ELEMENTOS.

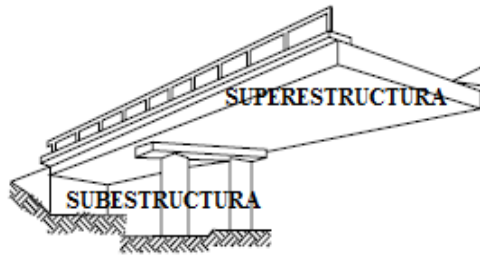


Ilustración 21. ELEMENTOS DE UN PUENTE.

Fuente: Gustavo Hidalgo (2000), Elementos de Puentes (E.S.P.E.).

Los elementos principales que se pueden distinguir en los puentes son los siguientes:

- **Superestructura:** Parte del puente que se construye sobre los apoyos como son la losa, las vigas, los diafragmas, etc. siendo los elementos estructurales que constituyen el tramo horizontal.
- **Subestructura:** Está conformada por los estribos, pilas centrales, siendo estos los que soportan al tramo horizontal.

2.3.4 SUPERESTRUCTURA.

Es la parte superior de un puente, que une y salva la distancia entre uno o más claros. La superestructura consiste en el tablero (losa) soporta directamente las cargas y las armaduras; la superestructura está formada por dos partes:

- Elementos Principales.
- Elementos Secundarios.

ELEMENTOS PRINCIPALES.

Son elementos que transmite las cargas vivas (tránsito) y muertas (peso propio de la superestructura) a los apoyos extremos e intermedios de la infraestructura (estribos y pilas). Los elementos principales de la superestructura son de acuerdo al tipo de puente.

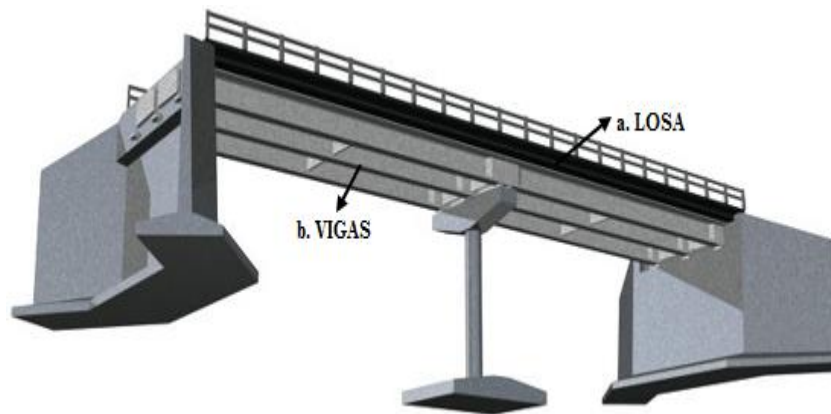


Ilustración 22. ELEMENTOS DE UN PUENTE.

Fuente: Gustavo Hidalgo (2000), Elementos de Puentes (E.S.P.E.).

Losa. - La estructura de éste tipo de puente, consiste en una plancha de concreto reforzado o pre esforzado, madera o metal, y sirve de tablero al mismo tiempo. Los puentes del tipo losan sólo alcanzan a salvar luces pequeñas, generalmente hasta 10 m., esto se debe a que el costo se incrementa para luces mayores y por el peso propio de la misma estructura.

Vigas. - Los puentes de vigas utilizan como elemento estructural vigas paralelas a la carretera, que soportan esfuerzos de componente vertical y transmiten las cargas recibidas a las pilas y estribos del puente sobre las vigas se dispone una losa de concreto reforzado que sirve de base a la calzada. Las vigas más simples están formadas por tablonces de madera, perfiles de acero laminado o secciones rectangulares de concreto reforzado.

ELEMENTOS SECUNDARIOS.

Son elementos complementarios de la superestructura siendo necesarios para la estabilidad de la estructura y posibilitan el tránsito por el puente.

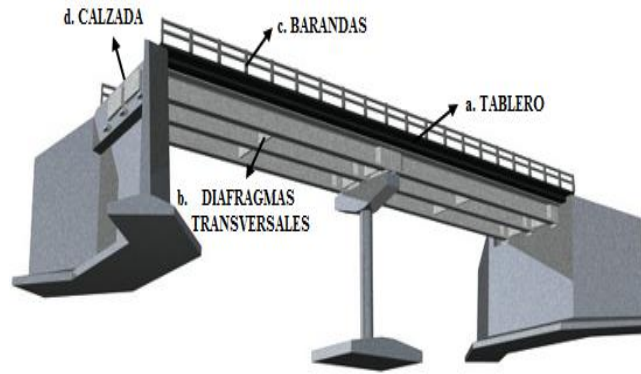


Ilustración 23. ELEMENTOS PRINCIPALES DE LA SUPERESTRUCTURA.

Fuente: Gustavo Hidalgo (2000), Elementos de Puentes (E.S.P.E.).

Tablero. - Es el tablero o losa del puente que soporta directamente el tráfico de vehículos o peatones. Cuando es de madera se le llama “tablero” y cuando es de concreto y metal se le llama “losa”. La losa o tablero proporciona la capacidad portante de carga del sistema de cubierta. La losa tablero forma parte de los elementos secundarios para puentes del tipo viga, colgantes, puentes modulares y cercha.

Diafragmas transversales. - Los diafragmas son considerados como elementos simplemente apoyados, que sirven como rigidizadores entre vigas, y que a su vez transmiten fuerzas a las vigas longitudinales a través del cortante vertical, el cual es transmitido por el 53 apoyo directo de la losa sobre la viga y por medio de varillas de acero que traspasan la viga longitudinal.

Barandas. - Son elementos de seguridad que se encuentran a los costados del puente, su función es la de canalizar el tránsito y eventualmente evitan la caída de vehículos y personas.

Calzadas. - La calzada o superficie de rodamiento proporciona el piso para el tránsito de los vehículos y se coloca sobre la cara superior de la losa estructural. En el caso de ser un puente tipo bóveda o súper span, la calzada va sobre el relleno de ésta estructura, si fuese un puente modular iría sobre los tablonés de madera o puede ser la misma madera la calzada. Generalmente la calzada es colocada después de colada la losa, aunque existen también calzadas coladas integralmente con la losa estructural.

2.3.5 SUBESTRUCTURA.

La subestructura consiste de todos los elementos requeridos para soportar la superestructura. Los componentes básicos de la subestructura son los siguientes:

- Aparatos de apoyo.
- Estribos.
- Pilas.
- Fundaciones.

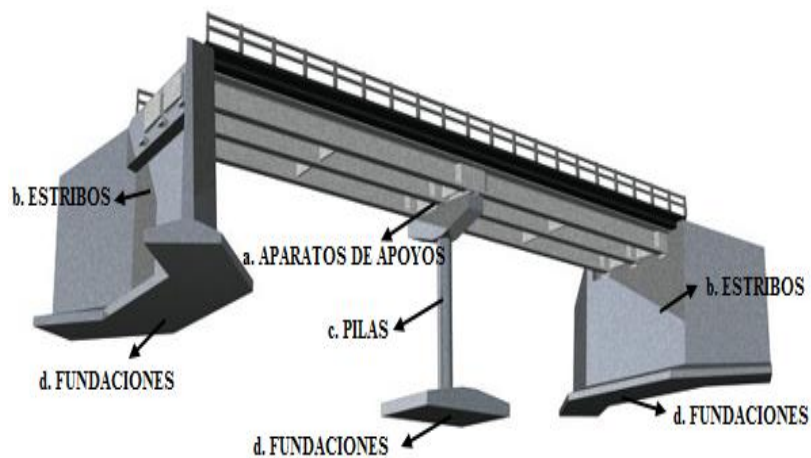


Ilustración 24. ELEMENTOS PRINCIPALES DE LA SUBESTRUCTURA.

Fuente: Gustavo Hidalgo (2000), Elementos de Puentes (E.S.P.E.).

APARATOS DE APOYO.

Son dispositivos mecánicos capaces de transmitir las cargas verticales y horizontales desde la superestructura a la subestructura. Las fuerzas o acciones a soportar por los apoyos dependen de los grados de restricción que estos posean, y a la vez determinan las sollicitaciones sobre los elementos de la subestructura a la cual se conectan.

De acuerdo al tipo de material del que están hechos, los apoyos pueden ser metálicos y elastoméricos. El uso de apoyos metálicos generalmente se limita a puentes con superestructura a base de estructura metálica, mientras que los apoyos elastoméricos, se usan independientemente en puentes con superestructuras de concreto o metálicas.

APARATOS DE APOYO ELASTOMÉRICOS.

Son los apoyos más simples de puentes, el apoyo consiste en un bloque generalmente rectangular o circular de elastómero. El apoyo trabaja como un material suave de transición entre la superestructura y la subestructura que permite movimientos en todas las direcciones por medio de desplazamientos y/o rotaciones elásticas. Este tipo de apoyo es muy usado en puentes de luces pequeñas.

El inconveniente de este tipo de apoyo es que tiende a abultarse originando desplazamientos y giros verticales excesivos. Sin embargo, reforzando en capas el elastómero con delgadas placas de acero, fibra de vidrio o algodón se disminuye este efecto.

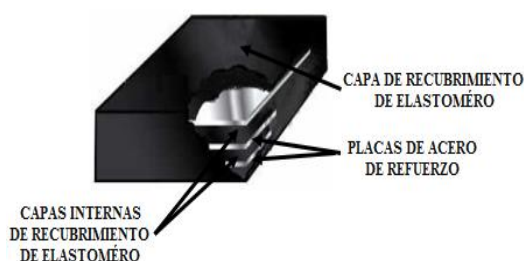


Ilustración 25. PARTES DE UN APOYO ELASTOMÉRICOS.

Fuente: Gustavo Hidalgo (2000), Elementos de Puentes (E.S.P.E.).

APARATOS DE APOYO METÁLICOS.

Estos apoyos son los más antiguos, el apoyo puede consistir en dos placas que se deslizan entre sí, o en un rodillo o esfera de acero sobre otra superficie plana o curva. Si la superficie es parte de una esfera, teóricamente se obtiene un punto de contacto. Si la superficie es un cilindro se obtiene una línea de contacto.

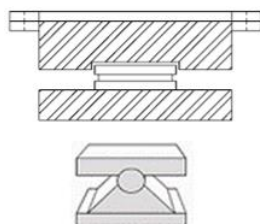


Ilustración 26. APOYO BASCULANTE CURVO ESFÉRICO FIJO.

Fuente: Gustavo Hidalgo (2000), Elementos de Puentes (E.S.P.E.).

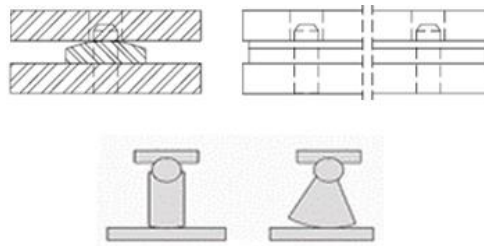


Ilustración 27. APOYO BASCULANTE CON ROTACIÓN EN UN EJE.
Fuente: Gustavo Hidalgo (2000), Elementos de Puentes (E.S.P.E.).

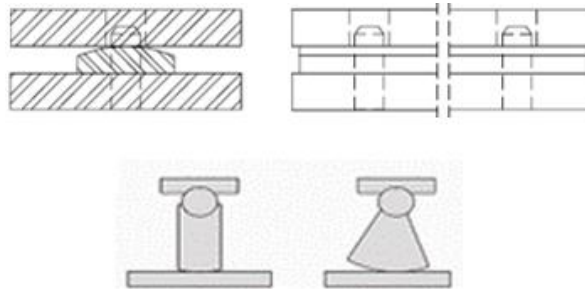


Ilustración 28. APOYO TIPO RODILLO.

Fuente: Gustavo Hidalgo (2000), Elementos de Puentes (E.S.P.E.).

ESTRIBOS.

Se conoce con el nombre de estribo a aquella parte de la subestructura de un puente situada en los extremos del mismo, tienen un doble propósito el de transferir las cargas de la superestructura y el de soportar el empuje del suelo.

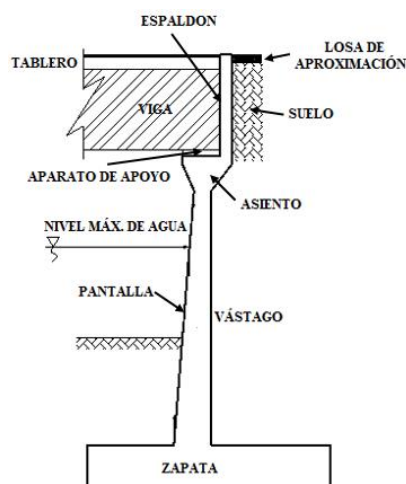


Ilustración 29. ESQUEMA DE UN ESTRIBO.

Fuente: Gustavo Hidalgo (2000), Elementos de Puentes (E.S.P.E.).

En las construcciones, por lo general se emplean los siguientes tipos de estribos:

ESTRIBOS CON ALEROS EN LÍNEA RECTA.

En general son muros de contención modificados para soportar la superestructura. Se usan con terraplenes de altura moderada; como se puede apreciar en la *Ilustración 12.*; consta de una pared plana paralela a la corriente del río o a la vía que cruza el puente.

Está compuesta de una sección principal sobre la cual se apoya el puente (llamado alma) y dos muros de ala (llamados aleros); las alas pueden ser construidas con mampostería o concreto.

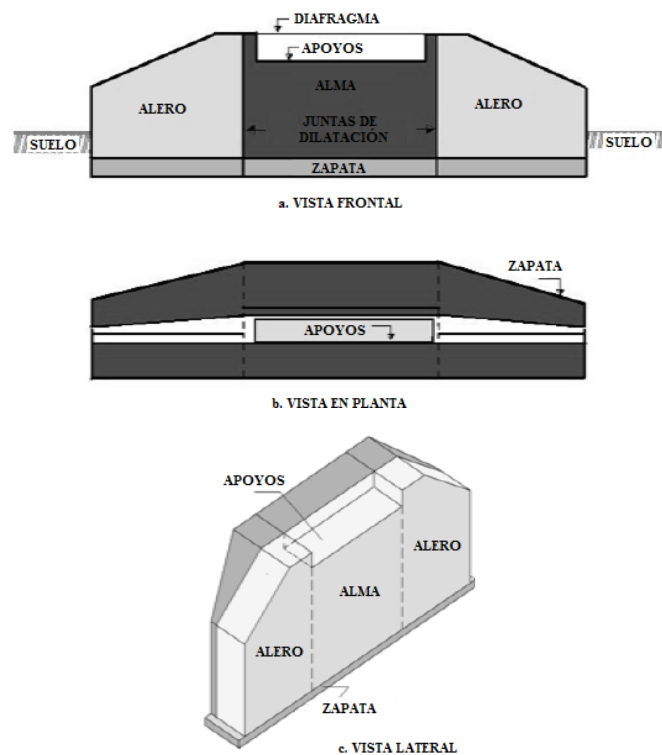


Ilustración 30. ESTRIBOS CON ALEROS EN LÍNEA RECTA.

Fuente: Gustavo Hidalgo (2000), Elementos de Puentes (E.S.P.E.).

ESTRIBOS CON ALEROS EN ÁNGULO (α).

Como su nombre lo dice las alas pueden ser colocadas formando ángulos con el cuerpo de apoyo conforme se indica en la *Ilustración 13*. El ángulo α generalmente está entre 30° y 45° , esto depende de la topografía del terreno.

Estas aletas sirven como contrafuertes de modo que la estructura es más resistente de lo que sería un muro de contención recto o en forma de “T”.

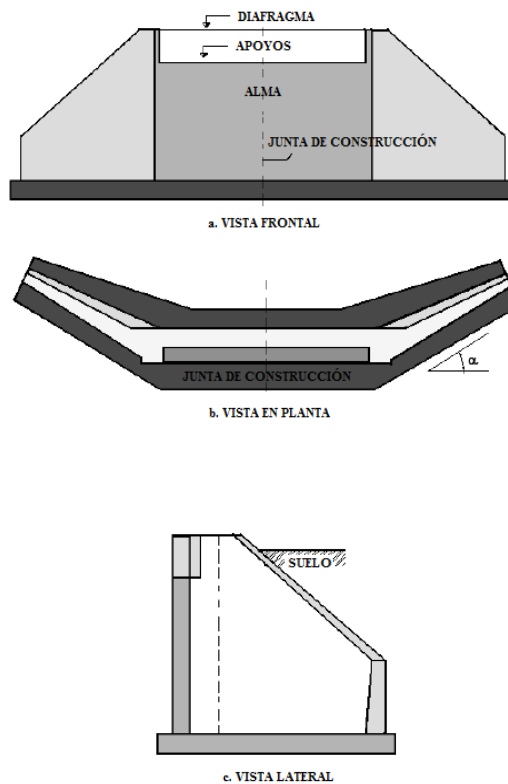


Ilustración 31. ESTRIBO CON ALEROS EN ÁNGULO (A).

Fuente: Gustavo Hidalgo (2000), Elementos de Puentes (E.S.P.E.).

ESTRIBOS EN FORMA DE “U”.

Las aletas que este tiene son perpendiculares a la cara frontal y sirven como eficaces contrafuertes si el puente no es muy ancho. Por tanto, es una estructura estable cuando se proyecta y cimienta adecuadamente.

Se denomina estribo en “U” cuando el ángulo α llega a ser de 90° . En estos muros es aconsejable una junta de dilatación central a causa del relleno del terraplén en el lado interior de la “U”. Si el estribo es muy ancho y no es suficiente una junta central, hay que tener cuidado de situar las juntas de modo que esta no destruya la acción mutua de contrafuerte que están beneficiosa. Por ejemplo, las juntas libres en las aletas, unidas con el frente y paralelas a él, obligan a trabajar a cada uno como un muro individual.

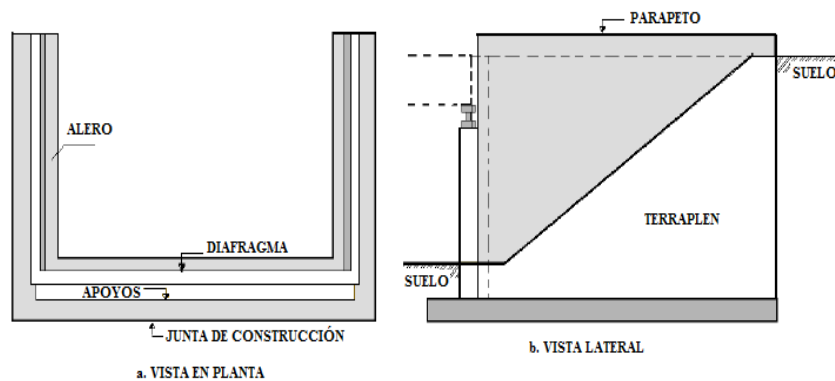


Ilustración 32. ESTRIBO EN FORMA DE “U”.

Fuente: Gustavo Hidalgo (2000), Elementos de Puentes (E.S.P.E.).

ESTRIBOS TIPO CAJÓN.

Desde el lado exterior, el estribo representado en la *Ilustración 15*. Puede parecer que tiene forma de “U”, a causa de las aletas. Sin embargo, es un cajón parcial colocado sobre el suelo. El estribo se puede usar bajo un puente de losa inferior o con armaduras.

Las dos pilastras son prácticamente pilas sobre zapatas cuadradas. El muro de contención detrás del apoyo se extiende hacia abajo como una cortina y se pueden utilizar para ayudar a repartir las cargas del puente. Puede suprimirse parte de este muro, pero es aconsejable que, para evitar huecos, estos estén rellenos con material pétreo o escombros. Las aletas son también muros cortina que pueden tener o no zapatas.

En la parte posterior hay un muro secundario con zapatas soportadas en terreno no perturbado cerca de la coronación del talud o bien se pueden colocar pilares como se muestra en la *Ilustración 15*. Un estribo cajón elimina el relleno que requieren pesados muros de contención como algunos casos anteriores, por lo tanto, este estribo permite reducir el peso propio del mismo y utilizarse en suelos malos o no estables. Se puede colocar un Estribo cajón oblicuo, el ángulo no debe ser demasiado agudo.

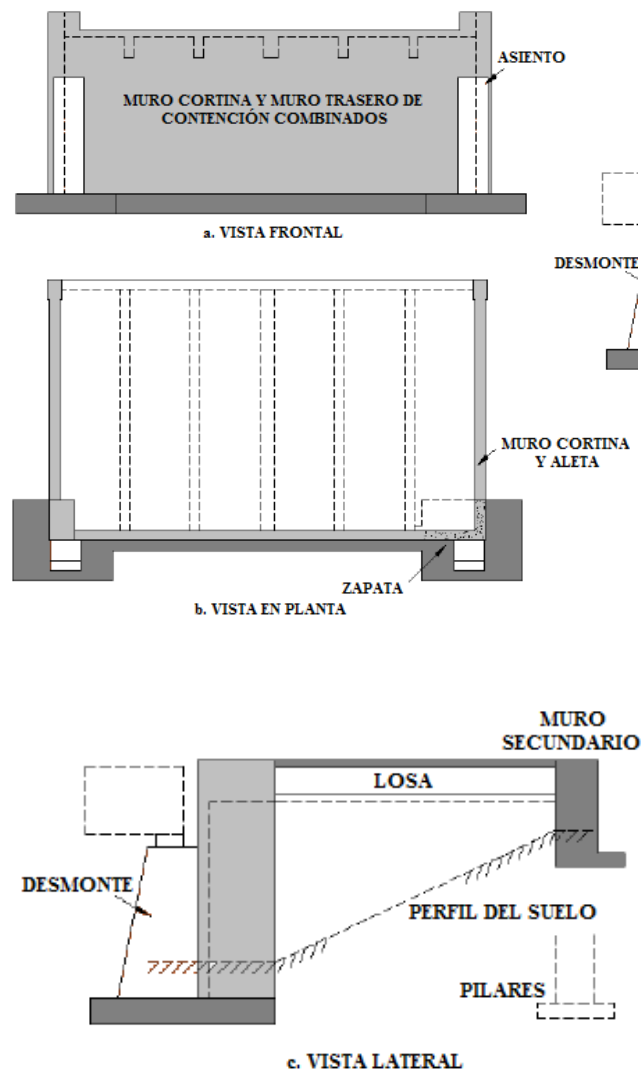


Ilustración 33. ESTRIBO TIPO CAJÓN.

Fuente: Gustavo Hidalgo (2000), Elementos de Puentes (E.S.P.E.).

ESTRIBOS CONTRAFUERTE.

Los contrafuertes son uniones entre la pantalla vertical del muro y la base. La pantalla de estos estribos resiste los empujes trabajando como losa continua apoyada en los contrafuertes, es decir, el refuerzo principal en el muro se coloca horizontalmente, son estribos de concreto armado, económicos para alturas mayores a 10 m.

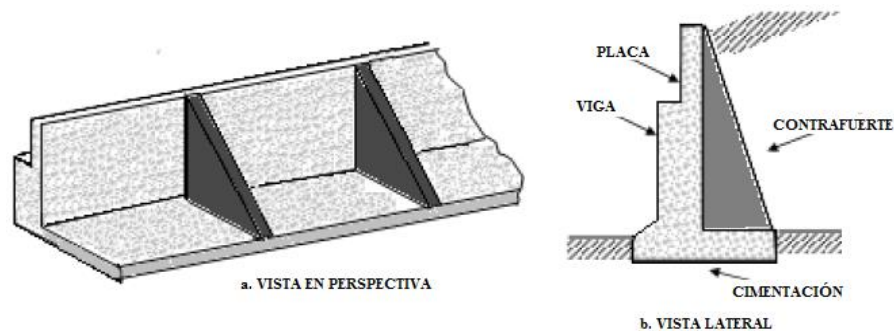
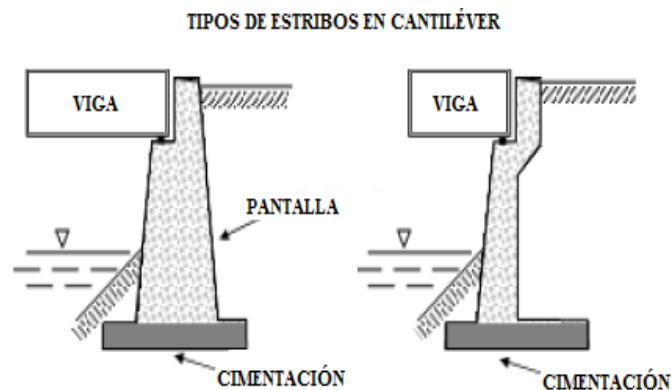


Ilustración 34. ESTRIBO CON CONTRAFUERTE.

Fuente: Gustavo Hidalgo (2000), Elementos de Puentes (E.S.P.E.).

ESTRIBOS EN CANTILÉVER.

Este tipo de estribo resiste el empuje de tierra por medio de la acción en voladizo de una pantalla vertical empotrada en una losa horizontal (zapata), ambos adecuadamente reforzados para resistir los momentos y fuerzas cortantes a que están sujetos. Estos estribos por lo general son económicos para alturas menores a 10 m., para alturas mayores, los muros con contrafuertes suelen ser más económicos.



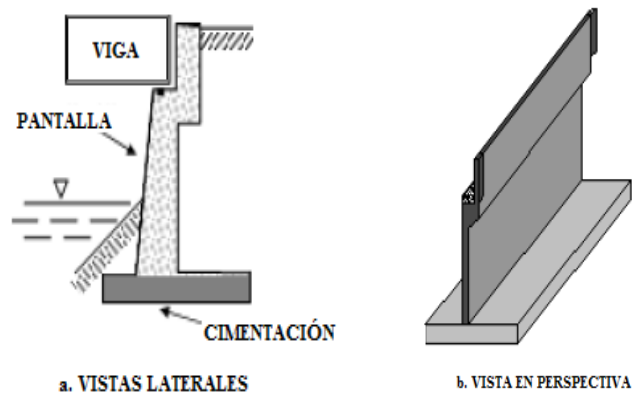


Ilustración 35. ESTRIBOS EN CANTILÉVER.

Fuente: Gustavo Hidalgo (2000), Elementos de Puentes (E.S.P.E.).

ESTRIBOS A GRAVEDAD.

Son estribos con gran masa que resisten el empuje mediante su propio peso y con el peso del suelo que se apoya en ellos. Estos estribos suelen ser económicos para alturas moderadas, menores a 5 m.

Son muros con dimensiones generosas, que no requieren de refuerzo. Los estribos de gravedad pueden ser de concreto ciclópeo, mampostería, piedra o gaviones. En este tipo de estribo influye mucho la calidad de la roca.

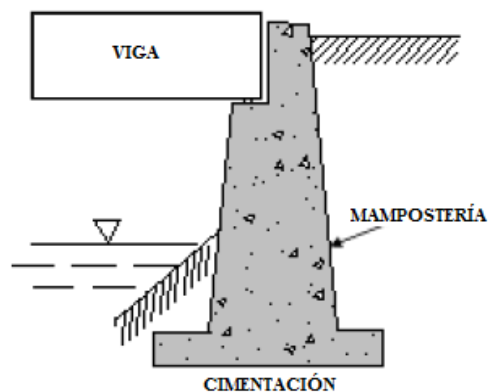


Ilustración 36. ESTRIBO A GRAVEDAD.

Fuente: Gustavo Hidalgo (2000), Elementos de Puentes (E.S.P.E.).

PILAS.

Son los apoyos intermedios de los puentes de dos o más tramos. Deben soportar la carga permanentemente y sobrecargas sin asentamientos, ser insensibles a la acción de los agentes naturales; están constituidos por el sistema de fundación, el cuerpo de la pila y el cabezal de apoyo.

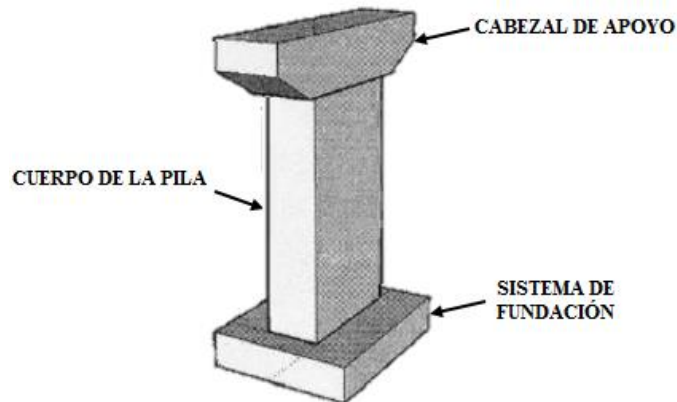


Ilustración 37. ESQUEMA DE UNA PILA.

Fuente: Gustavo Hidalgo (2000), Elementos de Puentes (E.S.P.E.).

Se pueden utilizar diferentes tipos de pilas, las más empleadas son las siguientes:

PILA TIPO MURO MACIZO.

Se diseñan como si se tratara de columnas para las fuerzas y momentos que actúan respecto del eje débil y como si se tratara de pilares para las fuerzas y sollicitaciones que actúan respecto del eje resistente.

Estas pilas pueden tener su extremo superior articulado, empotrado o libre, pero habitualmente están empotradas en la base. Sin embargo, muchas veces las pilas cortas y robustas se articulan en la base para eliminar los elevados momentos que se desarrollarían por causa del empotramiento. Anteriormente los diseños más macizos eran considerados pilas de gravedad.

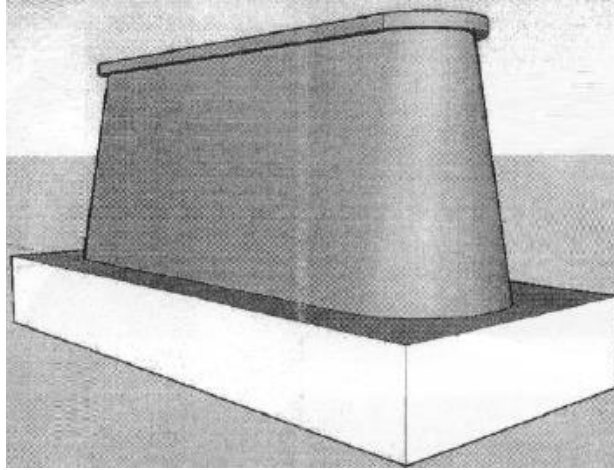


Ilustración 38. PILA TIPO MURO MACIZO.

Fuente: Gustavo Hidalgo (2000), Elementos de Puentes (E.S.P.E.).

PILA TIPO PÓRTICO.

Consisten en dos o más columnas de secciones transversales macizas separadas transversalmente. Estas pilas se diseñan considerando la acción de pórtico para las fuerzas que actúan respecto del eje resistente. En general estas pilas están empotradas en la base y no son integrales ni con la superestructura ni con un cabezal en la parte superior. Las columnas pueden estar soportadas por una zapata ensanchada o una zapata sobre pilotes; también pueden ser prolongaciones de los pilotes por encima del nivel del terreno.

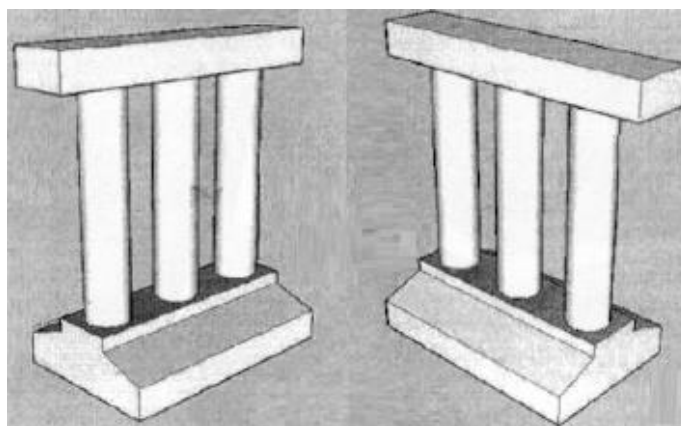


Ilustración 39. PILA TIPO PÓRTICO.

Fuente: Gustavo Hidalgo (2000), Elementos de Puentes (E.S.P.E.).

PILA TIPO MARTILLO.

Generalmente son soportadas en su base por una zapata ensanchada, una zapata sobre pilotes perforados o una zapata sobre pilotes hincados, y puede ser integral con la superestructura o bien proveerle a la estructura un apoyo independiente. Su sección transversal puede tener diferentes formas y la columna puede ser prismática o acampanada ya sea para formar el cabezal o para mejorar la unión con la sección transversal de la superestructura.

Este tipo de pila permite evitar las complejidades de los apoyos oblicuos si se construyen de forma que sean integrales con la superestructura, y su apariencia reduce la masividad que muchas veces presentan otros tipos de estructuras.

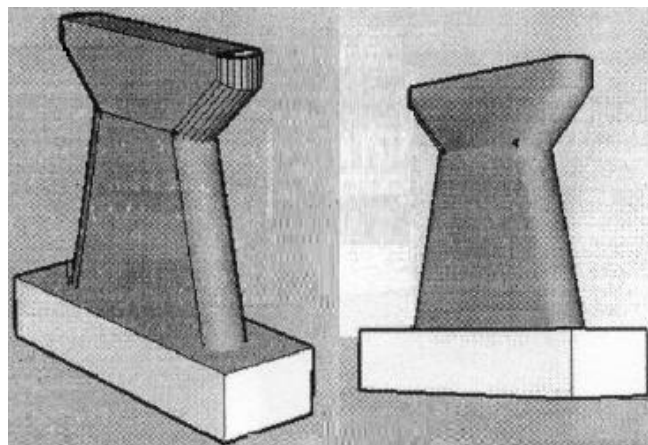


Ilustración 40. PILA TIPO MARTILLO.

Fuente: Gustavo Hidalgo (2000), Elementos de Puentes (E.S.P.E.).

PILA TIPO CAJÓN.

Sección de núcleo hueco que puede ser de acero, hormigón armado u hormigón pretensado. Su sección transversal le permite soportar las fuerzas y momentos que actúan sobre los elementos. Debido a su vulnerabilidad frente a las cargas laterales, el espesor de pared de las pilas tubulares deberá ser suficiente para soportar las fuerzas y momentos para todas las situaciones de carga que corresponda. Las pilas de configuración prismática se pueden prefabricar por secciones o pretensar a una vez que ya están instaladas.

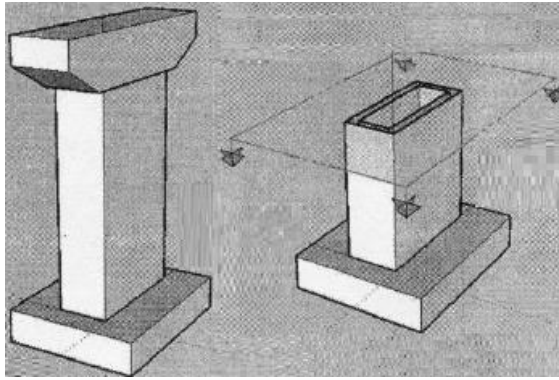


Ilustración 41. ESTRIBO TIPO CAJÓN.

Fuente: Gustavo Hidalgo (2000), Elementos de Puentes (E.S.P.E.).

FUNDACIONES.

Las fundaciones son los elementos estructurales que se encargan de transmitir las cargas de superestructura y subestructura al suelo de cimentación, sin sobrepasar su capacidad de carga. La selección y el diseño de la fundación apropiada depende de las condiciones de carga especificadas en el análisis estructural, de la geometría del elemento de la subestructura en análisis y del puente en general, de las condiciones geológicas de la superficie y del subsuelo, y de la interpretación de los datos de campo y pruebas de laboratorio, todo ello combinado con juicio ingenieril.

ZAPATA DE MURO.

Estas zapatas consisten en una franja continua de losa, a lo largo del muro y de un ancho mayor que el espesor del mismo.

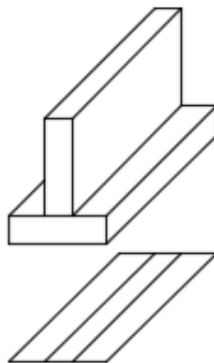


Ilustración 42. ZAPATA DE MURO.

Elaborado por: Avellaneda Carina – Samaniego José.

ZAPATA AISLADA.

Consisten en losas rectangulares o cuadradas que pueden tener un espesor constante o que se reducen en la punta del voladizo. Se refuerzan en las dos direcciones y son usualmente utilizables para cargas relativamente pequeñas o para cimentaciones sobre roca.

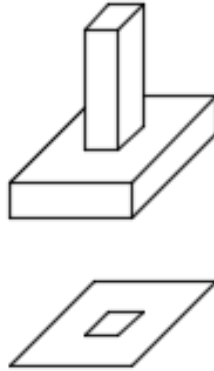


Ilustración 43. ZAPATA AISLADA.

Elaborado por: Avellaneda Carina – Samaniego José.

ZAPATA COMBINADA.

Estas zapatas soportan dos o más columnas y se utilizan generalmente cuando las distancias entre columnas sucesivas son relativamente cortas.

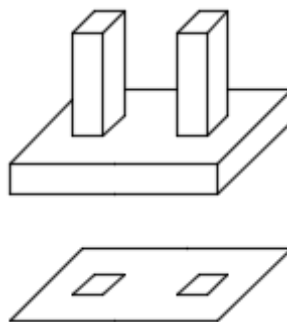


Ilustración 44. ZAPATA COMBINADA.

Elaborado por: Avellaneda Carina – Samaniego José.

ZAPATA EN VOLADIZO O LIGADA.

Estas son similares a las zapatas aisladas excepto que están unidas con una viga para transmitir el efecto del momento flexionante debido a la excentricidad de la carga en una de las zapatas.

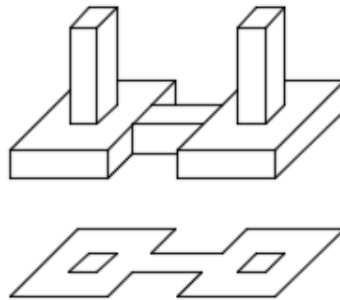


Ilustración 45. ZAPATA EN VOLADIZO O LIGADA.

Elaborado por: Avellaneda Carina – Samaniego José.

CIMENTACIÓN EN PILOTES.

Este tipo de cimentación es esencial cuando el suelo de la cimentación consiste de estratos poco resistentes hasta profundidades considerables. Los pilares se pueden hincar hasta llegar a un estrato resistente, o a la profundidad necesaria dentro del suelo para que el pilote desarrolle su capacidad permisible por medio de la resistencia por fricción, o una combinación de ambas.

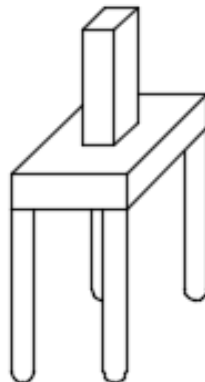


Ilustración 46. CIMENTACIÓN EN PILOTES.

Elaborado por: Avellaneda Carina – Samaniego José.

CIMENTACIONES FLOTANTES O LOSA DE CIMENTACIÓN.

Estos sistemas de cimentación son necesarios cuando la capacidad de carga del suelo es muy baja hasta profundidades grandes, lo cual hace que las cimentaciones con pilotes no sean económicas. En este caso es necesario hacer una excavación lo suficientemente profunda, para que la cantidad de suelo que se remueva sea casi equivalente a la carga que la estructura soportará. Las estructuras soportadas por este tipo de cimentación se consideran como sistemas de pisos invertidos.

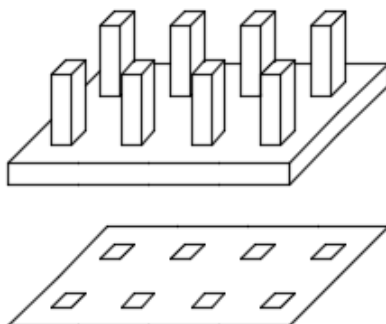


Ilustración 47. CIMENTACIONES FLOTANTES O LOSA DE CIMENTACIÓN.

Elaborado por: Avellaneda Carina – Samaniego José.

2.4.6 ACCESOS.

Los accesos al puente están constituidos, en general, por las siguientes obras: terraplenes de acceso y sus obras de contención y/o protección, estructura de pavimento, barreras de protección del tráfico, banquetas y losas de aproximación.

Para evitar asentamientos en la entrada de los puentes, normalmente, se dispone de losas de aproximación apoyadas en los terraplenes de acceso y en ménsulas dispuestas para estos fines en las pantallas del cabezal de los estribos. Estas losas podrán ser enterradas o superficiales.

2.4.7 OBRAS DE PROTECCIÓN Y SEGURIDAD.

Las obras de protección de un puente comprenden: los enrocados, gaviones, muros de encauce, obras de drenaje y elementos de contención de tierras tales como muros de contención, pantallas de pilotes, etc.

Las obras de seguridad comprenden las barreras o defensas camineras, también denominadas guardavías, y la señalización, sea ésta vertical u horizontal.

2.5 ESTUDIOS BÁSICOS DE INGENIERÍA.

En el libro: “Puentes con A.A.S.T.H.O. – L.R.F.D. 2010 (Perú)” su autor Ing. Arturo Rodríguez, menciona los estudios de ingeniería básica requeridos, los mismos que tienen como finalidad el obtener la información necesaria para la elaboración de los anteproyectos y proyectos del puente. Los estudios que son ser necesarios dependiendo de la magnitud y complejidad de la obra son:

- Estudios Topográficos.
- Estudios Hidrológicos e Hidráulicos.
- Estudios Geológicos y Geotécnicos.
- Estudios de Tráfico.
- Estudios Complementarios.
- Estudios de Trazo y Diseño Vial de los Accesos.

2.5.1 ESTUDIOS TOPOGRÁFICOS.

OBJETIVOS.

Los estudios topográficos tendrán como objetivos:

- Realizar los trabajos de campo que permitan elaborar los planos topográficos.
- Proporcionar información de base para los estudios de hidrología e hidráulica, geología, geotecnia, así como de ecología y sus efectos en el medio ambiente.
- Posibilitar la definición precisa de la ubicación y las dimensiones de los elementos estructurales.
- Establecer puntos de referencia para el replanteo durante la construcción.

ALCANCES.

Los estudios topográficos deberán comprender como mínimo lo siguiente:

- Levantamiento topográfico general de la zona del proyecto, documentado en planos a escala entre 1:500 y 1:2.000 con curvas de nivel a intervalos de 1 m y comprendiendo por lo menos 100 m a cada lado del puente en dirección longitudinal (correspondiente al eje de la carretera) y en dirección transversal (la del río u otro obstáculo a ser transpuesto).
- Definición de la topografía de la zona de ubicación del puente y sus accesos, con planos a escala entre 1/100 y 1/250 considerando curvas de nivel a 34 intervalos no mayores que 1 m y con secciones verticales tanto en dirección longitudinal como en dirección transversal.
- Los planos deberán indicar los accesos del puente, así como autopistas, caminos, vías férreas y otras posibles referencias. Deberá igualmente indicarse con claridad la vegetación existente.
- En el caso de puentes sobre cursos de agua deberá hacerse un levantamiento detallado del fondo. Será necesario indicar en planos la dirección del curso de agua y los límites aproximados de la zona inundable en las condiciones de aguas máximas y mínimas, así como los observados en eventos de carácter excepcional.
- Cuando las circunstancias lo ameriten, deberán indicarse los meandros del río.
- Ubicación e indicación de cotas de puntos referenciales, puntos de inflexión y puntos de inicio y término de tramos curvos; ubicación o colocación de Bench Marks.
- Levantamiento catastral de las zonas aledañas al puente, cuando existan edificaciones u otras obras que interfieran con el puente o sus accesos o que requieran ser expropiadas.

2.5.2 ESTUDIOS HIDROLÓGICOS E HIDRÁULICOS.

OBJETIVOS.

Los objetivos de los estudios son establecer las características hidrológicas de los regímenes de avenidas máximas y extraordinarias y los factores hidráulicos que conllevan a una real apreciación del comportamiento hidráulico del río que permiten definir los requisitos mínimos del puente y su ubicación óptima en función de los niveles de seguridad o riesgos permitidos o aceptables para las características particulares de la estructura.

Los estudios de hidrología e hidráulica para el diseño de puentes deben permitir establecer lo siguiente:

- Ubicación óptima del cruce.
- Caudal máximo de diseño hasta la ubicación del cruce.
- Comportamiento hidráulico del río en el tramo que comprende el cruce.
- Área de flujo a ser confinada por el puente.
- Nivel máximo de agua (N.M.A.) en la ubicación del puente.
- Nivel mínimo recomendable para el tablero del puente.
- Profundidades de socavación general, por contracción y local.
- Profundidad mínima recomendable para la ubicación de la cimentación, según el tipo de cimentación.
- Obras de protección necesarias.
- Previsiones para la construcción del puente.

ALCANCES.

El programa de estudios debe considerar la recolección de información, los trabajos de campo y los trabajos de gabinete, cuya cantidad y alcance será determinado en base a la envergadura del proyecto, en términos de su longitud y el nivel de riesgo considerado. Los estudios hidrológicos e hidráulicos comprenderán lo siguiente:

- Evaluación de estudios similares realizados en la zona de ubicación del puente; en el caso de reemplazo de un puente colapsado es conveniente obtener los parámetros de diseño anteriores.
- Visita de campo; reconocimiento del lugar tanto en la zona de cruce como de la cuenca global.
- Recolección y análisis de información hidrométrica y meteorológica existente; esta información puede ser proporcionada por entidades locales o nacionales, encargadas de la administración de los recursos hídricos del lugar.
- Caracterización hidrológica de la cuenca, considerada hasta el cruce del curso de agua; en base a la determinación de las características de respuesta lluvia - escorrentía, considerando aportes adicionales en la cuenca, se analizará la aplicabilidad de los distintos métodos de estimación del caudal máximo.
- Selección de los métodos de estimación del caudal máximo de diseño; para el cálculo del caudal máximo a partir de datos de lluvia se tienen: el método racional, métodos en base a hidrógrafas unitarios sintéticos, métodos empíricos, etc., cuya aplicabilidad depende de las características de la cuenca.

En caso de contarse con registros hidrométricos de calidad comprobada, puede efectuarse un análisis de frecuencia que permitirá obtener directamente valores de caudal máximo para distintas probabilidades de ocurrencia (periodos de retorno).

- Estimación de los caudales máximos para diferentes periodos de retorno y según distintos métodos; en todos los casos se recomienda llevar a cabo una prueba de ajuste de los distintos métodos de análisis de frecuencia (Gumbel, Log - Pearson Tipo III, Log – Normal, etc.) para seleccionar el mejor.
- Adicionalmente, pueden corroborarse los resultados bien sea mediante factores obtenidos a partir de un análisis regional o, de ser posible, evaluando las huellas de nivel de la superficie de agua dejadas por avenidas extraordinarias recientes.

- Evaluación de las estimaciones de caudal máximo; elección del resultado que, a criterio ingenieril, se estima confiable y lógico.
- Determinación del periodo de retorno y la descarga máxima de diseño; el periodo de retorno dependerá de la importancia de la estructura y consecuencias de su falla, debiéndose garantizar un estándar hidráulico mayor para el diseño de la cimentación del puente que el usualmente requerido para el dimensionamiento del área de flujo a ser confinada por el puente.
- Caracterización morfológica del cauce; es especialmente importante la determinación de la estabilidad, estática o dinámica, o inestabilidad del cauce, y así mismo, el aporte de escombros desde la cuenca, los cuales permitirán preestablecer las condiciones a las que estará expuesta la estructura.
- Determinación de las características físicas del cauce, incluyendo las llanuras de inundación; estas incluyen la pendiente del cauce en el tramo de estudio, diámetro medio del material del lecho tomado a partir de varias muestras del cauce, coeficientes de rugosidad considerando la presencia o no de vegetación, materiales cohesivos, etc.
- Selección de secciones transversales representativas del cauce y obtención del perfil longitudinal; la longitud del tramo a ser analizado dependerá de las condiciones de flujo previstas, por ejemplo, alteraciones aguas arriba o aguas abajo que debieran considerarse.
- Determinación del perfil de flujo ante el paso del caudal de diseño a lo largo del cauce; se sugiere la utilización de los programas de cómputo H.E.C-2, H.E.C-R.A.S o similares.
- Determinación de las características hidráulicas del flujo; estas comprenden la velocidad media, ancho superficial, área de flujo, pendiente de la línea de energía, nivel de la superficie de agua, etc., cuyos valores son necesarios para la determinación de la profundidad de socavación.
- Determinación de las profundidades de socavación general, por contracción, local y total.
- Recomendaciones de protección y/o consideraciones de diseño adicionales.

2.5.3 ESTUDIOS GEOLÓGICOS Y GEOTÉCNICOS.

ESTUDIOS GEOLÓGICOS.

OBJETIVO.

Establecer las características geológicas, tanto local como general de las diferentes formaciones geológicas que se encuentran identificando tanto su distribución como sus características geotécnicas correspondientes.

ALCANCES.

El programa de estudios deberá considerar exploraciones de campo, cuya cantidad será determinada en base a la envergadura del proyecto. Los estudios geológicos y geotécnicos comprenderán:

- Revisión de información existente y descripción de la geología a nivel regional y local.
- Descripción geomorfológica.
- Zonificación geológica de la zona.
- Definición de las propiedades físicas y mecánicas de suelos y/o rocas.
- Definición de zonas de deslizamientos, huaycos y aluviones sucedidos en el pasado y de potencial ocurrencia en el futuro.
- Recomendación de canteras para materiales de construcción.
- Identificación y caracterización de fallas geológicas.

ESTUDIOS GEOTÉCNICOS.

OBJETIVO.

Establecer las características geotécnicas, es decir, la estratigrafía, la identificación y las propiedades físicas y mecánicas de los suelos para el diseño de cimentaciones estables.

ALCANCES.

El estudio debe considerar exploraciones de campo y ensayos de laboratorio, cuya cantidad será determinada en base a la envergadura del proyecto, en términos de su longitud y las condiciones del suelo.

Los estudios deberán comprender la zona de ubicación del puente, estribos, pilares y accesos. Los estudios geotécnicos comprenderán:

- Ensayos de campo en suelos y/o rocas.
- Ensayos de laboratorio en muestras de suelo y/o roca extraídas de la zona.
- Descripción de las condiciones del suelo, estratigrafía e identificación de los estratos de suelo o base rocosa.
- Definición de tipos y profundidades de cimentación adecuada, así como parámetros geotécnicos preliminares para el diseño del puente a nivel de anteproyecto.
- Dependiendo de la envergadura del proyecto y del tipo de suelo se podrán realizar ensayos de refracción sísmica, complementados por perforaciones o excavaciones de verificación en sustitución a los trabajos antes mencionado.
- Presentación de los resultados y recomendaciones sobre especificaciones constructivas y obras de protección.

2.5.4 ESTUDIOS DE TRÁFICO.

OBJETIVO.

Cuando la magnitud envergadura de la obra así lo requiera, será necesario efectuar los estudios de tráfico correspondiente a volumen y clasificación de tránsito en puntos establecidos, con el objetivo de determinar las características de la infraestructura vial y la superestructura del puente.

METODOLOGÍA.

La metodología a seguir será la siguiente:

- **Conteo de Tráfico:**

Se definirán estaciones de conteo ubicadas en el área de influencia (indicando en un gráfico). Se colocará personal clasificado, provisto de formatos de campo, donde anotarán la información acumulada por cada rango horario.

- **Clasificación y Tabulación de la Información:**

Se deberán adjuntar cuadros indicando el volumen y clasificación vehicular por estación.

- **Análisis y consistencia de la información:**

Esto se llevará a cabo comparando con estadísticas existentes a fin de obtener los factores de corrección estacional para cada estación.

- **Tráfico actual:**

Se deberá obtener el Índice Medio Diario (I.M.D) de los conteos de volúmenes de tráfico y del factor de corrección determinado del análisis de consistencia.

2.5.5 ESTUDIOS COMPLEMENTARIOS.

OBJETIVO

Realizar coordinaciones con Entidades Públicas, Entidades del Sector Privado y con terceros a fin de cumplir con todo lo estipulado en los términos de referencia.

ALCANCES.

Los estudios se refieren a aquellos trabajos que son complementarios a los estudios básicos, como son las Instalaciones Eléctricas, Instalaciones Sanitarias, Señalización, Coordinaciones con terceros y cualquier otro que sea necesario al proyecto. En lo que se refiere a Instalaciones Eléctricas, la factibilidad del servicio, así como su punto de aplicación, y en lo que se refiere a Instalaciones Sanitarias, la verificación y posibles influencias de las redes existentes de agua y/o desagüe serán coordinadas con los organismos encargados de los servicios de electricidad y saneamiento respectivamente.

La señalización deberá estar de acuerdo con las necesidades del puente y accesos y en concordancia con el Manual de Señalización vigente. Cualquier imprevisto o problema deberá ser coordinado con la Municipalidad respectiva y/o con terceros que pudieran estar relacionados.

2.6 ESPECIFICACIONES Y FUNDAMENTOS DE LA NORMA A.A.S.H.T.O. - L.R.F.D. 2010 15TH EDICIÓN.

Las normas A.A.S.H.T.O. (American Association of State Highway and Transportation Official) se fundamentan en el diseño por el método L.R.F.D. que se basa en los conceptos de estados límite, mismo que describe una condición en la que una estructura, o alguna parte de ella, dejan de cumplir su función. Este estado límite se puede sub catalogar en dos tipos: los de resistencia y los de servicio.

El primero se basa en la seguridad o capacidad de carga de las estructuras e incluye las resistencias plásticas, de pandeo, de fractura, de fatiga, de volteo, etc. Mientras que los estados límite de servicio se refieren al comportamiento de las estructuras bajo cargas normales de servicio, mismas que tienen que ver con el uso y la ocupación como deflexiones excesivas, deslizamientos, vibraciones y agrietamientos. En el método L.R.F.D. las cargas de servicio (Q) son multiplicadas por los llamados factores de carga o de seguridad (λ_1). Con esto se obtienen las cargas factorizadas, mismas que serán utilizadas para el diseño de la estructura.

Esta estructura deberá tener un diseño lo suficientemente fuerte que permita resistir estas cargas factorizadas. Esta resistencia se considera igual a la resistencia teórica o nominal (R_n) del miembro estructural, multiplicada por un factor de resistencia (ϕ) que es normalmente menor a la unidad. Con esto se busca tomar en cuenta las incertidumbres relativas a resistencias de los materiales, dimensiones y mano de obra. En resumen, puede decirse que para este tipo de diseño.

$$(\lambda_1)(Q) \leq (\phi)(R_n)$$

(Suma de los productos de los efectos de las cargas) (Factor de carga) < (Factor resistencia) (Resistencia nominal).

2.6.1 SOLICITACIONES PARA PUENTES.

Las estructuras de los puentes se encuentran sometidos a un sin número de cargas y fuerzas actuantes sobre ellos, estas son:

- Carga muerta o peso propio.
- Carga viva (vehicular y peatonal).
- Impacto o efecto dinámico de la carga viva.
- Cargas longitudinales (frenado de los vehículos).
- Cargas sísmicas.
- Y otras entre las cuales anotaremos: Fuerza centrífuga, fuerzas de origen térmico, presión de la tierra, sub-presión hidráulica, acortamientos por contracción en los arcos, esfuerzos durante el montaje, presión de corrientes de agua y esfuerzos sísmicos.

Los tipos de cargas anotados en el listado principal son los más generales actuantes en nuestro medio, las cargas anotadas en forma más general deberán ser estudiadas dependiendo de las condiciones del lugar en el cual se va a realizar el puente. La estructura debe ser diseñada para las condiciones más desfavorables de carga y cuando las condiciones de diseño lo exijan, la secuencia del hormigonado o de montaje deberá ser indicada en los planos y en las especificaciones técnicas.

CARGA MUERTA.

La carga muerta consiste en el peso propio total de la estructura, ésta es de la superestructura y de la infraestructura.

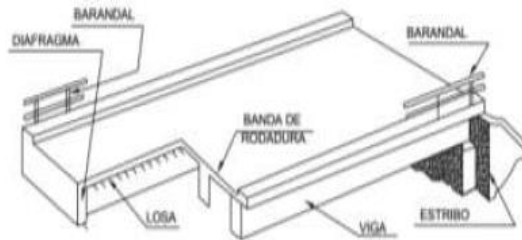


Ilustración 48. ELEMENTOS CON PESO MUERTO EN UN PUENTE.

Fuente: Arturo Rodríguez (2012), Puentes con A.A.S.T.H.O. – L.R.F.D. 2010 (Perú).

La superestructura consistente en losa, vigas, diafragmas, aceras, capa de rodadura, barandas, conductos, cables, alumbrados y la infraestructura consistente en pilas, cimentaciones y estribos.

Los siguientes pesos podrán utilizarse para la determinación de la carga muerta:

MATERIAL	PESO (Kg/cm ³)
ACERO DE HIERRO FUNDIDO	7,866
HIERRO FUNDIDO	7,223
MADERA (TRATADA ONO)	803,000
HORMIGÓN SIMPLE O ARMADO	2,400
ARENA COMPACTADA, TIERRA GRAVA O BALASTO	1,926
PAVIMENTOS	2,408
MAMPOSTERIA DE LADRILLO	1,800
MAMPOSTERIA DE PIEDRA	2,729
PLANCHAS DE ASFALTO DE 2,5 CM DE ESPESOR	44,000
TIERRA SUELTA	1,600

Tabla 15. PESOS DE LOS MATERIALES A CONSIDERARSE PARA EL PESO PROPIO DE LA INFRAESTRUCTURA.

Fuente: Norma Ecuatoriana de la Construcción, NEC – 2015 (Cap. 1).

Es importante que las cargas muertas usadas en el diseño se indiquen en los planos contractuales para fines de análisis durante posibles futuras rehabilitaciones.

CARGA VIVA.

La carga viva es conocida también como carga de tránsito y se subdivide en carga viva vehicular y carga viva peatonal.

CARGA VIVA VEHICULAR.

Las Normas A.A.S.H.T.O., distinguen cuatro clases estándar de cargas para vehículos de carreteras incluidas en las especificaciones estándar: H15, H20, HS15, HS20. La guía geométrica de la A.A.S.H.T.O, indican que la carga mínima de diseño para puentes nuevos debe ser la HS20.

CARGA TIPO H.

En las especificaciones utilizadas, la letra H representa al camión de dos ejes, el número que lo acompaña indica la carga total en toneladas.

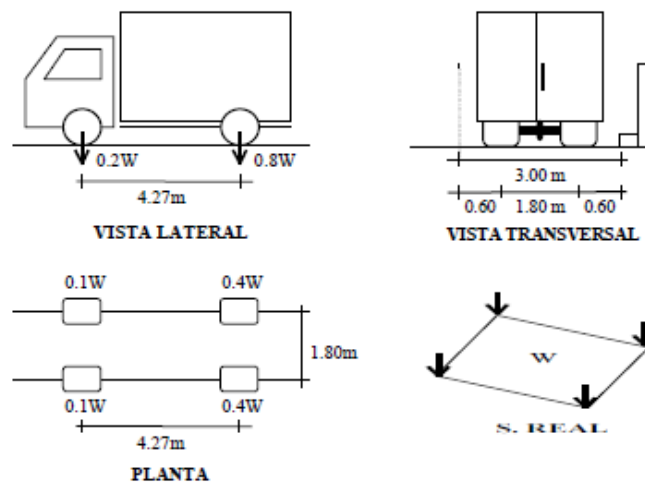


Ilustración 49. CAMIÓN TIPO H, LONGITUDES Y REPARTICIÓN DE LAS CARGAS.

Fuente: Basado en la Norma A.A.S.T.H.O. – L.R.F.D. 2010 (15TH EDICIÓN).

Los valores de carga son los que se presentan en la siguiente tabla:

CAMIÓN TIPO	PESO POR EJE (Tn)		PESO TOTAL
	DELANTERO	POSTERIOR	
H - 20	3,64	14,53	18,17
H - 15	2,72	10,9	13,62
H - 10	1,82	7,27	9,09

Tabla 16. VALORES DE LAS CARGAS POR EJE DEL CAMIÓN TIPO H.

Fuente: Norma A.A.S.T.H.O. – L.R.F.D. 2010 (15TH EDICIÓN).

Se considera que el peso total está dividido en el eje delantero 20 % y en el eje posterior 80 %. La distancia entre los ejes es estandarizada e igual a 4,27 m, la separación de las llantas de 1,80 m y el ancho en el que actúa la carga es de 3 m e independiente al ancho del puente.

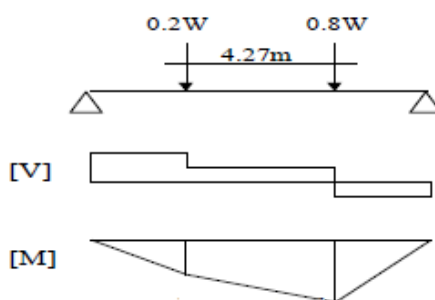


Ilustración 50. DIAGRAMA DE CORTE Y MOMENTO PARA EL CAMIÓN TIPO H.

Fuente: Basado en la Norma A.A.S.T.H.O. – L.R.F.D. 2010 (15TH EDICIÓN).

CARGA TIPO HS.

En las especificaciones utilizadas, la letra HS indica que es un camión de 3 ejes conformado por un camión de dos ejes H y un acoplado S ubicado a una distancia que varía entre 4,27 y 9,15 metros, el número que lo acompaña indica la carga total en toneladas. Los demás parámetros son constantes así: ancho total y distancia entre llantas.

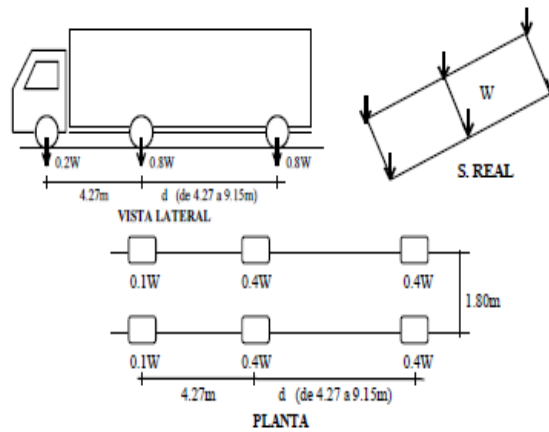


Ilustración 51. CAMIÓN TIPO HS, LONGITUDES Y REPARTICIÓN DE CARGAS.

Fuente: Basado en la Norma A.A.S.T.H.O. – L.R.F.D. 2010 (15TH EDICIÓN).

Los valores de carga son los que se presentan en la siguiente tabla:

CAMIÓN TIPO	PESO POR EJE (Tn)			PESO TOTAL
	DELANTERO	POSTERIOR	ACOPLADO	
H - 20	3,64	14,53	14,53	32,7
H - 15	2,72	10,9	10,9	24,52

Tabla 17. VALORES DE LAS CARGAS POR EJE DEL CAMIÓN TIPO HS.

Fuente: Norma A.A.S.T.H.O. – L.R.F.D. 2010 (15TH EDICIÓN).

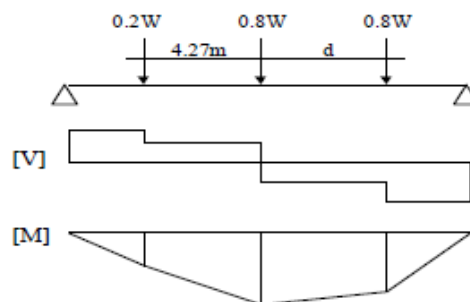


Ilustración 52. DIAGRAMA DE CORTE Y MOMENTO PARA EL CAMIÓN TIPO HS.

Fuente: Basado en la Norma A.A.S.T.H.O. – L.R.F.D. 2010 (15TH EDICIÓN).

Tanto para el camión tipo H como HS, la separación entre la hilera de llantas y el bordillo es de 0,60 metros para diseño de vigas y 0,30 metros para el diseño de losas.

CARGA EQUIVALENTE.

La carga viva simula el paso de varios camiones al mismo momento (tren de carga), es utilizado en el cálculo de puentes de grandes luces. Consiste en una carga uniformemente distribuida más una carga concentrada en tramos simplemente apoyados y para tramos continuos se incluye otra carga concentrada en el tramo adyacente con el objeto de establecer el momento negativo máximo.

La carga concentrada toma 2 valores diferentes según se estudie el corte o la flexión. Las cargas se consideran distribuidas en un ancho de 3 metros independientemente del ancho de la vía, los valores de las cargas son:

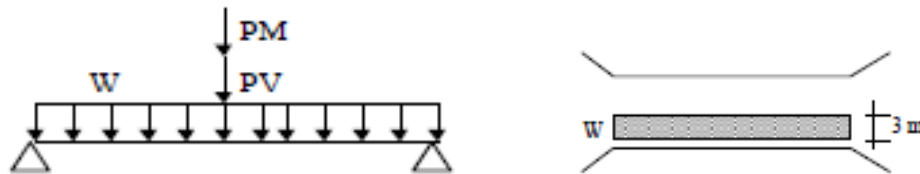


Ilustración 53. DISTRIBUCIÓN DE LAS CARGAS EQUIVALENTES.

Fuente: Basado en la Norma A.A.S.T.H.O. – L.R.F.D. 2010 (15TH EDICIÓN).

La siguiente tabla presenta los valores de las cargas equivalentes para los distintos tipos de camiones H y HS.

TIPO DE CARGA	W (Tn/m)	PM (Tn)	PV (Tn)
H20-HS20	0,95	8,17	11,81
H15-HS15	0,71	6,13	8,86
H10	0,48	4,09	5,91

Tabla 18. VALORES DE LAS CARGAS EQUIVALENTES PARA CADA TIPO DE CAMIÓN.

Fuente: Norma A.A.S.T.H.O. – L.R.F.D. 2010 (15TH EDICIÓN).

Para puentes de más de un carril, debido a la improbabilidad de que todos estén cargados al mismo tiempo se pueden efectuar reducciones, esta reducción deberá ser justificada con un estudio de tráfico.

No. CARRILES	% CARGA
1-2	100
3	90
4	75

Tabla 19. VALORES DE REDUCCIÓN DE CARGAS SEGÚN EL NÚMERO DE CARRILES.

Fuente: Norma A.A.S.T.H.O. – L.R.F.D. 2010 (15TH EDICIÓN).

CARGA VIVA PEATONAL.

Las aceras de un puente se diseñan para una carga viva de 415 Kg/m². Se evaluará de acuerdo a las siguientes expresiones:

$$b < L < 7.62$$

$$7,62 < L < 30,48$$

$$L > 30,48$$

$$P = 415 \frac{Kg}{m^2}$$

$$P = 292 \frac{Kg}{m^2}$$

$$p = \left(146,30 + \frac{4489}{L} \right) \left(\frac{16,70 - b}{15,20} \right) \leq 292 \frac{Kg}{m^2}$$

Donde:

P = Carga viva sobre la acera (kg/m²).

L = Longitud de la acera (m).

b = Ancho de la acera (m).

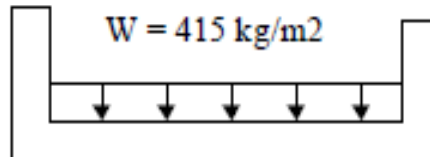


PUENTE VEHICULAR

Ilustración 54. UBICACIÓN DE LA CARGA VIVA PEATONAL EN PUENTES VEHICULARES.

Fuente: Basado en la Norma A.A.S.T.H.O. – L.R.F.D. 2010 (15TH EDICIÓN).

Los puentes peatonales se diseñan para una carga de 415 Kg/m².



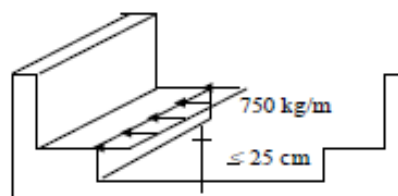
PUENTE PEATONAL

Ilustración 55. UBICACIÓN DE LA CARGA VIVA PEATONAL EN PUENTES PEATONALES.

Fuente: Basado en la Norma A.A.S.T.H.O. – L.R.F.D. 2010 (15TH EDICIÓN).

CHOQUE DE VEHÍCULOS.

El choque de un vehículo sobre los bordillos se considera como una carga horizontal uniforme de 750 Kg/m, esta carga está ubicada en el borde del bordillo, pero no mayor a 0,25 metros.



CHOQUE DE VEHICULOS

Ilustración 56. UBICACIÓN DE LA CARGA DE CHOQUE DE VEHÍCULOS.

Fuente: Basado en la Norma A.A.S.T.H.O. – L.R.F.D. 2010 (15TH EDICIÓN).

CARGAS DE IMPACTO.

Los esfuerzos dinámicos son mayores que los estáticos, por consiguiente, es necesario considerar el impacto producido por los vehículos sobre baches y desniveles.

Este efecto se considera mediante un factor que afecta a la carga viva vehicular y está dado por la ecuación:

$$I = \frac{15,24}{LI + 38,11} \leq 0,30$$

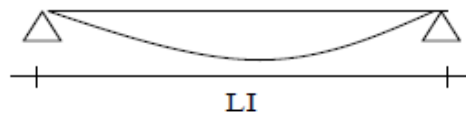
Donde:

I = Fracción de impacto.

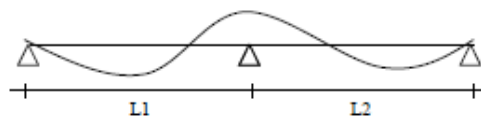
LI = Longitud de impacto.

La longitud de impacto se tomará así:

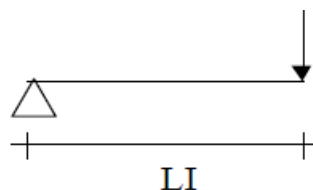
Para momento positivo: **LI** = LI.



Para momento negativo: **LI** = (L1+L2) / 2



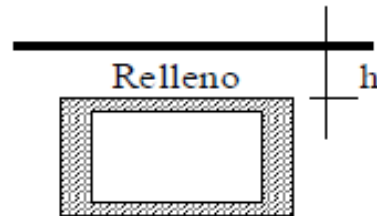
Para momento en volado: **LI** = LI



Para cortante positivo y negativo: LI = distancia apoyo y sitio analizado.

Para cortante en apoyo: directo $I = 0,30$.

Para alcantarillas con relleno se considera:



La siguiente tabla muestra los valores del coeficiente de impacto según la altura de relleno.

h (cm)	I
0 - 30	0,30
30 - 60	0,20
60 - 90	0,10
> 90	0,00

Tabla 20. VALOR DEL COEFICIENTE DE IMPACTO PARA ALCANTARILLAS SEGÚN LA ALTURA DE RELLENO.

FUERZAS DEBIDO AL FRENADO DE LOS VEHÍCULOS.

Los tableros están sometidos a fuerzas de frenado de los vehículos que se transmiten al resto de la estructura. Las especificaciones de la A.A.S.H.T.O. designan a la fuerza longitudinal de diseño de 5 % de la carga viva en todos los carriles que llevan tráfico en la misma dirección. Debe suponerse que la fuerza actúa a 1,80 m por encima de la capa de rodadura.

Como carga viva se empleará la carga equivalente y su correspondiente carga concentrada para el momento sin impacto. Así tenemos:

$$F_L = 5\%(WL + Pm)n$$

Donde:

W = Carga uniforme equivalente.

Pm = Carga concentrada con momento.

L = Longitud sobre la que se aplica la carga equivalente.

n = Número de carriles.

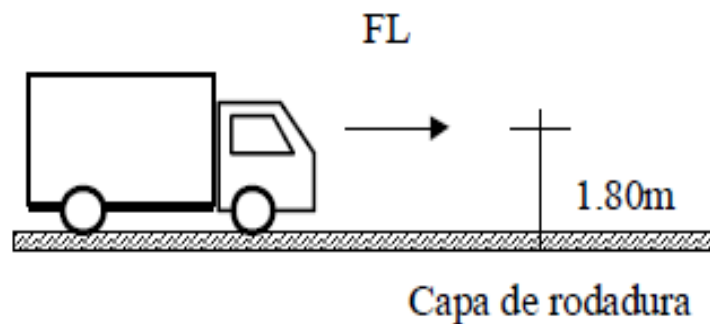


Ilustración 57. UBICACIÓN DE LA CARGA DE FRENADO DE VEHÍCULOS.

Fuente: Basado en la Norma A.A.S.T.H.O. – L.R.F.D. 2010 (15TH EDICIÓN).

2.6.2 DISTRIBUCIÓN DE LAS CARGAS.

En el diseño de vigas longitudinales se considera que las cargas actúan en forma puntual mientras que en el diseño de losa se considera un ancho de distribución de 3,00 metros.

Si consideramos una viga longitudinal de un puente con varios carriles, nos damos cuenta que ésta recibe la acción a más del eje de llantas más cercanas de las cargas de otros carriles por lo que el reglamento prevé lo que se conoce como “fracciones de carga” para vigas interiores y exteriores los que afectarán tanto el esfuerzo cortante como los momentos.

2.6.3 MOMENTO FLECTOR PARA VIGAS LONGITUDINALES INTERIORES.

El momento flector por carga viva se determina en base a la fracción de carga representada en la siguiente tabla:

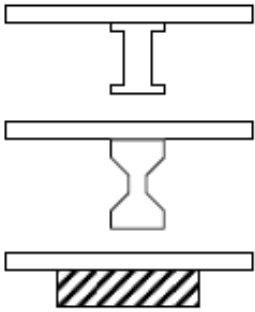
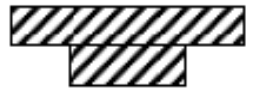
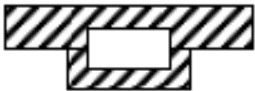

ESQUEMA	TIPO DE PISO	FACTOR F.D.	
		Un carril	2 o más carriles
	Losa de hormigón sobre vigas I de acero, hormigón preesforzado y hormigón armado no monolítico.	$\frac{S}{2,134}$ $S \leq 3,05 m$	$\frac{S}{1,676}$ $S \leq 4,27 m$
	Losa de hormigón sobre vigas T de hormigón.	$\frac{S}{1,981}$ $S \leq 1,83 m$	$\frac{S}{1,829}$ $S \leq 3,05 m$
	Viga cajón de hormigón.	$\frac{S}{2,438}$ $S \leq 3,66 m$	$\frac{S}{2,134}$ $S \leq 4,88 m$
	Losa de hormigón sobre vigas de madera.	$\frac{S}{1,830}$ $S \leq 1,83 m$	$\frac{S}{1,524}$ $S \leq 3,05 m$

Tabla 21. VALORES DEL MOMENTO FLECTOR PARA VIGAS LONGITUDINALES INTERIORES.

Fuente: Basado en la Norma A.A.S.T.H.O. – L.R.F.D. 2010 (15TH EDICIÓN).

Donde:

S = Espaciamiento promedio centro a centro entre vigas longitudinales (metros).

F.D. = Factor de distribución interior.

2.6.4 MOMENTO FLECTOR PARA VIGAS LONGITUDINALES EXTERIORES.

Debemos determinar la fracción de carga f_e en función de la reacción isostática ubicando a la primera fila de ruedas a 60 cm. del bordillo para lo que se considera que la viga es un apoyo de la losa.

El momento flector por carga viva será determinado aplicando a la viga la reacción de la carga de las ruedas suponiendo que el piso está simplemente apoyado; esto para vigas de hormigón armado, acero y madera.

ESQUEMA	FACTOR f_e
	$X_1 = S + a - 0.6$ $R \times S = P \times X_1$ $\frac{R}{P} = \frac{X_1}{S}$ $f_e = \frac{X_1}{S}$
	$X_2 = S + a - 2.4$ $R \times S = P(1.8 + X_2) + P \times X_2$ $\frac{R}{P} = 1.8 + X_2$ $f_e = \frac{1.8 + 2X_2}{S}$
	$X_3 = S + a - 3.6$ $R \times S = P(3 + X_3) + P(1.2 + X_3) + P \times X_3$ $f_e = \frac{4.2 + 3X_3}{S}$

Tabla 22. VALORES DEL MOMENTO FLECTOR PARA VIGAS LONGITUDINALES EXTERIORES.

Fuente: Basado en la Norma A.A.S.T.H.O. – L.R.F.D. 2010 (15TH EDICIÓN).

En ningún caso la resistencia de la viga exterior puede ser menor a la resistencia de una viga interior lo ideal es:

$$f_e = FD$$

2.6.5 UBICACIÓN DE LOS VEHÍCULOS PARA EL DISEÑO DE LA LOSA EXTERIOR.

Para el diseño de la losa exterior ubicamos la hilera de las ruedas a 30 cm del bordillo; de no existir acera se toma la misma distancia, pero desde el poste.

LONGITUD Y LUZ DE CÁLCULO.

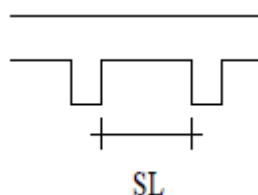
La longitud del obstáculo a vencer nos define la luz de cálculo sin estar está completamente definida ya que el número y ubicación de los apoyos no vienen impuestos al no venir fijadas por imperativos técnicos sino, esencialmente por criterios económicos y de diseño.

Las dimensiones de las longitudes, alturas y anchos de los diferentes tipos de elementos que conforman la estructura del puente se realizan según las especificaciones existentes.

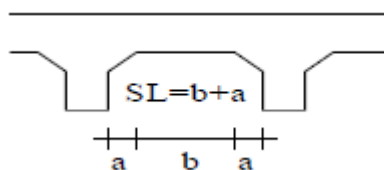
LUZ DE CALCULO (SL).

Para la luz de cálculo de los puentes losa sobre vigas respecto a la losa se considerará los siguientes casos:

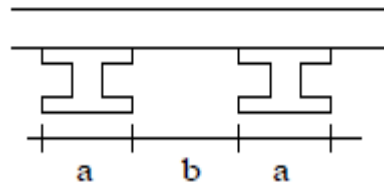
- Losa monolítica a vigas sin cartela.



- Losa monolítica a vigas con cartela.



- Losa sobre vigas metálicas y/o de madera.



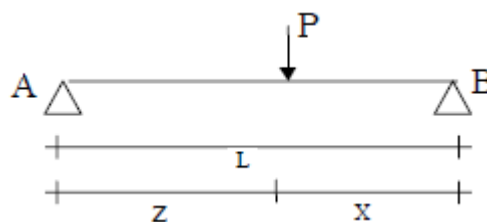
LÍNEAS DE INFLUENCIA.

Las líneas de influencia son un recurso útil para resolver problemas con cargas móviles. Una línea de influencia indica un efecto en cualquier punto de la estructura en una sección dada, de una carga unitaria que se desplaza a lo largo de dicha estructura.

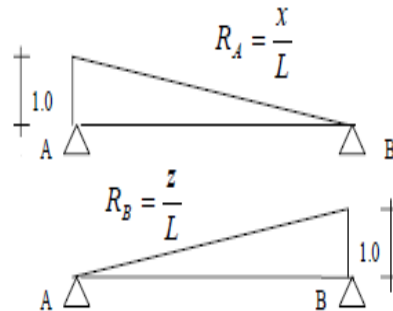
Las líneas de influencia son un gráfico que nos representa la variación de dicho efecto en la sección correspondiente. Para trazar la línea de influencia para el momento de flexión en un punto en una viga se calculan los momentos producidos en este punto por una carga unitaria que se mueve a lo largo de la viga y se trazan estos momentos debajo de las posiciones correspondientes de la carga unitaria. En realidad, la carga unitaria no necesita estar colocada en cada punto a lo largo de la vía. La ecuación de la línea de influencia se puede determinar en muchos casos al colocar la carga en un punto arbitrario y calcular el momento de flexión en términos generales.

LÍNEA DE INFLUENCIA DE REACCIONES.

Las líneas de influencia de las reacciones para cargas estáticamente determinadas obtenemos partiendo que se tiene una carga unitaria **P** y móvil de **A** hacia **B** la cual está ubicada a una distancia arbitraria **x** medida desde el extremo **B**.



La reacción en **A** debido a esta carga unitaria es $1(x/L)$ es la ecuación para la línea de influencia. Esta ecuación representa una línea recta con pendiente descendiente desde la unidad en **A** cuando la carga está en el extremo de la viga, hasta 0 en **B**, cuando la carga está en **B**.



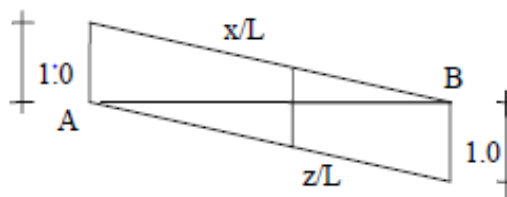
$$\Sigma M_B = 0$$

$$P x X - R_A x L = 0$$

$$R_A = \frac{P x X}{L} \text{ Donde: } P = 1$$

$$R_A = \frac{X}{L} \quad y \quad R_B = \frac{Z}{L}$$

Esto se demuestra realizando un diagrama en el cual se desplaza la carga unitaria en los dos sentidos, es decir, sobre poniendo los diagramas anteriores



$$\frac{x}{L} + \frac{z}{L} = 1$$

$$\frac{x + z}{L} = 1 \quad \text{Donde: } z + x = L$$

$$\frac{L}{L} = 1$$

$$1 = 1$$

LÍNEA DE INFLUENCIA DE CORTES.

Analizamos en un punto **O**, cuando la carga se encuentra a la derecha del punto el cortante es positivo y cuando la carga se encuentra al lado izquierdo del punto el cortante es negativo.

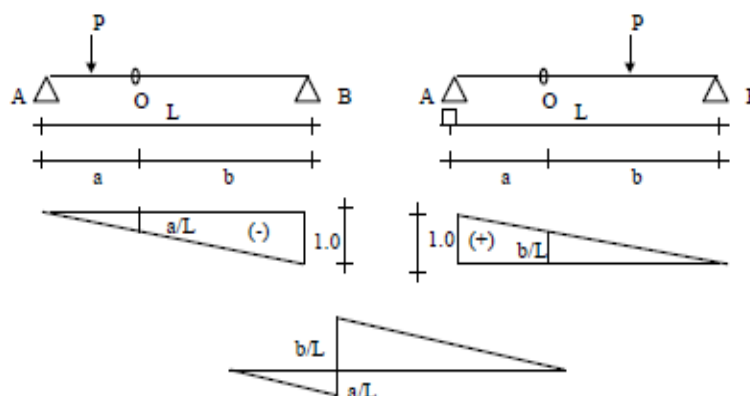


Ilustración 58. DIAGRAMA DE LÍNEAS DE INFLUENCIA PARA CORTANTE.

Fuente: Basado en la Norma A.A.S.T.H.O. – L.R.F.D. 2010 (15TH EDICIÓN).

LÍNEA DE INFLUENCIA DE MOMENTOS.

Analizamos en un punto **O**, cuando la carga se encuentra a la derecha del punto y cuando la carga se encuentra al lado izquierdo del punto.

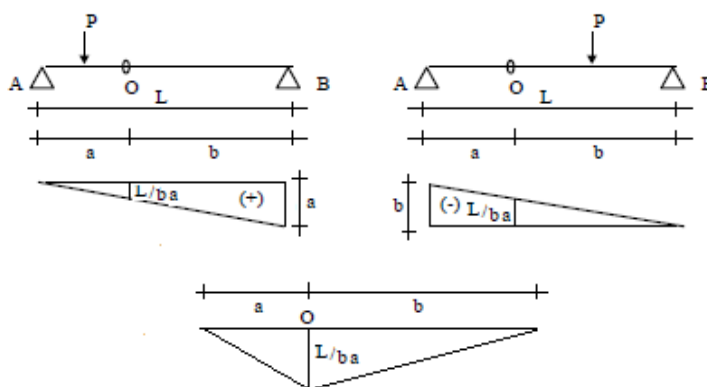


Ilustración 59. DIAGRAMA DE LÍNEAS DE INFLUENCIA PARA EL MOMENTO.

Fuente: Basado en la Norma A.A.S.T.H.O. – L.R.F.D. 2010 (15TH EDICIÓN).

2.6.6 TREN DE CARGAS.

Son varias cargas concentradas, móviles que mantienen invariable la distancia entre ellas, tal es el caso de los camiones o trenes que recorren una estructura en este caso un puente.

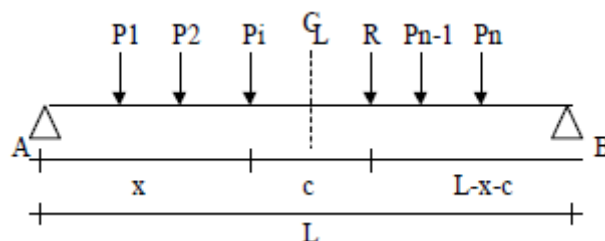
Es necesario para un tren de carga conocer el corte máximo y momento máximo para lo cual existen varios métodos:

- Trazando las líneas de influencia y analizar para distintas posiciones de carga y obtener la más desfavorable.
- Utilizando el Teorema de Barre.

TEOREMA DE BARRE.

El Teorema de Barrer nos permite determinar el momento máximo en tramos isostáticos en los que circulan cargas móviles, en este caso hacemos referencia a los camiones H y HS.

El Teorema de Barre dice: “El momento máximo de flexión en un tramo isostático sometido a la acción de un sistema de cargas móviles ocurre bajo la carga en la cual el cortante cambia de signo al mismo tiempo que el centro del claro bisecta la distancia entre la resultante y dicha carga”.



De donde:

P_i = Carga que produce el cambio de signo en el cortante.

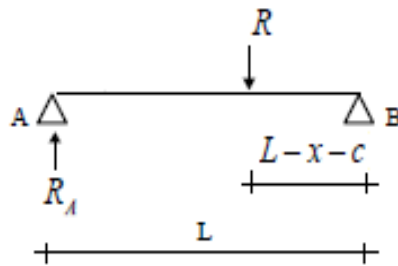
x = Distancia desde el apoyo hasta la carga P_i .

R = Resultante del sistema de cargas y que produce igual efecto exterior que el sistema de cargas.

c = Distancia entre la carga **P_i** y **R**.

L = Longitud de la viga.

Reacción Izquierda.



R_A y R

$$\Sigma M_B = 0$$

$$-R_A L + L(L - x - c) = 0$$

$$R_A = \frac{R}{L} (L - x - c)$$

Diagrama De Corte.

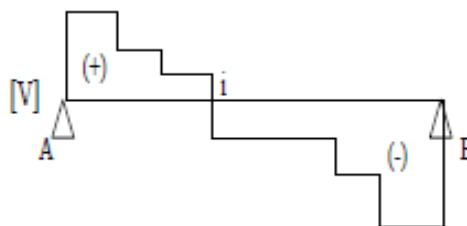
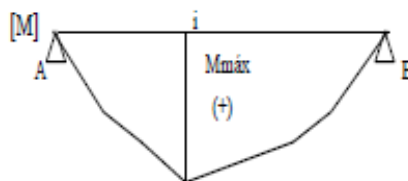


Diagrama De Momentos.



Demostración.

$$M_i = 0$$

$$R \times c - R_A \times x = 0$$

$$R \times c - \frac{R \times c}{L} (L - x - c) = 0$$

$$R \times c - \frac{R \times x \times L}{L} + \frac{R \times x \times x}{L} + \frac{R \times x \times c}{L} \times x = 0$$

$$Rc - Rx + R \frac{x^2}{L} + Rc \frac{x}{L} = 0$$

$$\frac{dM}{dx} = 0 \rightarrow 0 - R + \frac{2Rx}{L} + \frac{Rc}{L} = 0$$

$$R \left(-1 + \frac{2x}{L} + \frac{c}{L} \right) = 0$$

$$-L + 2x + c = 0$$

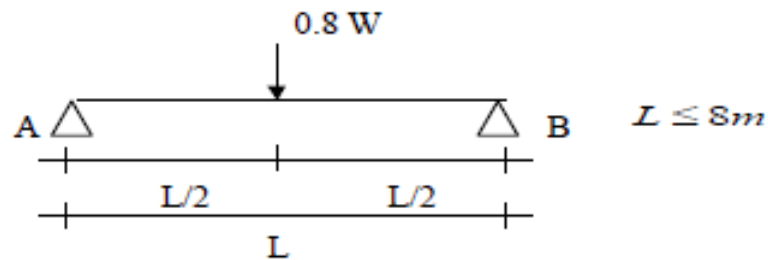
$$x = \frac{L}{2} - \frac{c}{2}$$

El criterio de tren de cargas y líneas de influencia se aplica en el teorema de Barré, el mismo que sirve para obtener el momento máximo de un tren de cargas, desarrollando para diferentes casos de luces y tipos de camiones existentes se obtiene el siguiente resumen.

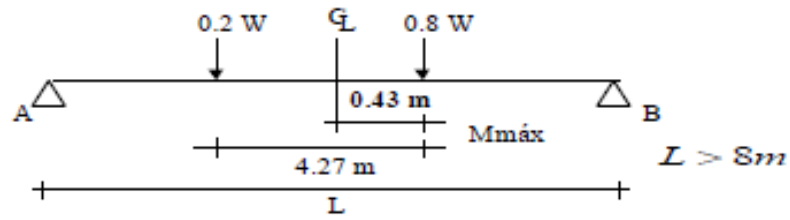
Aplicaciones:

Camión Tipo H

1. Longitud menor o igual a 8 m.

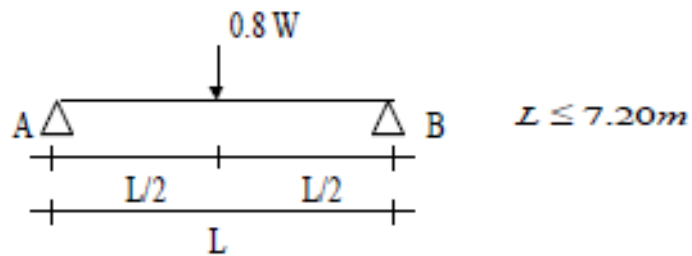


2. Longitud mayor a 8 m.

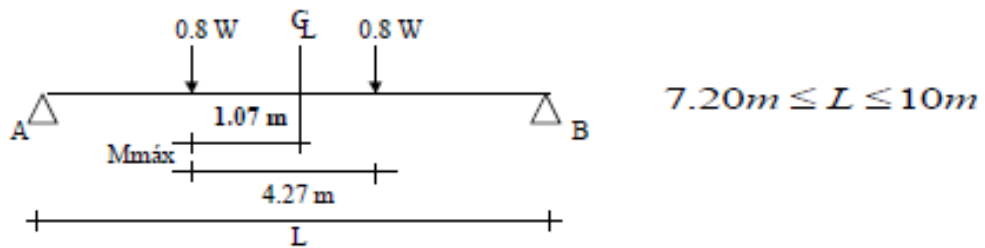


Camión Tipo HS

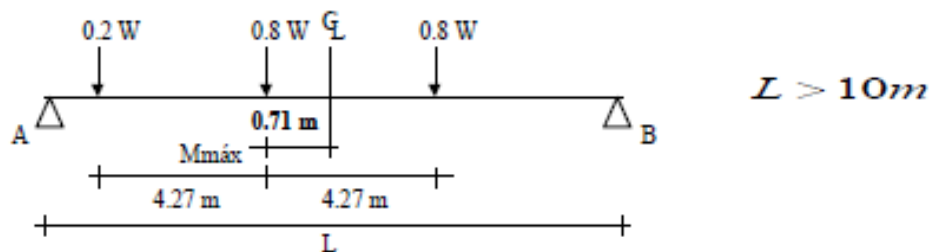
1. Longitud menor o igual a 7,20 m.



2. Longitud mayor a 7,20 m y menor a 10 m.



3. Longitud mayor a 10 m.



2.6.7 FACTORES DE CARGA.

El propósito de los factores de carga es incrementar las cargas para tomar en cuenta las incertidumbres implicadas al estimar las magnitudes de las cargas vivas, muertas y accidentales durante la vida útil de la estructura.

El A.I.S.C. – L.R.F.D. tiene las siguientes combinaciones de carga:

a. $U = 1,40 D$

b. $U = 1,20 D + 1,60 L + 0,50 (Lr \text{ o } S \text{ o } R)$

Si se consideran las fuerzas de viento o sismo:

a. $U = 1,20 D + 1,60 (Lr \text{ o } s \text{ o } R) + (0,50 L \text{ o } 0,80 W)$.

b. $U = 1,20 D + 1,30 W + 0,50 L + 0,50 (Lr \text{ o } s \text{ o } R)$.

c. $U = 1,20 D + 1,50 E + (0,50 L \text{ o } 0,20 S)$

Para considerar el posible efecto de volteo:

a. $U = 0,90 D - (1,30 W \text{ o } 1,50 E)$

Donde:

U = Representa la carga última.

D = Son las cargas muertas.

L = Son las cargas vivas.

Lr = Son las cargas vivas en techos.

S = Son las cargas de nieve.

R = Son las cargas por lluvia, granizo o hielo, sin incluir el encharcamiento.

W = Son las cargas de viento.

E = Son las cargas sísmicas.

2.6.8 FACTORES DE RESISTENCIA.

Para estimar con “precisión” la resistencia última de una estructura, es necesario tomar en cuenta las incertidumbres que se tiene en la resistencia de los materiales, en las dimensiones, en la mano de obra, etc. Algunas de las incertidumbres que afectan a estos factores son:

- La resistencia de los materiales puede variar inicialmente en forma considerable respecto a los valores supuestos y la variación será mayor con el paso del tiempo debido al flujo plástico, a la corrosión y a la fatiga.
- Los métodos de análisis están sujetos con frecuencia a errores apreciables o no se tiene un criterio definido para la estructuración.
- Los fenómenos naturales como sismos, huracanes, tornados, etc., causan condiciones difíciles de predecir.
- Las incertidumbres durante el proceso constructivo, así como el maltrato que puedan recibir las estructuras durante la fabricación y montaje. Las cargas constructivas pocas veces consideradas en los análisis de cargas, etc.
- Las cargas muertas de una estructura pueden estimarse con bastante exactitud, pero no así las cargas vivas.

2.7 CRITERIOS DE DISEÑO

Los principales criterios para el diseño de puentes son los que anotamos a continuación:

- La longitud del obstáculo a superar es fundamental en el diseño del puente, pues de esto dependerá el tipo y material del puente.

- Para puentes de carreteras el número de carriles depende del tipo de carretera, se recomienda como ancho mínimo por carril de 3 m para vehiculares y para peatonales como mínimo 65 cm.
- El ancho de la calzada se tomará como la distancia libre, perpendicular al eje del puente entre los bordes de las aceras, si no existen aceras se toma entre el borde.
- El revestimiento del piso de los puentes debe ser de un material antiderrapante.
- El ancho de las aceras se toma la distancia perpendicular al eje del puente y entre su borde exterior interior a la cara interior de la baranda.
- La altura del puente está en función del máximo nivel de crecida, en el caso de un puente sobre un río $H_{\text{máx}}$, la altura de remanso y la altura de gálibos para los cuales se recomienda de 2 a 3 m.
- Para el diseño hay que considerar la parte estética de la obra.
- El nivel de cimentación se verificará del estudio de suelos.
- El esfuerzo inicial en el acero de refuerzo proveniente de la contracción o expansión del hormigón es despreciable, excepto en el diseño de columnas o pilas en hormigón armado.
- Los puentes en arco se ven sometidos a esfuerzos verticales y horizontales.

2.8 RECOMENDACIONES PARA EL DISEÑO DE PUENTES.

La selección del sistema estructural, material de construcción, detalles de las dimensiones, dependerá a más de las consideraciones de estética de las necesidades de seguridad estructural, economía de fabricación, operación y mantenimiento, así como también de la longitud del mismo y la del obstáculo a superar.

Anotamos a continuación ciertas recomendaciones que se deben tomar en cuenta para el diseño de un puente, teniendo como consideración principal a los puentes de carreteras:

- La ubicación del puente es importante, se debe elegir un sitio donde el cruce de las corrientes de agua sean las más favorables como que la velocidad y profundidad del agua no sean muy grandes. Se estudiará el recorrido natural de las corrientes y si fuese necesario se construirán obras de encauzamiento. Se debe tratar de reducir la longitud del puente lo que minimizará problemas constructivos y de mantenimiento.
- El suelo debe ser adecuado para cimentar, además en lo posible que el sector no sea erosionable para evitar la construcción de obras adicionales.
- El drenaje longitudinal se efectuará por medio de contra flecha del claro o bien por la pendiente de la rasante, el agua que se drene por las cunetas del camino debe desviarse, no permitiendo que fluya sobre el puente, los puentes cortos, de un solo claro, particularmente suelen construirse sin drenes, efectuándose el drenaje de la calzada mediante conductos abiertos o cerrados colocados en los extremos de la estructura. El drenaje de puentes largos se realiza por medio de drenes o coladeras de dimensiones y en número suficiente para desalojar debidamente la cuneta y su disposición debe ser tal que no descargue sobre ningún elemento de la estructura. Para evitar la erosión en dicho sitio.
- Si se va a diseñar un puente cercano a una presa este se debe ubicar aguas arriba a la presa.
- En las áreas inundables se deben construir obras de defensa apropiadas para en el caso de presentarse crecientes no afecten la estructura.
- Las pilas deben estar ubicadas donde estas interfieran lo menos posible en el normal recorrido de las corrientes de agua, estas deben estar ubicadas en dirección paralela a la corriente lo que disminuirá la fuerza de volcamiento, además, estas deberán tener la forma adecuada para permitir el paso de los materiales de arrastre.
- Cuando se requieran instalaciones destinadas a servicios públicos, se tomarán las precauciones necesarias para alojar las bases y los postes para los cables, así como los ductos de agua, drenaje, entre otros.
- Las losas de hormigón armado son económicas hasta alrededor de los 10 metros.

- Los puentes muy altos y cortos deben ser continuos. Los puentes muy altos y largos, deben tener tramos intermedios colgados para que funcionen como junta de dilatación.
- Los puentes bajos y cortos se solucionan con vigas continuas que se obtienen al colocar aparatos de apoyo sobre las pilas.
- Los puentes bajos y largos se solucionan con vigas continuas y tramos intermedios colgados.

CAPÍTULO III

3. METODOLOGÍA

El trabajo de investigación, se basará en dos enfoques: cualitativo porque buscará la comprensión de los fenómenos sociales del beneficio que trae la construcción de un puente para el desarrollo de los habitantes beneficiados directa e indirectamente y cuantitativo debido a que los cálculos son netamente numéricos y estadísticos.

Para el presente trabajo investigativo se utilizará la modalidad de campo, considerando que el estudio sistemático se lo realizará en el lugar donde se producen los hechos relacionados con el diseño del puente, la información científica se sustentará en la bibliografía - documental, la misma que nos permitirá detectar, ampliar y profundizar diferentes enfoques, teorías, conceptualizaciones y criterios de diversos actores sobre una cuestión determinada basándose en documentos como: en libros, revistas, periódicos y otras publicaciones.

La investigación de tipo bibliográfica - documental nos permitirá elaborar el marco teórico conceptual, sobre la problemática de la investigación; con la finalidad de conocer el criterio de varios autores con relación al diseño de puentes.

3.1 TIPO DE ESTUDIO.

El tema a desarrollarse se enmarca en un estudio descriptivo, porque se sustenta en preguntas directrices o hipótesis de trabajo, que orientarán la investigación, teniendo como objetivo el diseño de un puente.

El proyecto se basará también en un estudio exploratorio o de observación, debido a que se deben realizar observaciones con la finalidad de tener un estudio minucioso del lugar donde se construirá el puente, esto nos permitirá tener criterios fundamentados directos para poder aplicar la informática sin tener ningún riesgo en los cálculos estructurales.

3.2 POBLACIÓN Y MUESTRA.

El estudio y diseño del puente sobre la quebrada Quillán, considera la siguiente población y muestra:

POBLACION.

Población total de la parroquia de Químiag 4.873 habitantes.

MUESTRA.

Población de las comunidades del norte de la parroquia 1.655 habitantes.

Datos obtenidos en base al Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial (P.D.O.T), literal 3., cuadro N° 2. Asentamientos humanos que conforman la parroquia, (pág. 22).

3.3 OPERALIZACIÓN DE VARIABLES

Las variables, serán calificadas y cuantificadas de acuerdo al siguiente cuadro:

OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES								
VARIABLES	DEFINICION	DIMENSIONES	INDICADORES	INDICE	TECNICAS DE RECOPIACIÓN DE LA INFORMACIÓN	INSTRUMENTO		
El estudio de ingeniería básica en la quebrada Quillán de la parroquia Quimiag, cantón Riobamba, provincia de Chimborazo.	Se refiere a los aspectos que incluyen los estudios topográficos, hidrológicos e hidráulicos, geológicos, geotécnicos, de riesgo sísmico, impacto ambiental, tráfico. Sin los cuales no sería posible desarrollar el proyecto.	Estudio Topográfico	Características Superficiales del Terreno	Plano de la Topografía de la quebrada.	Recopilación de datos	Libreta topográfica CIVIL CAD - 3D Equipo de Topografía		
		Estudio de Suelos	Determinar las propiedades físicas y mecánicas del suelo	Granulometría Densidad	Recopilación de datos	Equipo de Laboratorio de Ensayo de Materiales Libreta de Apuntes		
			Determinación de la profundidad de cimentación	Estratigrafía del Suelo Ensayo de Penetración Estándar (SPT)				
			Capacidad Portante del Suelo	Tipo de cimentación				
		Estudio Hidrológico e Hidráulico	Cuenca Hidrográfica	Condición climática	Temperaturas Área, longitud, desnivel	Recopilación de datos	Software HEC-RAS 4.1.0	
				Forma de la cuenca	Precipitaciones: máxima y mínima Caudales: máximo y mínimo			
				Área de drenaje	Índice de Compacidad Coeficiente de escorrentía			
				Estudio de Tráfico	Número de vehículos que transitan por la vía			Tránsito Pormedio Diario Anual TPDA
		Estudios Complementarios	Señalización del Puente	Señalización Horizontal Señalización Vertical	Recopilación de datos	Norma		
		El diseño del Puente en la quebrada Quillán de la parroquia Quimiag, cantón Riobamba, provincia de Chimborazo.	Se refiere a conocer las cargas y factores de cargas a la que estará expuesto la estructura, a fin de conocer cómo será la distribución de las cargas presentes, según las especificaciones de la norma; este análisis nos permite conocer los diferentes tipos de cargas existentes y a la vez cuantificarlos.	Diseño del Tablero	Diseño del Tablero	Dimensiones del tablero	Diseño y Cálculo	NORMA AASHTO (LRFD) BRIDGE DESIGN SPECIFICATION (2010)
					Análisis de cargas	Carga d Diseño		
					Resumen de momentos	Momento último		
Diseño de Vigas	Diseño de vigas interiores			Dimensiones				
	Diseño de vigas exteriores			Dimensiones				
Diseño de Estribos	Muro solo			Esfuerzo admisible				
	Muro más puente			Esfuerzo admisible				
	Esfuerzos de Zapata			Esfuerzo admisible				
Diseño de Pantalla	Dimensiones de Pantalla							
Diseño de apoyos	Apoyos Elastomericos	Dimensiones de Apoyos						

Tabla 23. CUADRO DE OPERALIZACIÓN DE VARIALES.

Elaborado por: Avellaneda Carina – Samaniego José.

3.4 PROCEDIMIENTOS.

- Ubicación y recopilación de la información de la zona de influencia del proyecto.
- Establecer diferentes alternativas de cruce adecuadas.
- Elaborar los estudios de ingeniería básica, de acuerdo a la Norma A.A.S.H.T.O. – L.R.F.D. 2010.
- Estudio Topográfico:
 - Levantamiento topográfico de la zona de estudio y obtención de planos, perfiles de cauce y de accesos del puente.
 - Definición del alineamiento horizontal y perfil longitudinal del eje en los tramos de los accesos.
 - Determinación de las características geométricas (ancho) de la calzada, bermas y cunetas en las diferentes zonas de corte y relleno de los accesos.
- Estudio de Tráfico:
 - Conteo del tráfico en la zona del proyecto (T.P.D.A.).
- Estudio de Suelos:
 - Determinación de las propiedades físicas y mecánicas.
 - Estudio geológico en los márgenes donde se ubicarán los estribos del puente.
- Estudio Hidrológico e Hidráulico:
 - Obtención de datos de crecidas máximas y mínimas características de la cuenca.
 - Forma de la cuenca, condición climática de la zona del proyecto.
- Estudios Complementarios:
 - Realizar la señalización horizontal y vertical del puente.
- Diseño estructural:
 - Análisis estructural que comprenderá la realización de la memoria estructural, planos estructurales, planos de implantación del puente.
- Calcular el presupuesto referencial:
- Evaluación económica de factibilidad.
- Análisis de precios unitarios.

- Especificaciones Técnicas.
- Detallar el cronograma valorado de trabajo.
- Presentar a detalle la alternativa planteada.
- Realización del informe final del proyecto de graduación.

3.5 PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS.

Los datos obtenidos en cada uno de los estudios de ingeniería básica, mediante los métodos e instrumentos antes mencionados, proporcionaran las ideas necesarias sobre cómo desarrollar el diseño más adecuado para el sitio escogido, teniendo en cuenta su estética, economía y de seguridad, el mismo que será plasmado y entregado al Gobierno Autónomo Descentralizado Rural Santiago de Químiag, con el fin de que se lo ponga en marcha, beneficiando así a la productividad económica de las comunidades del sector y al mejoramiento de la viabilidad para la transportación agrícola y ganadera de la parroquia Químiag.

CAPÍTULO IV

4. ESTUDIOS REALIZADOS.

4.1 ESTUDIO TOPOGRÁFICO.

4.1.1 ANTECEDENTES

Topográficamente el área definida para el desarrollo del proyecto presenta un relieve montañoso regular a una altura de 3.472 m.s.n.m.; el proyecto del puente sobre la quebrada Quillán se ubica en las coordenadas de referencia (774.164,42 E, 9°818.189,64 S).

4.1.2 TRABAJOS DE CAMPO DEL LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO.

LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO.

Para la realización del levantamiento, se concurrió al lugar el día 9 de noviembre del 2015. Los trabajos que se realizaron, se describen a continuación:

- Para determinar la información topográfica de coordenadas U.T.M., se utilizó una estación total modelo SET620K marca SOKKIA y un G.P.S. estacionario que por sus características proporciona una ubicación georeferenciada exacta.
- Se colocaron 2 estaciones [EST. 1 (9817903,913 m ; 773721,028 m) y EST. 2 (9817903,5,21 m ; 773794,082 m)]; estas estaciones han sido colocadas a los lados de la vía existente; se levantó un total de 720 puntos que se referenciaron mediante clavos de acero y estacas de madera (*ver Anexo 5a*).

- Se procedió al levantamiento del sitio y toda la faja de terreno involucrada en el proyecto; se tomó los puntos de detalle de fondos, espejos de agua y bordes de talud de la quebrada Quillán, a lo largo de aproximadamente 100 m aguas arriba y 100 m aguas abajo del punto de cruce; se tomó también, puntos de detalle de los accesos de la vía existente y bordes de talud.
- Se levantó el trazo actual de los accesos hacia el lugar de estudio.

4.1.3 TRABAJOS DE GABINETE DE PROCESAMIENTO TOPOGRÁFICO.

- Mediante el programa CivilCAD 3D, se procesó la información obtenida en campo y se procedió a realizar el dibujo, la superficie y las curvas de nivel del área requerida para el proyecto.
- Con toda esta información se generaron 3 ejes transversales al cauce; uno en el eje del proyecto y los otros dos aguas arriba y aguas abajo respectivamente a una distancia de 10 m del eje del proyecto.

4.1.4 RESULTADOS.

- Una vez terminado el levantamiento topográfico se obtuvieron planos topográficos en los cuales se encuentra delimitada el área requerida para el proyecto.

ESTADO ACTUAL

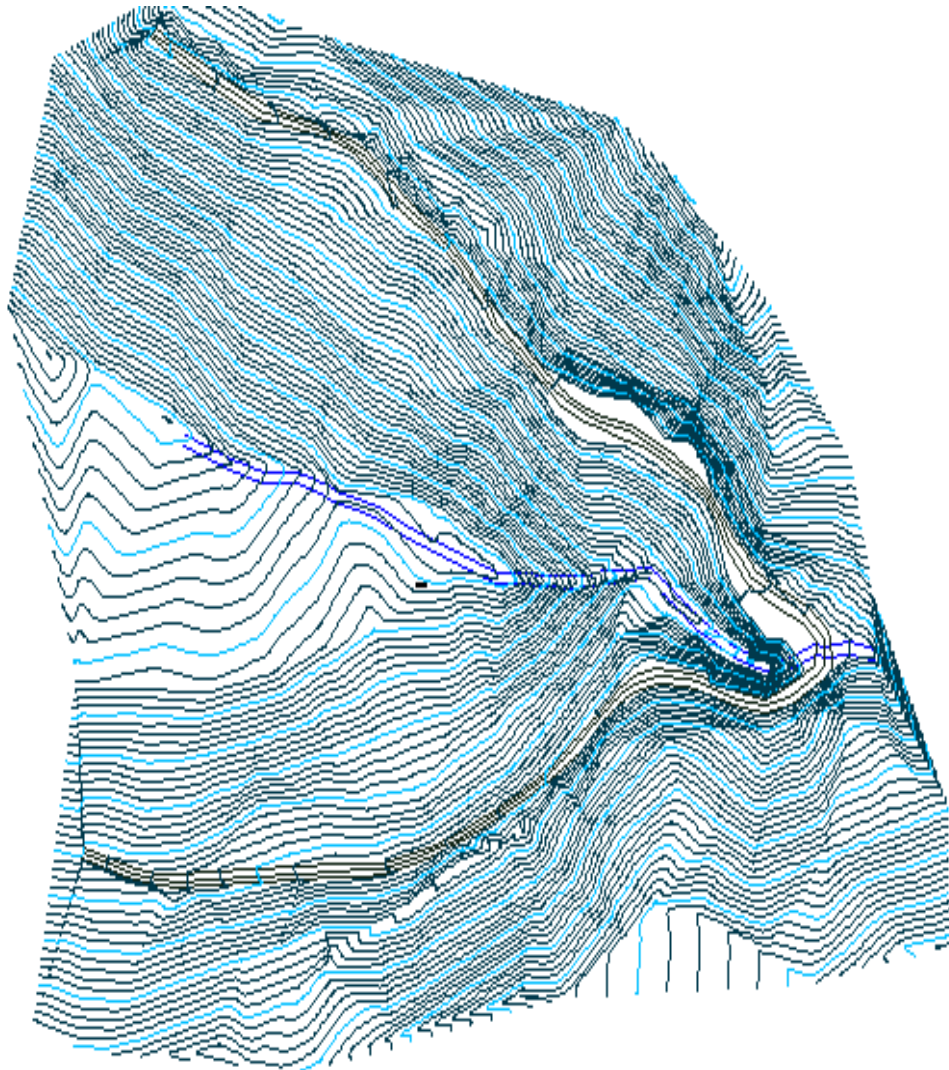


Ilustración 60. ESTADO ACTUAL DE LA QUEBRADA QUILLÁN.

Elaborado por: Avellaneda Carina – Samaniego José.

4.2 ESTUDIO DE TRÁFICO Y PROYECCIÓN VEHÍCULAR.

4.2.1 ANTECEDENTES.

Un factor predominante, necesario es el estudio del tráfico que se debe realizar para el análisis dentro del diseño de la vía. Considerando que el volumen y las dimensiones de los vehículos circulantes influyen en su diseño geométrico.

4.2.2 ALCANCE.

El alcance del trabajo, consiste en la realización de los estudios de tráfico mediante los aforos o conteos manuales de los vehículos que transitan por la zona en base a una clasificación.

El conteo de tráfico se ejecutará durante una semana completa, tomando datos las 24 horas del día ininterrumpidamente. Con esto se determinará el volumen existente en la zona y se logrará hacer una proyección a 50 años utilizando las tasas de crecimiento establecidas para la provincia que en nuestro caso es la provincia de Chimborazo.

4.2.3 UBICACIÓN DEL PUNTO DE ANÁLISIS.



Ilustración 61. UBICACIÓN DE LA ESTACIÓN DE CONTEO.

Elaborado por: Avellaneda Carina – Samaniego José.

4.2.4 FINALIDAD DE LA COMPOSICIÓN DEL TRÁFICO.

Un factor predominante, necesario es el estudio del tráfico que se debe realizar para el análisis dentro del diseño de la vía. Considerando que el volumen y las dimensiones de los vehículos circulantes influyen en su diseño geométrico.

El establecer el número de vehículos que transitan en el sector de la Quebrada de Quillán perteneciente a la parroquia de Químiag, para comprender la dinámica de flujo vehicular y el volumen que éste genera. Se parte de la toma de datos en el campo partiendo de colocar puntos estratégicos donde se realiza el conteo del tráfico vehicular existente en la vía, mediante la utilización de una cámara la cual nos brinda el conteo vehicular las 24 horas durante los 7 días de la semana.

4.2.5 TASA DE CRECIMIENTO VEHÍCULAR.

El tráfico como concepto también puede hacer referencia al tránsito de vehículos en áreas urbanas, donde siempre es abundante y, en algunos casos, pareciera hasta interminable.

El volumen y la composición del tráfico hace referencia también al tránsito vehicular actual, es decir, que los datos obtenidos para el diseño del puente a 50 años se basan en la tasa de crecimiento vehicular.

Tomando en cuenta con las disposiciones emitidas por la Dirección de Estudios – Departamento de Factibilidad del Ministerio de Transportes y Obras Públicas del Ecuador M.T.O.P. Estas disposiciones permiten la realización del diseño geométrico de la vía y el diseño estructural del pavimento.

Los siguientes son los datos obtenidos en el estudio:

TASA DE CRECIMIENTO VEHICULAR				
TIPO DE VEHÍCULOS	PERÍODO			PROMEDIO
	2010-2015	2015-2020	2020-2030	
Livianos	3,44	3,1	2,82	3,12
Buses	1,17	1,05	0,96	1,06
Camiones	2,9	2,61	2,38	2,63

Tabla 24. TASA DE CRECIMIENTO VEHICULAR.

Fuente: Ministerio de Transportes y Obras Públicas.

Tráfico Proyectado:

$$Tp = Ta(1 + i)^n$$

Tráfico Desviado:

$$Td = 0,20 (Tp)$$

Tráfico Generado:

$$Tg = 0,25 (Tp)$$

4.2.6 CÁLCULO DEL TRÁFICO PROMEDIO DIARIO ANUAL (T, P.D.A.).

La unidad de medida en el tráfico de una carretera es el volumen del tráfico promedio diario anual cuya abreviación es el T.P.D.A. Para su cálculo, se debe tomar en cuenta lo siguiente:

- En vías de un solo sentido de circulación, el tráfico será el contado en ese sentido.
- En vías de dos sentidos de circulación, se tomará el volumen de tráfico en las dos direcciones. Normalmente para este tipo de vías, el número de vehículos al final del día es semejante en los dos sentidos de circulación.

Para determinar el T. P.D.A. lo ideal sería disponer de los datos de una estación de conteo permanente que permita conocer las variaciones diarias, semanales y estacionales. Además, convendría disponer del registro de datos de un período de varios años que proporcione una base confiable para pronosticar el crecimiento de tráfico que se puede esperar en el futuro.

En lo posible, las muestras semanales que se obtengan deberán corresponder a los meses y semanas más representativos del año, con el objeto de tomar en cuenta las variaciones estacionales máximas y mínimas. Los resultados que se obtienen en las investigaciones de campo (conteos manuales) (ver *Anexo 3*), son procesados con el objeto de conocer la relación que existe entre los volúmenes de tránsito de los días ordinarios respecto a los correspondientes a los fines de semana y realizar los ajustes respectivos para obtener el T.P.D.A semanal.

T.P.D.A. QUIMIAG EN EL SECTOR DE LA QUEBRADA DE QUILLAN				
TIPO DE VEHICULO	TRÁFICO ACTUAL	INDICE DE CRECIMIENTO	Nº DE AÑOS DE PROTECCIÓN	TRÁFICO FUTURO
Liviano	157	3,12	50	728,21
Buses	17	1,06	50	28,8
Camiones	31	2,63	50	114,04
Motos	15	3,12	50	69,7
Σ Tráfico Futuro				940,75
	Tráfico desviado		Td =	235
	Tráfico generado		Tg =	188
	Tráfico por desarrollarse		Tdes =	56
			T.P.D.A. =	1420

Tabla 25. T.P.D.A. PROYECTADO 50 AÑOS PARA EL DISEÑO DEL PUENTE.

Elaborado por: Carina Avellaneda – José Samaniego

4.2.7 TRÁFICO PROMEDIO DIARIO ANUAL (T.P.D.A.) PROYECTADO A 50 AÑOS PARA EL DISEÑO DEL PUENTE.

CLASE DE CARRETERA	TRÁFICO PROYECTADO T.P.D.A.
R -I o R-II	Más de 8000
I	De 3000 a 8000
II	De 1000 a 3000
III	De 300 a 1000
IV	De 100 a 300
V	Menos de 100

Tabla 26. TRÁFICO PROYECTADO SEGÚN LA CLASE DE CARREERA Y TPDA (50 AÑOS).

Fuente: Ministerio de Transportes y Obras Públicas.

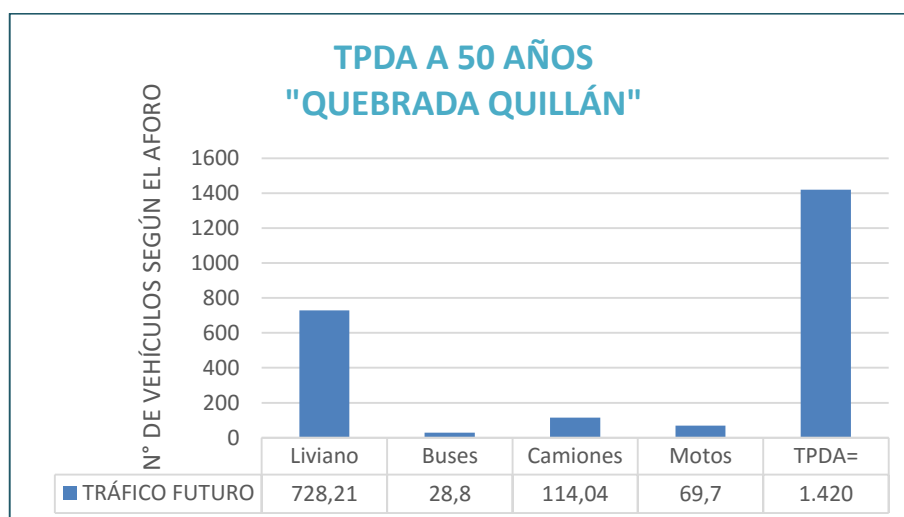


Gráfico 2. T.P.D.A. PARA 50 AÑOS – QUEBRADA QUILLÁN.

Elaborado por: Carina Avellaneda – José Samaniego.

4.2.9 CONCLUSIONES.

- El vehículo que predomina en el sector de la quebrada de Quillán, son los vehículos livianos.
- Por los datos obtenidos del T.P.D.A. y mediante la verificación de las tablas del M.T.O.P., con un tráfico proyectado a 50 años para el diseño del puente, el ancho recomendable de la vía será 7 m. (ver Anexo 4).

4.3 ESTUDIO GEOLÓGICO Y GEOTÉCNICO.

Los estudios de suelos para cimentaciones de cualquier proyecto exigen el conocimiento previo de las características del terreno de apoyo y del entorno donde se ubica la obra prevista. Las características del terreno de apoyo se determinan mediante una serie de actividades que en su conjunto se denomina Estudio de Suelos para Cimentaciones y deben suministrar datos suficientes del subsuelo que permitan definir las propiedades geotécnicas más importantes de los suelos y materiales existentes en el sitio de ubicación del sitio a investigar.

El presente estudio de suelos, se apoyó en pruebas y ensayos de laboratorio, las cuales fueron realizadas a las muestras del material obtenidas en una perforación realizada en área actual del proyecto, hasta una profundidad de 4,00 mts.

4.3.1 GEOLOGÍA

En la zona de influencia encontramos afloramientos rocosos, estas son áreas en las cuales la superficie del terreno está constituida por capas de rocas expuestas, sin desarrollo de vegetación, generalmente dispuestas en laderas abruptas, formando escarpes y acantilados; así como zonas de rocas desnudas relacionadas con la actividad volcánica o glacial. Asociados con los afloramientos rocosos se pueden encontrar depósitos de sedimentos finos y gruesos, de bloques o de cenizas. (Uriel Gonzalo Murcia García, 2009).

Además, se encuentran suelos de orden Entisol mismos que son suelos minerales derivados tanto de materiales aluviónicos como residuales, de textura moderadamente gruesa a fina. Suelos del orden Inceptisol que son suelos formados de depósitos fluviónicos como residuales, y están formados por materiales líticos de naturaleza volcánica y sedimentaria. Suelos del orden Molisol, superficiales, moderadamente profundos, desarrollados de materiales volcánicos y sedimentarios; tienen horizontes superficiales oscurecidos, estructurados en gránulos bien desarrollados de consistencia friable y dotada de suficientemente bases químicas, principalmente Calcio y Magnesio.

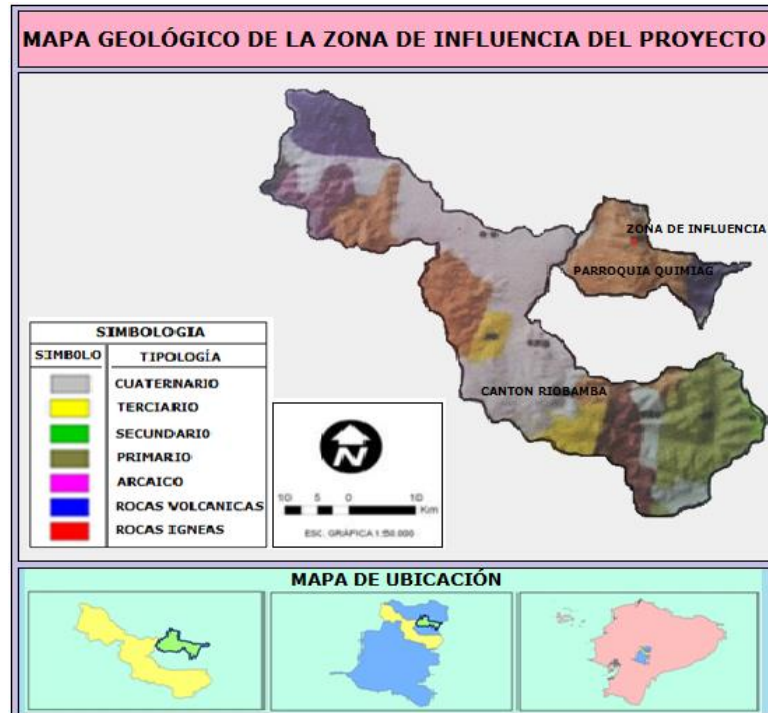


Ilustración 62. MAPA GEOLOGICO DE LA ZONA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO.

Fuente: Atlas de la provincia de Chimborazo.

4.3.2 ANTECEDENTES.

Para efectuar el estudio de Mecánica de Suelos en la zona del proyecto, se realiza la exploración del subsuelo en el sitio, misma que se realiza con base en las características estratigráficas del sitio, para lo cual se realiza una perforación hasta una profundidad de 4,00 metros, mediante sondeos con equipos manuales de perforación o método S.P.T (Ensayo de Penetración Estándar) según la Norma A.S.T.M. D 1586 - 67, localizados en los sitios cercanos a los apoyos del puente.

La profundidad de los sondeos se definió de acuerdo a las características estratigráficas del sitio, tomando los siguientes criterios para suspender los sondeos:

- a. Cuando se penetran 6,00 m. en arenas y arcillas con número de golpes mayor a 40 en la prueba de penetración estándar.
- b. Cuando se detecta una masa rocosa, verificando el espesor de ésta, de 4,00 m. como mínimo.

**4.3.3 ENSAYO DE PENETRACIÓN ESTÁNDAR O S.P.T.
(Standard Penetration Test).**

Consiste básicamente en contar el número de golpes “N” que se necesitan para introducir dentro un estrato de suelo, un toma-muestras (cuchara partida) de 30 cm. De largo, a diferentes profundidades (generalmente con variación de metro en metro). Él toma muestras es golpeado bajo energía constante, con una maza en caída libre de 140 lb. (33,5 Kg.) y una altura de caída de 30 plg. (76,2 cm.).

EQUIPO UTILIZADO.



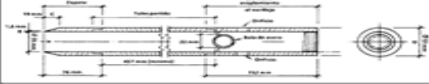
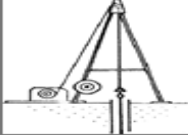


<p>PESA DE 140 LB. (63,5 KG.) CON UNA ALTURA DE CAÍDA DE 30 PLG. (76,2 CM.).</p>	
<p>BARRAS Y BRAZOS DE PERFORACIÓN.</p>	
<p>MUESTREADOR O TUBO PARTIDO.</p>	
<p>TRÍPODE DE CARGA</p>	
<p>FLEXOMETRO</p>	
<p>FUNDAS PLASTICAS</p>	

Ilustración 63. EQUIPO UTILIZADO EN EL ENSAYO S.P.T.

Elaborado por: Carina Avellaneda – José Samaniego.

PROCEDIMIENTO DEL ENSAYO DE PENETRACIÓN ESTÁNDAR O S.P.T. (NORMA A.S.T.M. D1586 - 67).

El muestreo se enrosca al extremo de la tubería de perforación y se baja hasta el manto de arena sobre el cual se va a hacer la prueba. Previamente el fondo del pozo debe haberse limpiado para garantizar que el material no este alterado.

1. Se coloca el martillo en posición y se eleva con un cable accionado manual o mecánicamente.
2. Se marca el extremo superior de la tubería entre partes de a 15 cm para observar el avance del muestreador.
3. Se deja caer el martillo sobre el cabezote de la tubería de perforación y se contabiliza el número de golpes aplicados con la altura especificada, para cada uno de los 15 cm de segmentos marcados.
4. Se extrae el muestreador y se abre, se debe registrar la longitud de la muestra, su peso y describir sus características.

TRABAJOS DE LABORATORIO.

Una vez obtenidas las muestras In-Situ, manteniéndolas en estado inalterado, se realizaron los diferentes ensayos de laboratorio consistentes en determinar:

TIPO DE ENSAYO	DESIGNACIÓN	
	A.A.S.H.T.O.	A.S.T.M.
Análisis Granulométrico de los Suelos.	T - 88	D - 422
Límite Líquido de los Suelos.	T - 89	D - 423
Límite Plástico e Índice de Plasticidad de los Suelos.	T - 90	D - 424
Humedad Natural.	-	D - 2216
Clasificación S.U.C.S.	-	D - 2487
Peso Unitario.	-	C - 97

Tabla 27. ENSAYO DE S.P.T. – TIPO DE ENSAYO SEGÚN LA A.A.S.H.T.O. MUESTRA N° 01.

Elaborado por: Carina Avellaneda – José Samaniego.

4.3.4 RESULTADOS DEL ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO.

MUESTRA N° 1.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA CIVIL					
INFORME DE ENSAYO GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (NORMA ASTM D 422)					
INFORMACIÓN GENERAL					
REALIZADO SOBRE:	QUEBRADA QUILLAN		UBICACIÓN:	PARROQUIA QUIMIAG	
MUESTRA N°:	1		ORIGEN M.:	QUEBRADA QUILLAN	
TAMIZ N°	TAMIZ mm.	PESO RETENIDO PARCIAL g.	PESO RETENIDO ACUMULADO g.	%RETENIDO ACUMULADO	% PASA
4	4,75	25	10,50	11,74	88,26
10	2,00	40	16,81	30,52	69,48
40	0,425	70	29,41	63,38	36,62
100	0,25	41	17,23	82,63	17,37
200	0,75	25	10,50	0,00	100,00
BANDEJA		37	15,55	100,00	0,00
TOTAL		238			

GRAVA	0
ARENA	95
FINOS	17

Tabla 28. ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO – MUESTRA N° 1.

Elaborado por: Avellaneda Carina – Samaniego José.

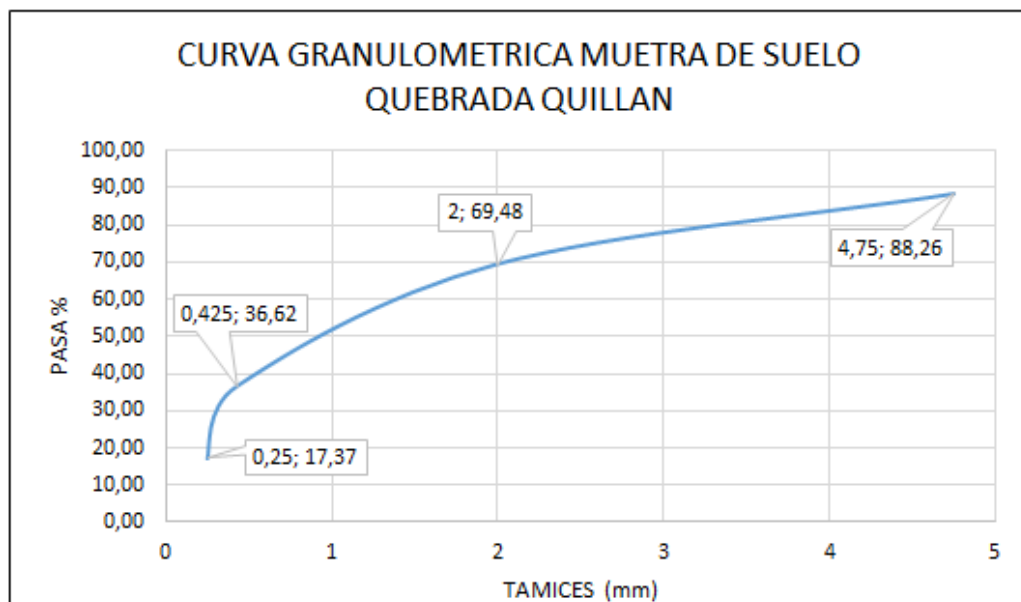


Gráfico 3. CURVA GRANULOMÉTRICA MUESTRA N° 1 SUELO - QUEBRADA QUILLÁN.

Elaborado por: Avellaneda Carina – Samaniego José.

MUESTRA N° 2.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA CIVIL					
INFORME DE ENSAYO GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (NORMA ASTM D 422)					
INFORMACIÓN GENERAL					
REALIZADO SOBRE:	QUEBRADA QUILLAN		UBICACIÓN:	PARROQUIA QUIMIAG	
MUESTRA N°:	2		ORIGEN M.:	QUEBRADA QUILLAN	
TAMIZ N°	TAMIZ mm.	PESO RETENIDO PARCIAL g.	PESO RETENIDO ACUMULADO g.	%RETENIDO ACUMULADO	% PASA
4	4,75	32	12,65	13,97	86,03
10	2,00	32	12,65	27,95	72,05
40	0,425	84	33,20	64,63	35,37
100	0,25	45	17,79	84,28	15,72
200	0,75	24	9,49	0,00	100,00
BANDEJA		36	14,23	100,00	0,00
TOTAL		253			

GRAVA	0
ARENA	97
FINOS	16

Tabla 29. ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO – MUESTRA N° 2.

Elaborado por: Avellaneda Carina – Samaniego José.

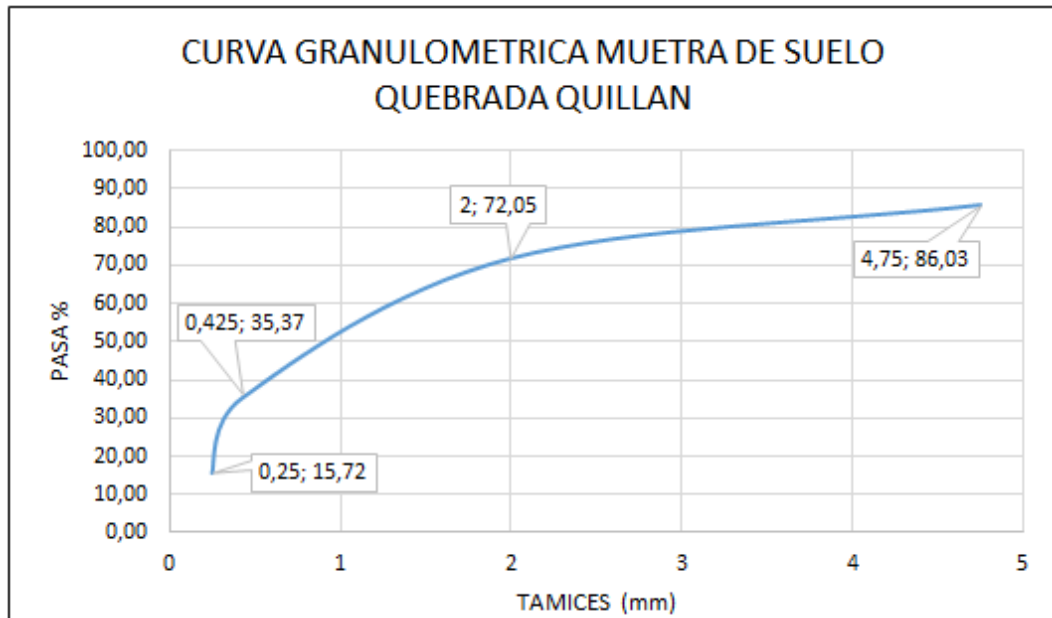


Gráfico 4. CURVA GRANULOMÉTRICA MUESTRA N° 2 SUELO - QUEBRADA QUILLÁN.

Elaborado por: Avellaneda Carina – Samaniego José.

MUESTRA N° 3.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA CIVIL					
INFORME DE ENSAYO GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (NORMA ASTM D 422)					
INFORMACIÓN GENERAL					
REALIZADO SOBRE:	QUEBRADA QUILLAN		UBICACIÓN:	PARROQUIA QUIMIAG	
MUESTRA N°:	1		ORIGEN M.:	QUEBRADA QUILLAN	
TAMIZ N°	TAMIZ mm.	PESO RETENIDO PARCIAL g.	PESO RETENIDO ACUMULADO g.	%RETENIDO ACUMULADO	% PASA
4	4,75	80	28,17	29,85	70,15
10	2,00	50	17,61	48,51	51,49
40	0,425	82	28,87	79,10	20,90
100	0,25	38	13,38	93,28	6,72
200	0,75	16	5,63	0,00	100,00
BANDEJA		18	6,34	100,00	0,00
TOTAL		284			

GRAVA	0
ARENA	131
FINOS	9

Tabla 30. ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO – MUESTRA N° 3

Elaborado por: Avellaneda Carina – Samaniego José.

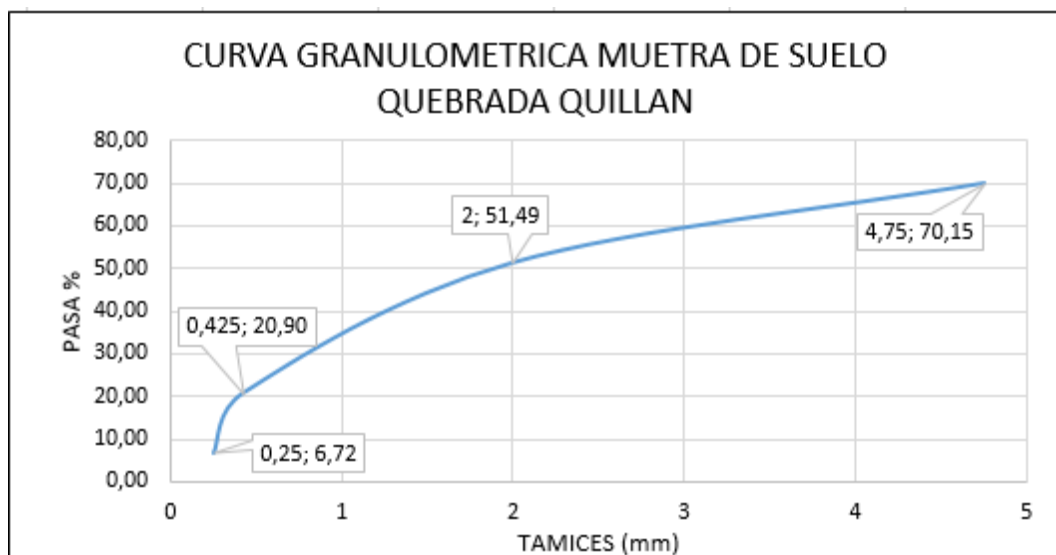


Gráfico 5. CURVA GRANULOMÉTRICA MUESTRA N° 3 SUELO - QUEBRADA QUILLÁN.

Elaborado por: Avellaneda Carina – Samaniego José.

4.3.5 RESULTADO DEL ENSAYO DE LOS LÍMITES DE ATTERBERG.

MUESTRA N° 1.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO		FACULTAD DE INGENIERIA		ESCUELA CIVIL				
INFORME DE ENSAYO DE LÍMITE LÍQUIDO Y LÍMITE PLÁSTICO (NORMA ASTM D 4318, INEN 691, INEN 692)  								
INFORMACIÓN GENERAL								
REALIZADO SOBRE:	QUEBRADA QUILLAN			UBICACIÓN:	PARROQUIA QUIMIAG			
MUESTRA N°:	1			ORIGEN M.:	QUEBRADA QUILLAN			
MUESTRA N°	RECIPIENTE N°	NUMERO DE GOLPES	MASA RECIP + SUELO HUMEDO	MASA RECIP + SUELO SECO	MASA RECIPIENTE	MASA DEL AGUA	MASA SUELO SECO	CONTENIDO DE AGUA W
LÍMITE LIQUIDO								
1	1	30	19.50	18.10	14.30	1.40	3.80	36.84%
	2	18	27.20	24.70	18.20	2.50	6.50	38.46%
	3	6	25.90	23.30	17.40	2.60	5.90	44.07%

Tabla 31. LÍMITES DE ATTERBERG – MUESTRA N° 1.

Elaborado por: Avellaneda Carina – Samaniego José.

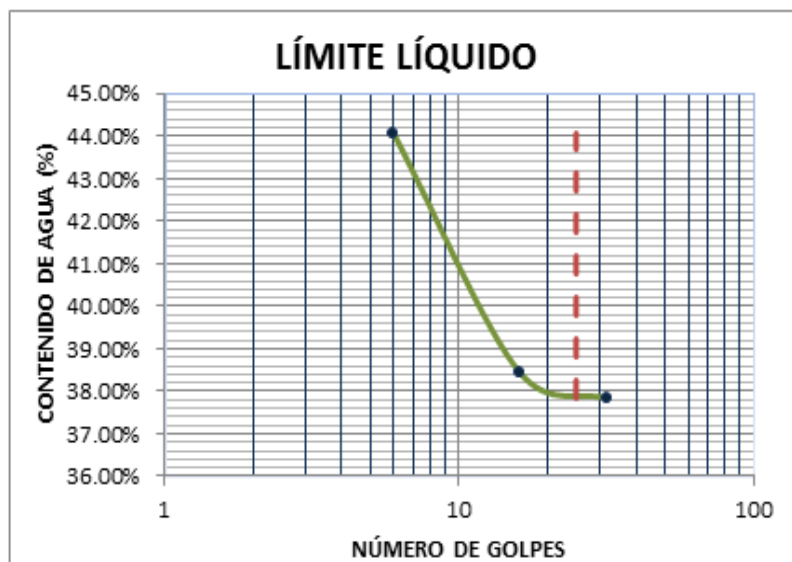


Gráfico 6. LÍMITE LÍQUIDO MUESTRA N° 1.

Elaborado por: Avellaneda Carina – Samaniego José.

NOTA: SUELO NO PLASTICO.

RESULTADO:	Límite Líquido	WL =	37.25%
-------------------	-----------------------	-------------	---------------

MUESTRA N° 2.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA CIVIL



INFORME DE ENSAYO DE LÍMITE LÍQUIDO Y LÍMITE PLÁSTICO (NORMA ASTM D 4318, INEN 691, INEN 692)								
INFORMACIÓN GENERAL								
REALIZADO SOBRE:	QUEBRADA QUILLAN				UBICACIÓN:	PARROQUIA QUIMIAG		
MUESTRA N°:	2				ORIGEN M.:	QUEBRADA QUILLAN		
MUESTRA N°	RECIPIENTE N°	NUMERO DE GOLPES	MASA RECIPI + SUELO HUMEDO	MASA RECIPI + SUELO SECO	MASA RECIPIENTE	MASA DEL AGUA	MASA SUELO SECO	CONTENIDO DE AGUA W
LÍMITE LIQUIDO								
1	1	32	19.00	17.80	14.40	1.20	3.40	35.29%
	2	16	22.80	20.40	14.10	2.40	6.30	38.10%
	3	6	22.60	19.80	14.50	2.80	5.30	52.83%

Tabla 32. LÍMITES DE ATTERBERG – MUESTRA N° 2.

Elaborado por: Avellaneda Carina – Samaniego José.

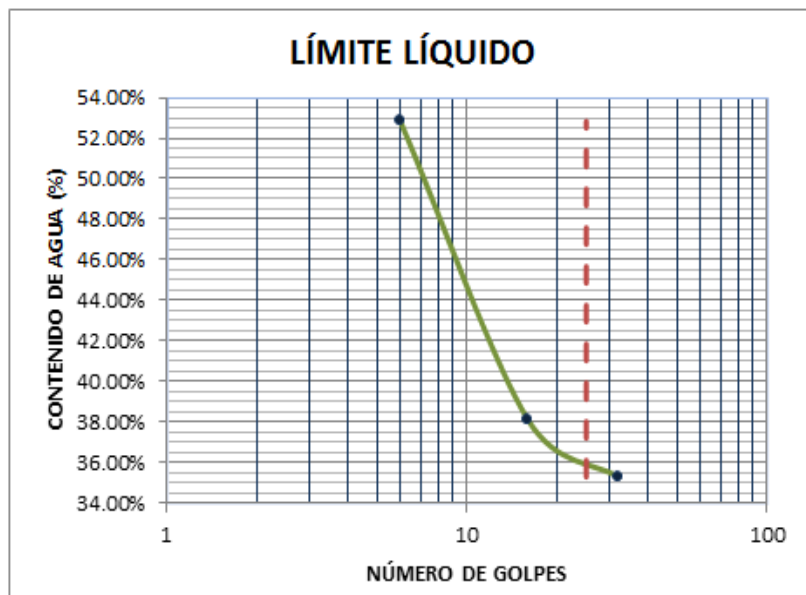


Gráfico 7. LÍMITE LÍQUIDO MUESTRA N° 2.

Elaborado por: Avellaneda Carina – Samaniego José.

RESULTADO:	Límite Líquido	WL	35.90%
-------------------	-----------------------	-----------	---------------



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA CIVIL



INFORME DE ENSAYO DE LÍMITE LÍQUIDO Y LÍMITE PLÁSTICO (NORMA ASTM D 4318, INEN 691, INEN 692)							
INFORMACIÓN GENERAL							
REALIZADO SOBRE:	QUEBRADA QUILLAN			UBICACIÓN:	PARROQUIA QUIMIAG		
MUESTRA N°:	2			ORIGEN M.:	QUEBRADA QUILLAN		
MUESTRA N°	RECIPIENTE N°	MASA RECIPI + SUELO HUMEDO	MASA RECIPI + SUELO SECO	MASA RECIPIENTE	MASA DEL AGUA	MASA SUELO SECO	CONTENIDO DE AGUA W
LIMITE PLASTICO							
1	1	14.60	14.50	14.20	0.10	0.30	33.33%
	2	15.20	15.10	14.70	0.10	0.40	25.00%
							29%

Tabla 33. LÍMITE PLASTICO MUESTRA N° 2.

Elaborado por: Avellaneda Carina – Samaniego José.

MUESTRA N° 3.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA CIVIL



INFORME DE ENSAYO DE LÍMITE LÍQUIDO Y LÍMITE PLÁSTICO (NORMA ASTM D 4318, INEN 691, INEN 692)								
INFORMACIÓN GENERAL								
REALIZADO SOBRE:	QUEBRADA QUILLAN			UBICACIÓN:	PARROQUIA QUIMIAG			
MUESTRA N°:	3			ORIGEN M.:	QUEBRADA QUILLAN			
MUESTRA N°	RECIPIENTE N°	NUMERO DE GOLPES	MASA RECIPI + SUELO HUMEDO	MASA RECIPI + SUELO SECO	MASA RECIPIENTE	MASA DEL AGUA	MASA SUELO SECO	CONTENIDO DE AGUA W
LIMITE LIQUIDO								
1	1	26	21.60	19.80	14.30	1.80	5.50	32.73%
	2	14	23.00	20.80	14.20	2.20	6.60	33.33%
	3	7	21.30	19.30	13.90	2.00	5.40	37.04%

Tabla 34. LÍMITE LÍQUIDO Y LÍMITE PLÁSTICO MUESTRA N° 3.

Elaborado por: Avellaneda Carina – Samaniego José.

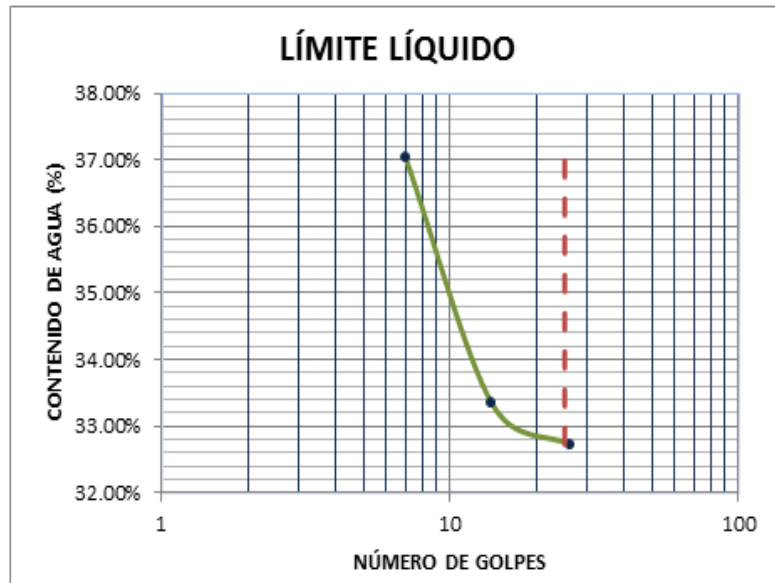


Gráfico 8. LIMITE LÍQUIDO – MUESTRA N° 3.

Elaborado por: Avellaneda Carina – Samaniego José.

RESULTADO:	Límite Líquido	WL =	32.70%
-------------------	-----------------------	-------------	---------------



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA CIVIL



INFORME DE ENSAYO DE LÍMITE LÍQUIDO Y LÍMITE PLÁSTICO (NORMA ASTM D 4318, INEN 691, INEN 692)							
INFORMACIÓN GENERAL							
REALIZADO SOBRE:	QUEBRADA QUILLAN			UBICACIÓN:	PARROQUIA QUIMIAG		
MUESTRA N°:	3			ORIGEN M.:	QUEBRADA QUILLAN		
MUESTRA N°	RECIPIENTE N°	MASA RECIPI + SUELO HUMEDO	MASA RECIPI + SUELO SECO	MASA RECIPIENTE	MASA DEL AGUA	MASA SUELO SECO	CONTENIDO DE AGUA W
LIMITE PLASTICO							
1	1	19.00	14.70	18.60	4.30	14.70	29.25%
	2	14.80	14.60	14.20	0.20	0.40	50.00%
							40%

Tabla 35. LÍMITE PLASTICO MUESTRA N° 2.

Elaborado por: Avellaneda Carina – Samaniego José.

4.3.6 RESULTADOS DE LA CLASIFICACIÓN DEL SISTEMA UNIFICADO DE LA CLASIFICACIÓN DE SUELOS (S.U.C.S.).

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA CIVIL						
CLASIFICACIÓN S.U.C.S.						
INFORMACIÓN GENERAL						
REALIZADO SOBRE:	QUEBRADA QUILLAN		UBICACIÓN:	PARROQUIA QUIMIAG		
MUESTRA SUELO	% GRAVA	% ARENA	% FINOS	LL %	L.P. %	I.P. %
1	0	95	17	37	-	NO PLASTICO
2	0	97	16	35	29	6
3	0	131	9	32	40	NO PLASTICO

Tabla 36. DATOS OBTENISOD DE LOS ENSAYOS DE GRANULOMETRÍA Y LÍMITES DE ATTERBERG, 2013.

Elaborado por: Avellaneda Carina – Samaniego José.

GRAVAS Más de la mitad de la fracción gruesa es retenida por el tamiz número 4 (4,76 mm)	Gravas con finos (apreciable cantidad de finos)	GM	Gravas limosas, mezclas grava-arena-limo.
		GC	Gravas arcillosas, mezclas grava-arena-arcilla.

Tabla 37. CLASIFICACIÓN S.U.C.S.

Fuente: Sistema unificado de clasificación de suelos (S.U.C.S.).

Según SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACION DE SUELOS (S.U.C.S.) basado en la Norma A.S.T.M. D 2487, y luego de haber realizado las pruebas para obtener datos como el contenido de humedad, el análisis granulométrico, los límites líquido y plástico y el índice de plasticidad los cuales permiten obtener la distribución de tamaños de partícula del suelo y los contenidos de humedad de frontera entre diferentes estados de consistencia.

Podemos asegurar que la muestra obtenida en la QUEBRADA QUILLÁN se trata de un SUELO COHESIVO de GRAVA ARCILLOSA (GC) ya que más de la fracción gruesa es retenida por el tamiz N° 4 (tamaño 4,75 mm.).

Debemos determinar si la muestra se encuentra sobre o debajo de la línea "A" según la Carta de Plasticidad.

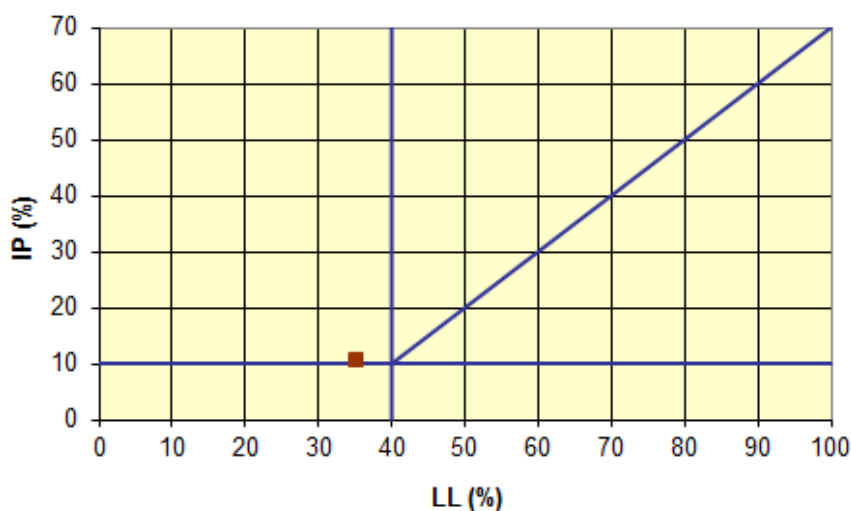


Ilustración 64. CARTA DE PLASTICIDAD.

Fuente: Clasificación A.A.H.S.T.O.

ÍNDICE DE PLASTICIDAD Y LÍMITE LÍQUIDO. QUEBRADA DE QUILLÁN QUÍMIAG - CHIMBORAZO		
MUESTRA N° 1.	MUESTRA N°2	MUESTRA N° 3
$I_{pa} = 0,733(LL - 20)$	$I_{pa} = 0,733(LL - 20)$	$I_{pa} = 0,733(LL - 20)$
$I_{pa} = 0,733(37 - 20)$	$I_{pa} = 0,733(35 - 20)$	$I_{pa} = 0,733(32 - 20)$
$I_{pa} = 12,461$	$I_{pa} = 10,995$	$I_{pa} = 8,796$

Tabla 38. ÍNDICE DE PLASTICIDAD Y LÍMITE LÍQUIDO.

Elaborado por: Avellaneda Carina – Samaniego José.

Dónde:

I_{pa} = Índice de Plasticidad.

LL = Límite Líquido.

4.3.7 RESULTADOS DEL ENSAYO DE LA HUMEDAD NATURAL.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA CIVIL



INFORME DE ENSAYO DE LÍMITE LÍQUIDO Y LÍMITE PLÁSTICO (NORMA ASTM D 4318, INEN 691, INEN 692)			
INFORMACIÓN GENERAL			
REALIZADO SOBRE:	QUEBRADA QUILLAN	UBICACIÓN:	PARROQUIA QUIMIAG

ESTRATO	MUESTRA N°	RECIPIENTE N°	MASA RECIPIENTE	MASA RECIPI + SUELO HUMEDO	MASA RECIPI + SUELO SECO	MASA SUELO HÚMEDO	MASA SUELO SECO	MASA DEL AGUA	PORCENTAJE DE HUMEDAD	HUMEDAD PROMEDIO
1	1	A	14.00	22.00	19.80	8.00	5.80	2.20	37.93%	39.57%
	2	B	14.10	22.80	20.00	8.70	5.90	2.80	47.46%	
	3	C	14.20	23.00	20.80	8.80	6.60	2.20	33.33%	

Tabla 39. ENSAYO DE HUMEDAD - QUEBRADA QUILLÁN.

Elaborado por: Avellaneda Carina – Samaniego José.

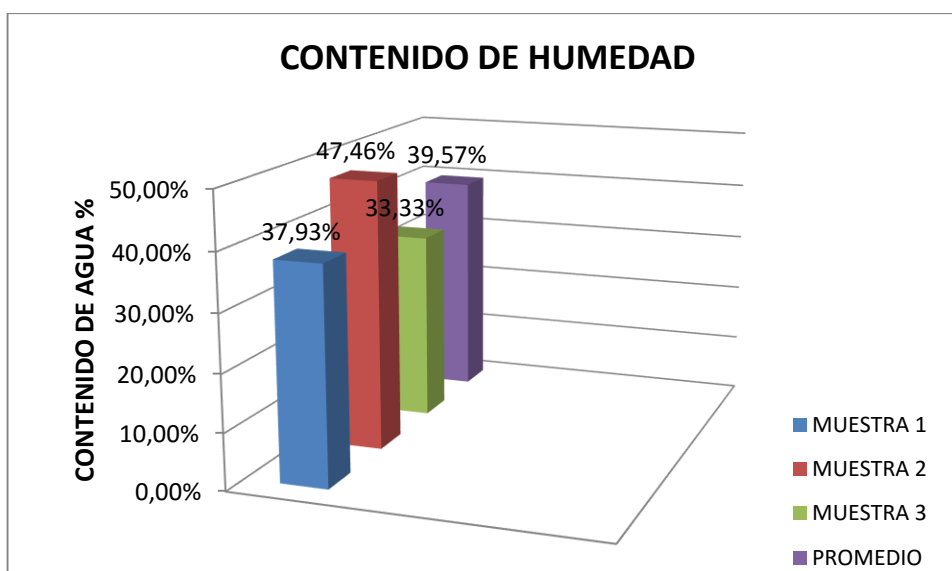


Gráfico 9. CONTENIDO DE HUMEDAD.

Elaborado por: Avellaneda Carina – Samaniego José.

4.3.8 RESULTADOS DEL ENSAYO DE PESO ESPECÍFICO.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA CIML				
INFORME DE ENSAYO DEL PESO ESPECÍFICO				
INFORMACIÓN GENERAL				
REALIZADO SOBRE:	QUEBRADA QUILLAN	UBICACIÓN:	PARROQUIA QUIMIAG	
DESCRIPCION		ENSAYOS		
		1	2	3
Masa de la muestra SSS	g	995.00	995.00	995.00
Masa del picnómetro con agua	g	1285.20	1285.20	1285.20
Masa de muestra+picnómetro+agua	g	1783.00	1771.40	1764.50
DENSIDAD SSS	g/cm ³	2.00	1.95	1.92
$\sum_{i=1}^n (PesoEspecífico_i)$		5.87		
$PesoEspecífico_{promedio}$		1.96		
$PesoEspecífico - PesoEspecífico_{promedio}$		0,04		
		0,01		
		0,04		
$(PesoEspecífico - PesoEspecífico_{promedio})^2$		0,002		
		0,000		
		0,001		
$\sum_{i=1}^n (PesoEspecífico - PesoEspecífico_{promedio})^2$		0,00327		
$\delta = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (PesoEspecífico - PesoEspecífico_{promedio})^2}{n-1}}$		0,04		
Factor de Mayoración (k)		$\delta =$ desviación estandar		0,79
		$n =$ número de ensayos		3
		$k =$ factor de mayoración		1,53
$PesoEspecífico_{CARACT} = PesoEspecífico_{promedio} - 1.34 * k * \delta$		1.87		

Tabla 40. PESO ESPECÍFICO QUEBRADA QUILLÁN.

Elaborado por: Avellaneda Carina – Samaniego José.

4.3.9 RESULTADOS DEL ENSAYO DE PENETRACIÓN ESTÁNDAR. (S.P.T.)



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA CIVIL



ENSAYO DE PENETRACIÓN ESTANDAR (ASTM D 1586)			
INFORMACIÓN GENERAL			
REALIZADO SOBRE:	QUEBRADA	UBICACIÓN:	PARROQUIA QUIMIAG


PROFUNDIDAD	N SPT (GOLPES)	N CORREGIDO	TIPO DE SUELO	SIMBOLO
1.00	23	19	GRAVA ARCILLOSA (GC)	
1.50	16	16		
2.00	22	19		
2.50	29	22		
3.00	42	29		
3.50	34	25		
4.00	63	39		

Tabla 41. ENSAYO DE PENETRACIÓN ESTÁNDAR (S.P.T.).

Elaborado por: Avellaneda Carina – Samaniego José.


RESISTENCIA DE LOS SUELOS COHESIVOS

No. de Golpes	Consistencia	Resistencia a la Compresión Simple q_u (Kg/cm ²)
< 2	Muy Blanda	< 0.25
2 - 4	Blanda	0.25 - 0.50
4 - 8	Media	0.50 - 1.00
8 - 15	Firme	1.00 - 2.00
15 - 30	Muy Firme	2.00 - 4.00
> 30	Dura	> 4.0


Tabla 42. RESISTENCIA DE LOS SUELOS COHESIVOS.

Fuente: NORMA A.S.T.M. 1586 (ENSAYO DE PENETRACIÓN ESTANDAR).

4.3.10 TABLA II RESISTENCIA DE LOS SUELOS COHESIVOS (NORMA A.S.T.M. 1586).



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA CIVIL



ENSAYO DE PENETRACIÓN ESTANDAR (ASTM D 1586)								
INFORMACIÓN GENERAL								
REALIZADO SOBRE:	QUEBRADA QUILLAN			UBICACIÓN:			PARROQUIA QUIMIAG	
NIVEL DE CIMENTACION	PROFUNDIDAD	N SPT (GOLPES)	N CORREGIDO	GRADO DE COMPACIDAD	RESISTENCIA A LA PENETRACION kg/cm ²	TRABAJO ADMISIBLE Kg/cm ²	ANGULO DE FRICCION	TIPO DE SUELO
0.50-1.00	1.00	23	19	0.5	76	1.90	38	MUY FIRME
1.00-1.50	1.50	16	16	0.5	64	1.60	36	MUY FIRME
1.50-2.00	2.00	22	19	0.5	76	1.90	45	MUY FIRME
2.00-2.50	2.50	29	22	0.5	88	2.20	46	MUY FIRME
2.50-3.00	3.00	34	25	0.5	100	2.50	48	MUY FIRME
3.00-3.50	3.50	42	29	0.5	116	2.90	49	MUY FIRME
3.50-4.00	4.00	63	39	0.7	156	3.90	47	DURA

Tabla 43. RESISTENCIA DE LOS SUELOS CHESIVOS.

Elaborado por: Avellaneda Carina – Samaniego José.

RELACIONES ENTRE q_{adm} , N, Y LA CONSISTENCIA PARA SUELOS FINOS (TERZAGHI Y PECK)

Consistencia del Suelo	N (SPT)	Capacidad de Carga Admisible (T/pie ²)	
		Zapatas Cuadradas	Zapatas Continuas
Muy blando	0 - 2	0,00 - 0,30	0,00 - 0,22
Blando	2 - 4	0,30 - 0,60	0,22 - 0,45
Mediano	4 - 8	0,60 - 1,20	0,45 - 0,90
Compacto	8 - 15	1,20 - 2,40	0,90 - 1,80
Muy compacto	15 - 30	<u>2,40 - 4,80</u>	<u>1,80 - 3,60</u>
Duro	30	mayor que 4,80	mayor que 3,60

Tabla 44. RELACIÓN TERZAGHI Y PECK.

Fuente: NORMA A.S.T.M. 1586 (ENSAYO DE PENETRACIÓN ESTANDAR).



ENSAYO DE PENETRACIÓN ESTÁNDAR (ASTM D 1586)										
INFORMACIÓN GENERAL										
REALIZADO SOBRE:	QUEBRADA QUILLAN				UBICACIÓN:	PZRRQUIA QUIMIAG				
PROFUNDIDAD	N CORREGIDO	ESTRATO	1.00	2.00	3.00	4.00	N PROMEDIO	GRADO DE COMPACIDAD	RESISTENCIA A LA PENETRACION kg/cm2	TRABAJO ADMISIBLE Kg/cm2
1.00	19	1	●				19	0.5	76	1.90
1.50	16		●						64	1.60
2.00	19		●						76	1.90
2.50	22		●						88	2.20
3.00	25	2		●			0.7	0.7	100	2.50
3.50	29	3			●		34	0.5	116	2.90
4.00	39				●				156	3.90

Tabla 45. RESISTENCIA A LA PENETRACIÓN.

Elaborado por: Avellaneda Carina – Samaniego José.

4.3.11 ESTRATIGRAFÍA.

El sub suelo está definido por series estratigráficas prácticamente horizontales, producto de su formación geológica. **NO EXISTE NIVEL FREÁTICO EN LOS SITIOS DE PERFORACIÓN.**

MANTO DE GRAVA ARCILLOSA: Capa de subsuelo en cuya composición interior predomina el contenido de **ARENA GRAVOSA PLÁSTICA NO ORGÁNICA**; de color **CAFÉ CLARO**; tiene un espesor de **0,00 a 4,00 mts.** Detectado en toda la superficie donde se levantará el proyecto.

4.3.12 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

CONCLUSIONES:

- NIVEL FREÁTICO: NO DETECTADO.
- PROFUNDIDAD DE CIMENTACIÓN.
 - 4,00 m. medidos a partir del nivel actual del terreno.
- TRABAJO ADMISIBLE DEL SUELO. $Q_a = 3,90 \text{ Kg/cm}^2$
- ÁNGULO DE FRICCIÓN INTERNA. $\phi = 47^\circ$
- DENSIDAD DEL SUELO. $D = 1,92 \text{ T/m}^3$

RECOMENDACIONES:

- El diseñador del proyecto queda en libertad de optar por otros coeficientes siempre y cuando se remita a los de las tablas y gráficos descritos anteriormente, tomando en consideración que la resistencia admisible del suelo está en función, de la profundidad y del ancho de la zapata (ver gráficos Qa vs. B).
- Los resultados del estudio de suelo, se ha considerado para los dos estribos del puente, puesto que se ha obtenido similares resultados en los análisis: granulométricos, de densidad, humedad y S.P.T.

4.4 ESTUDIO HIDROLÓGICO E HIDRAULICO.

4.4.1 ANTECEDENTES.

El puente sobre la Quebrada Quillán forma parte primordial para la comunicación entre la cabecera Parroquial de Químiag, las comunidades de: Guabulag San Antonio, Guabulag La Joya, Guabulag Alto con las comunidades del norte: Puelazo, Chilcal Pucará, Laguna San Martín.

El cruce sobre la quebrada actualmente está compuesto por una vía que no cumple con las propiedades geométricas del nuevo diseño geométrico, por lo que es necesario un puente que de seguridad y confort a las personas que circulan por esta vía, para esto es necesario realizar el estudio hidrológico e hidráulico para determinar las condiciones de diseño del puente. Se determinará los caudales máximos de diseño en el punto de ubicación del cruce, el comportamiento hidráulico de la cuenca y nivel máximo del caudal que nos permitirán plantear obras de protección y previsiones para la construcción del puente.

4.4.2 OBJETIVOS DEL ESTUDIO.

Dentro del presente estudio se busca establecer parámetros hidráulicos que influyen en el comportamiento del flujo del agua.

- Determinar el caudal máximo de creciente, para determinar el lugar de cruce del puente.
- Determinar el nivel de la superestructura, considerando el nivel máximo de crecida y el galibo vertical.
- Determinar parámetros de diseño para el mejoramiento de la vía, generar datos para diseñar el sistema de drenaje menor, calcular las cunetas y otras obras complementarias de drenaje.

Definir rubros de intervención, especificar materiales y calcular los correspondientes volúmenes de obra de las estructuras menores de drenaje vial propuestas por el actual estudio

4.4.2 CARTOGRAFÍA Y TOPOGRAFÍA.

Se utilizará las cartas topográficas emitidas por el Instituto Geográfico Militar (I.G.M.) en una escala de 1:50000, además se tiene la faja topográfica en escala 1:1000 levantada por el personal de campo, en la que abarca toda el área de influencia del proyecto vial con un grado alto de detalle.

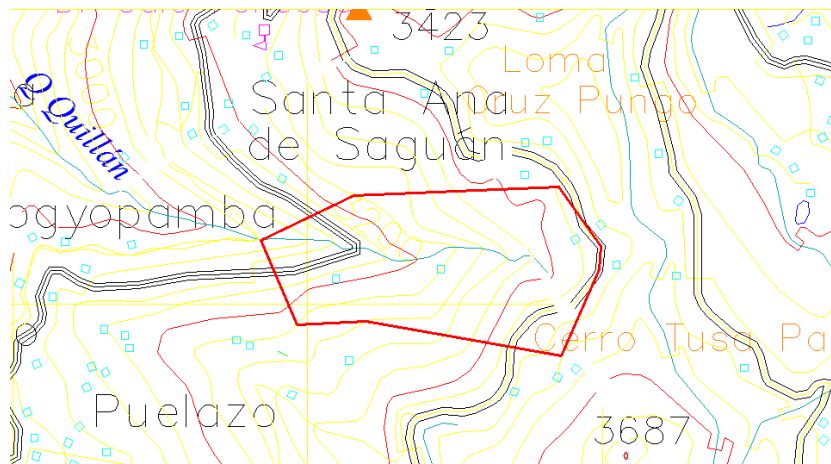


Ilustración 65. CARTA TOPOGRÁFICA I.G.M. (QUEBRADA QUILLÁN).

Elaborado por: Avellaneda Carina – Samaniego José.

ESTUDIO DE LA CUENCA SOBRE LA QUEBRADA DE QUILLÁN	
Área de la Cuenca	487.233,14 m ²
Perímetros de la Cuenca	2.911,08 m

Tabla 46. ÁREA Y PERÍMETRO SOBRE LA QUEBRADA QUILLÁN.

Elaborado por: Avellaneda Carina – Samaniego José.

4.4.3 BIOCLIMA Y ECOLOGÍA.

Clima diverso, modificado por la altitud, frío glacial 3.687 m.s.n.m. a templado 2.816 m.s.n.m., el clima en el sector se caracteriza por temperaturas medias mensuales que varían de 12 a 14 grados centígrados, precipitaciones entre 500 a 700 mm anuales, lo que permite clasificarlo como un clima templado. La humedad relativa es de 80 a 85 %.

PRECIPITACIONES	Mayores a 60 mm.	Máximas de 80 – 85 mm.	Mínimas de 6 a 10 mm.	Máxima en 24 horas
	Enero a Mayo	Abril	Julio - Agosto	41 mm.

Tabla 47. PRECIPITACIONES DE LA QUEBRADA QUILLÁN.

Fuente: Intensidad de lluvia zona 33 según zonificación del I.N.A.M.H.I.

Todos estos datos fueron tomados en la Estación Riobamba-Aeropuerto (M-408) en el período 2000 - 2008 localizada en las coordenadas 01°36'33"S y 78°38'7"W a una altura de 2.620 m.s.n.m.

4.4.4. HIDROGRAFÍA.

El drenaje natural en el área de influencia del proyecto del puente está conformado por la vertiente que desciende sobre la quebrada de Quillán, siendo esta la única que aportaría directamente formando un área de 487.233,14 m², refiriéndonos a una unidad hidrográfica menor a un micro Cuenca. Con perímetro de 2.911,08 m.

TAMAÑO RELATIVO DE LOS SISTEMAS HIDROLÓGICOS.

El tamaño relativo de la cuenca hidrológica a partir del cálculo de áreas llegamos a la conclusión que es menor a una micro cuenca con un área de 0,48 Km².

TAMAÑO RELATIVO DE LOS SISTEMAS HIDROLÓGICOS		
UNIDAD HIDROLÓGICA	AREA (Km2)	Nº DE ORDEN
Micro - Cuenca	10 - 100	1,2,3
Sub Cuenca	101 - 700	4,5
Cuenca	más de 700	6 a más

Tabla 48. TAMAÑO RELATIVO DE LOS SISTEMAS HIDROLÓGICOS.

Fuente: La Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza U.I.C.N., Secretaria del Agua, Comunidad Andina (2009). DELIMITACIÓN Y CODIFICACION DE UNIDADES HIDROGRAFICAS DEL ECUADOR (Quito).

4.4.5 FACTOR DE FORMA.

Es la relación entre el área **A** de la cuenca y el cuadrado del máximo recorrido **L**. Este parámetro mide la tendencia de la cuenca hacia las crecidas, rápidas y muy intensas a lentas y sostenidas, según que su factor de forma tienda hacia valores extremos grandes o pequeños, respectivamente. Es un parámetro a dimensional que denota la forma redondeada o alargada de la cuenca.

A = Área de la cuenca.

L = Longitud de máximo recorrido.

$$F = \frac{A}{L^2}$$

$$F = \frac{0,48 \text{ Km}^2}{(1,2 \text{ Km})^2}$$

$$F = 0,33$$

4.4.6. ÍNDICE DE COMPACIDAD.

Este parámetro adimensional, describe la geometría la cuenca y está estrechamente relacionado con el tiempo de concentración del sistema hidrológico.

P = Perímetro de la cuenca.

A = Área de la cuenca.

$$K_C = 0,33 P \times A^{-\frac{1}{2}}$$

$$K_C = 0,33 (2,91 \text{ Km})(0,48 \text{ Km}^2)^{-\frac{1}{2}}$$

$$K_C = 1,40$$

FORMAS DE LA CUENCA DE ACUERDO AL ÍNDICE DE COMPACIDAD		
CLASE DE FORMA	ÍNDICE DE COMPACIDAD (KC)	FORMA DE LA CUENCA
Clase I	1,00 a 1,25	Casi redonda a oval - redonda
Clase II	1,26 a 1,50	Oval - redonda a oval - oblonga
Clase II	1,51 a 1,75	Oval - oblonga a rectangular - oblonga

Tabla 49. FORMAS DE LA CUENCA DE ACUERDO AL ÍNDICE DE COMPACIDAD.

Fuente: La Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza U.I.C.N., Secretaria del Agua, Comunidad Andina (2009). DELIMITACIÓN Y CODIFICACION DE UNIDADES HIDROGRAFICAS DEL ECUADOR (Quito).

La cuenca de la quebrada Quillán tiene una forma:

CLASIFICACIÓN DE LAS CUENCAS DE ACUERDO A LA PENDIENTE		
PENDIENTE MEDIA (%)	TIPO DE RELIEVE	SÍMBOLO
0 - 3	Plano	P1
3 - 7	Suave	P2
7 - 12	Mediano	P3
20 - 35	Accidentado	P4
35 - 50	Fuerte	P5
50 - 75	Muy Fuerte	P6
50 - 75	Escarpado	P7
> 75	Muy Escarpado	P8

Tabla 50. FORMAS DE LA CUENCA DE ACUERDO AL ÍNDICE DE COMAPACIDAD.

Fuente: La Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza U.I.C.N., Secretaria del Agua, Comunidad Andina (2009). DELIMITACIÓN Y CODIFICACION DE UNIDADES HIDROGRAFICAS DEL ECUADOR (Quito).

Por lo tanto, según la pendiente media de nuestra cuenca, el tipo de relieve que posee la misma es accidentado.

4.4.7. CALCULO DE CAUDALES.

Para el cálculo de caudales de diseño en el sitio de implantación del puente se determinarán mediante el *Método Racional*.

MÉTODO RACIONAL.

Para el cálculo de caudales el método racional indica que:

$$Q = \frac{C \times I \times A}{360}$$

Dónde:

Q = Caudal de crecida (m^3/s).

C = Coeficiente de escorrentía.

I = Intensidad de precipitación (l/s ha).

A = Área de drenaje (ha).

4.4.8 COEFICIENTE DE ESCORRENTÍA (C).

La selección del valor del coeficiente de escorrentía deberá sustentarse en considerar los efectos de:

Características de la superficie:

- Tipo de área urbana o rural
- Pendiente del terreno
- Condición futura dentro del horizonte de vida del proyecto
- Porosidad del subsuelo, almacenamiento por depresiones del terreno.

El coeficiente de escorrentía para el caso de áreas de drenaje con condiciones heterogéneas será estimado como un promedio ponderado de los diferentes coeficientes correspondientes a cada tipo de cobertura vegetal.

La tabla que a continuación se presenta puede usarse para la determinación de los coeficientes de escorrentía **C**, para la ecuación racional.

COBERTURA VEGETAL	TIPO DE SUELO	PENDIENTE DEL TERRENO				
		PRONUNCIACIÓN	ALTA	MEDIANA	SUAVE	DESPRECIACIÓN
		> 30 %	20 %	5 %	1 %	< 1 %
SIN VEGETACIÓN	IMPERMEABLE	0,80	0,75	0,70	0,65	0,6
	SEMIPERMEABLE	0,70	0,65	0,60	0,55	0,5
	PERMEABLE	0,50	0,45	0,40	0,35	0,3
CULTIVOS	IMPERMEABLE	0,70	0,65	0,60	0,55	0,5
	SEMIPERMEABLE	0,60	0,55	0,50	0,45	0,4
	PERMEABLE	0,40	0,35	0,30	0,25	0,2
PASTOS, VEGETACIÓN LIGERA	IMPERMEABLE	0,65	0,60	0,55	0,5	0,45
	SEMIPERMEABLE	0,55	0,50	0,55	0,40	0,35
	PERMEABLE	0,35	0,3	0,25	0,2	0,15
HIERBA, GRAMA	IMPERMEABLE	0,60	0,55	0,50	0,45	0,4
	SEMIPERMEABLE	0,50	0,45	0,40	0,35	0,3
	PERMEABLE	0,30	0,25	0,20	0,15	0,1
BOSQUES, DENSA VEGETACIÓN	IMPERMEABLE	0,55	0,50	0,45	0,40	0,35
	SEMIPERMEABLE	0,45	0,40	0,35	0,30	0,25
	PERMEABLE	0,25	0,20	0,15	0,10	0,05

Tabla 51. CÁLCULO DEL COEFICIENTE DE ESCORRENTÍA “C”.

Fuente: La Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza U.I.C.N., Secretaria del Agua, Comunidad Andina (2009). DELIMITACIÓN Y CODIFICACION DE UNIDADES HIDROGRAFICAS DEL ECUADOR (Quito).

En el presente estudio, dadas las características de la micro-cuenca estudiadas, se adoptó un valor de **C = 0,45**.

4.4.9. TIEMPO DE DURACIÓN DE LA PRECIPITACIÓN.

Se determina el llamado *tiempo de concentración* mediante la *fórmula de Kirpich*:

$$tc = 0,0195 \left(\frac{L^3}{H} \right)^{0,385}$$

Dónde:

tc = Tiempo de concentración en minutos.

L = Longitud del cauce principal en metros.

H = Desnivel medio de la cuenca en metros.

4.4.10. INTENSIDAD DE PRECIPITACIÓN (I).

Los datos meteorológicos, necesarios para el cálculo de las crecidas, consisten en las intensidades de diseño para diferentes periodos de retorno, considerando duraciones del mismo orden de magnitud que los tiempos de concentración de cada micro-cuenca.

El cálculo se efectuó a partir de las intensidades obtenidas de las curvas Intensidad - Duración - Frecuencia elaboradas con la ecuación de Intensidades Máximas (ZONA 33), sobre la base de los datos generados por el Estudio de Lluvias Intensas publicado por el Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (I.N.A.M.H.I.) en 1999. Las curvas I.D.F. obtenidas se presentan en el *Gráfico 11*.

4.4.11. REPRESENTATIVA DE LA ZONA N° 33.

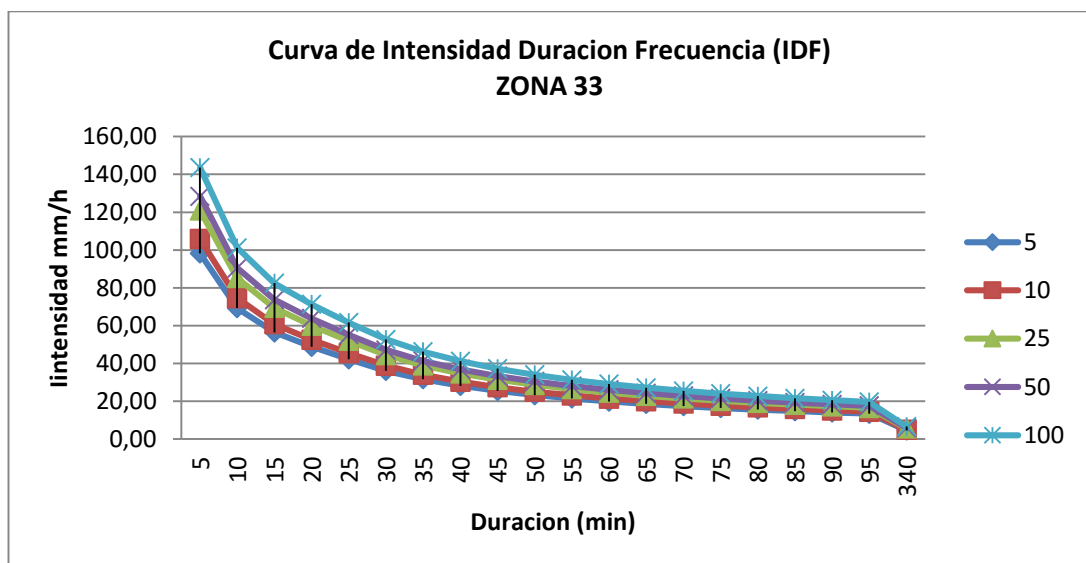


Gráfico 10. CURVA DE INTENSIDAD DURACIÓN DE FRECUENCIA I.D.F. Y ZONA 33.

Fuente: Intensidad de lluvia zona 33 según zonificación del I.N.A.M.H.I.

$$I_{dTR} = 170,39 \times t^{-0,5052} \times I_{24TR} \text{ para } t > 5 \text{ min} < 23 \text{ min}$$

$$I_{dTR} = 515,76 \times t^{-0,5052} \times I_{24TR} \text{ para } t > 23 \text{ min} < 1.440 \text{ min}$$

4.4.12 PERÍODO DE RETORNO (T).

Es el período en años en el que se espera que las magnitudes de una lluvia sean igualadas o excedidas una vez en promedio. La selección del período de retomo incide directamente en el dimensionamiento de las obras y lógicamente en sus costos. El periodo mínimo a considerar es de 10 años y aumenta la consideración dependiendo del tipo de vía a diseñar. Para el caso del puente tomaremos datos de intensidades de lluvias para un periodo de retorno de 25, 50 y 100 años.

4.4.13. CÁLCULO DE CAUDAL MÁXIMO.

Calculo de tiempo de concentración, mediante el cálculo de caudal máximo **Tc**.

$$Tc = 0,00195 \times \left(\frac{L^3}{H}\right)^{0,385}$$
$$Tc = 0,0915 \times \left(\frac{420^3}{11,5}\right)^{0,385} = 8,16$$

El tiempo de concentración será: **8,16 min**

Calculo de la intensidad diaria.

$$I_{dTR} = 515,76 \times t^{-0,8894} \times I_{24TR} \rightarrow \text{para } t > 23 \text{ min} < 1.440 \text{ min}$$

AÑOS	5	10	25	50	100
TR. AÑOS	1,30	1,40	1,60	1,70	1,90

$$I_{TR} = 515,76 \times 8,16 \times 1,7p = 105,62 \frac{Mm}{h}$$

$$I_{TR} = 23,52 \left(\frac{l}{s}\right) Ha$$

CALCULO DE CAUDAL.

PERIODO DE RETORNO tr (años)	ISOLINEA ZONA 33	t	Intensidad diaria para un Tr I (mm/min)	I (l/s ha)	Tiempo de Concentración Tc (h)	Caudal Q (m3/s)
25	1,60	8,16	135,90	22,14	0,14	1,30
50	1,70	8,16	144,39	23,52	0,14	1,38
100	1,90	8,16	161,38	26,29	0,14	1,54

Tabla 52. PERIODO DE RETORNO TR (AÑOS).

Elaborado por: Avellaneda Carina – Samaniego José.

$$Q = \frac{C \times I \times A}{360}$$

$$Q = \frac{0,45 \times 23,52 \times 46,82}{360}$$

$$Q = 1,38 \frac{m^3}{s}$$

Para un periodo de diseño de 50 años por el **Método Racional** el caudal es de 1,38 m³/s

4.4.14 DISEÑO COMPORTAMIENTO DEL FLUJO.

SECCIÓN: Por ser un cauce natural tenemos una sección variable, por lo que para determinar el comportamiento del cauce y los caudales máximos para el estudio utilizaremos el Software, HEC RAS 4.1.0.

Caudal máximo = 1,38 m³/s

Coefficiente de manning = 0,023

Pendiente del cauce = 0,02 m/m

PROCESAMIENTO DE DATOS:

Vertical 3.017,64 m.s.n.m.

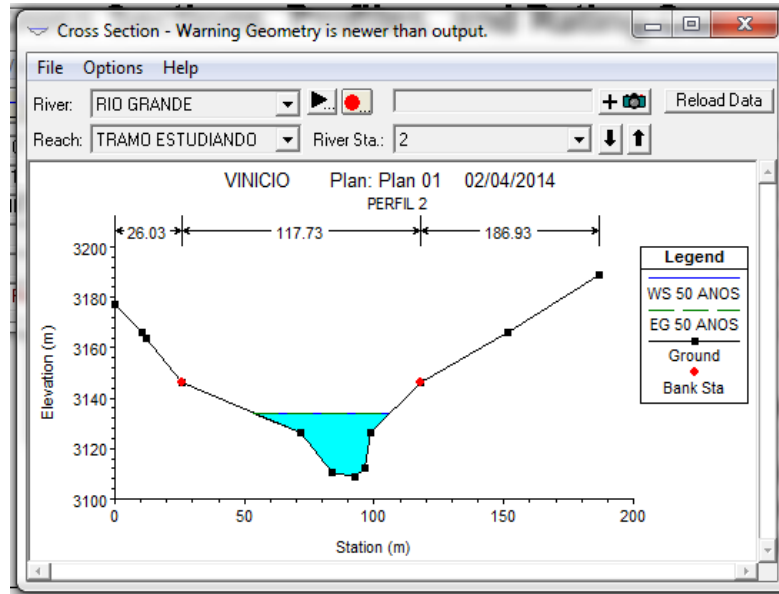


Ilustración 66. CROSS SECTION – WARMING GEOMETRY IS NEWER THAN OUTPUT – A.

Fuente: Avellaneda Carina – Samaniego José.

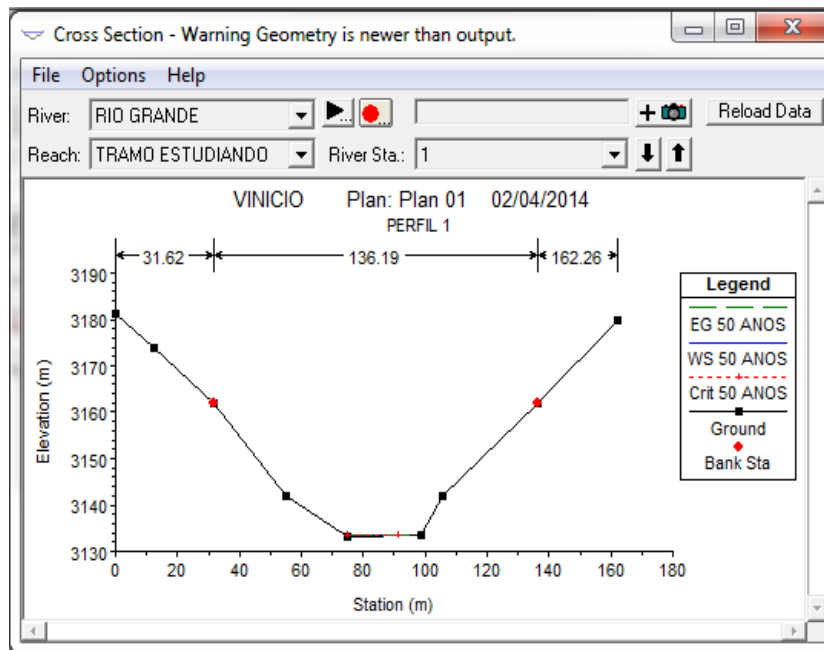


Ilustración 67. CROSS SECTION – WARMING GEOMETRY IS NEWER THAN OUTPUT-B.

Elaborado por: Avellaneda Carina – Samaniego José.

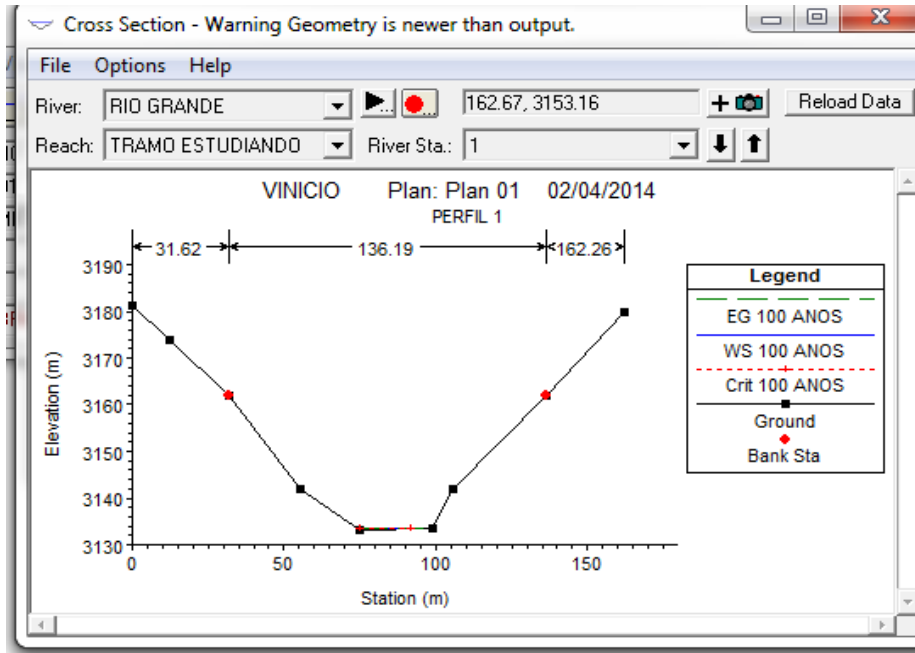


Ilustración 68. CROSS SECTION – WARMING GEOMETRY IS NEWER THAN OUTPUT-C.

Elaborado por: Avellaneda Carina – Samaniego José.

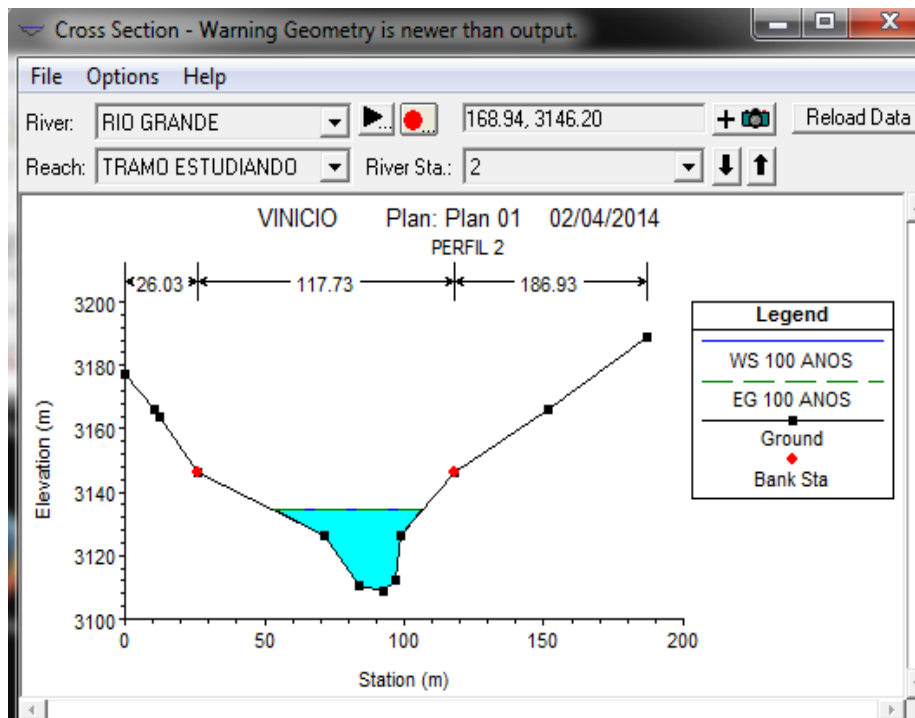


Ilustración 69. CROSS SECTION – WARMING GEOMETRY IS NEWER THAN OUTPUT-D.

Elaborado por: Avellaneda Carina – Samaniego José.

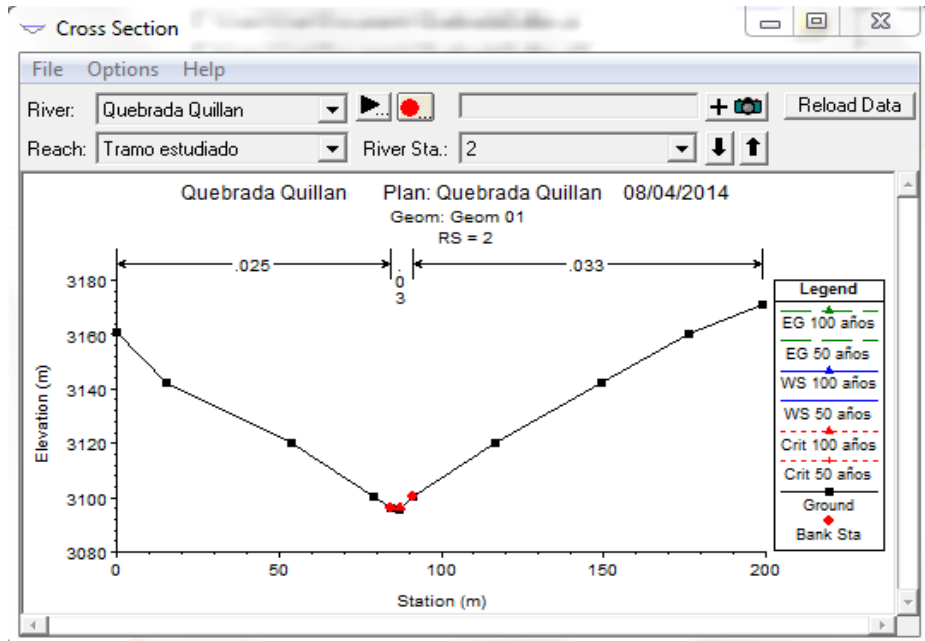


Ilustración 70. CROSS SECTION – WARMING GEOMETRY IS NEWER THAN OUTPUT-E.

Elaborado por: Avellaneda Carina – Samaniego José.

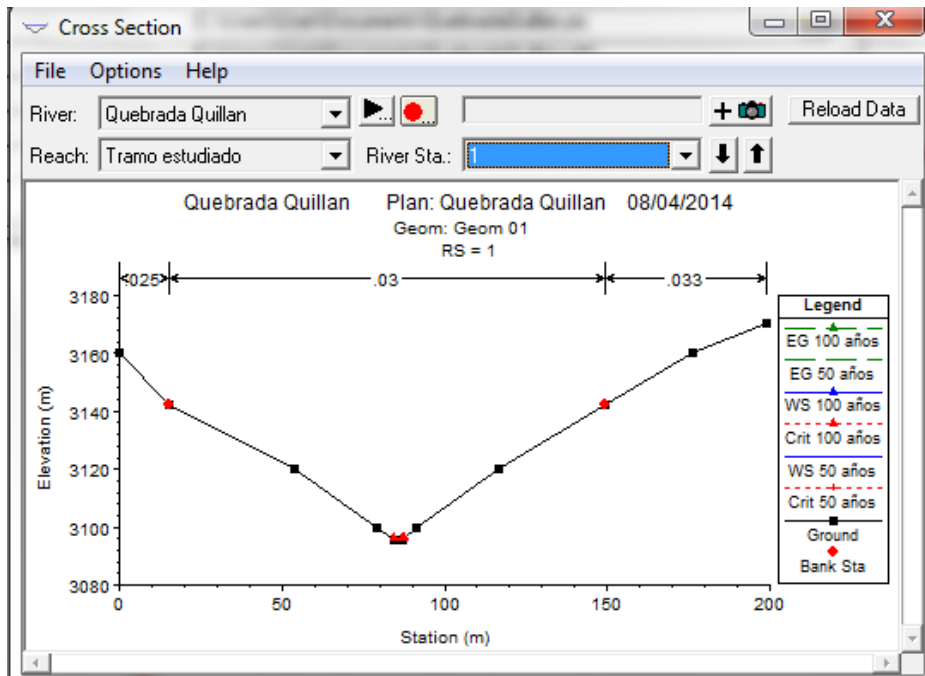


Ilustración 71. CROSS SECTION – WARMING GEOMETRY IS NEWER THAN OUTPUT-F.

Elaborado por: Avellaneda Carina – Samaniego José.

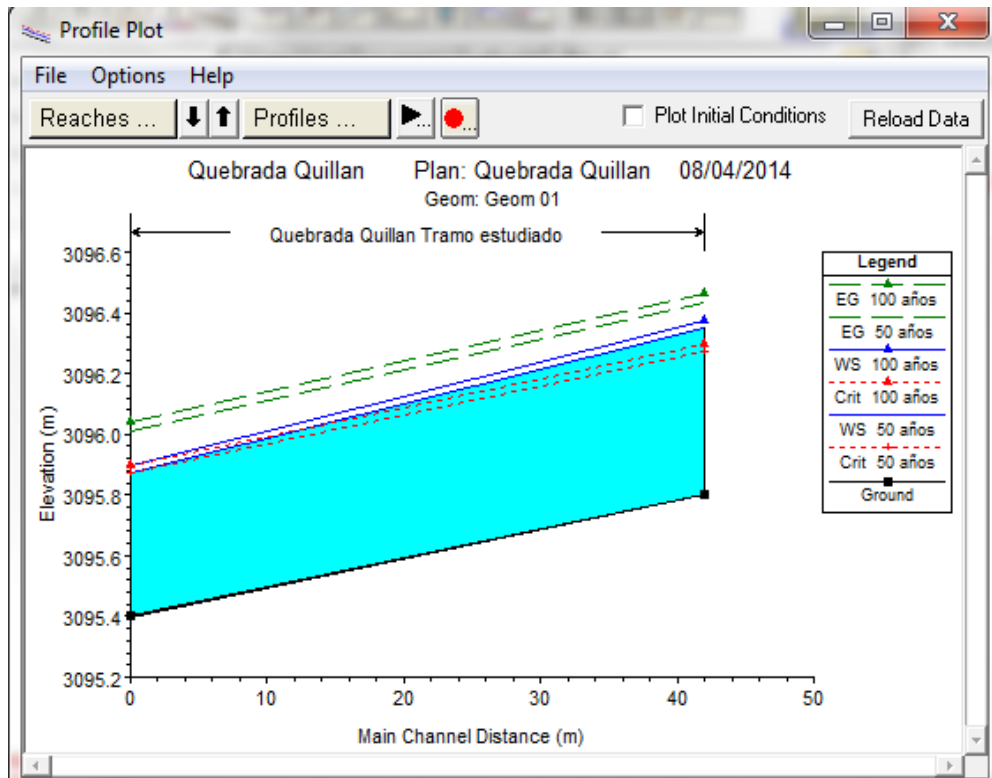


Ilustración 72. CROSS SECTION – WARMING GEOMETRY IS NEWER THAN OUTPUT-G.

Elaborado por: Avellaneda Carina – Samaniego José.

4.4.16. CONCLUSIONES.

- Según el manejo de los mapas de isóneas de intensidades de precipitación dadas por el I.N.A.M.H.I. el caudal máximo es de $1,54 \text{ m}^3/\text{s}$ en un periodo de retorno de 100 años.
- Por medio de la utilización del programa HEC-RAS se logró modelar la máxima crecida que tiene la quebrada de Quillán, en condiciones críticas lo que nos permite colocar nuestro puente en las cotas 3.132,00 m.s.n.m.

CAPÍTULO V

5. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS.

5.1 CÁLCULO Y DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PUENTE LOSA SOBRE VIGAS.

Una vez realizados los estudios preliminares necesarios y revisada la parte teórica correspondiente se procede al cálculo de la estructura, para este efecto y tomando en consideración un trabajo realizado en la materia de *Diseño de Puentes y Viaductos* el orden a seguir es el siguiente:

- ✓ Diseño de la Superestructura.
 - Diseño de la Losa.
 - Diseño de las Vigas.

- ✓ Obras Complementarias.
 - Diseño de Apoyos Elastoméricos.

- ✓ Diseño de la Subestructura.
 - Diseño de Estribos.
 - Diseño de la Zapata.
 - Diseño de la Pantalla.

- ✓ Presupuesto para la ejecución del Puente.
 - Calculo de Volúmenes de Obra.
 - Análisis de Precios Unitarios.
 - Presupuesto Total.
 - Cronograma de Trabajo.

5.2 DISEÑO DE LA SUPERESTRUCTURA DEL PUENTE.

Para el cálculo de la superestructura partimos de datos como son los valores de resistencia del hormigón, hierro, el tipo de camión escogido, la distancia entre los estribos, tipo y espesor de la capa de rodadura, ancho total del puente, luz libre, entre otros.

En nuestro caso la distancia entre las vigas es un dato por las consideraciones de economía y constructivas anotadas en los capítulos anteriores.

Datos para el diseño del puente losa sobre vigas de hormigón armado monolíticas para el tráfico de dos carriles:

Ancho de la calzada = 7,00 m (según T.P.D.A.) → 9,00 m (servicialidad)

Ancho del tablero = 10,40 m

Luz del puente = 22,50 m.

Carga de diseño = HS 20-44 → 7,27 Ton

$f'c = 280 \text{ Kg/cm}^2$

$f_y = 4200 \text{ Kg/cm}^2$

Carga capa de rodadura = $0,12 \text{ Ton/m}^2$

Carga aceras = $0,415 \text{ Ton/m}^2$

Carga pasamanos metálicos = $0,15 \text{ Ton/m}^2$

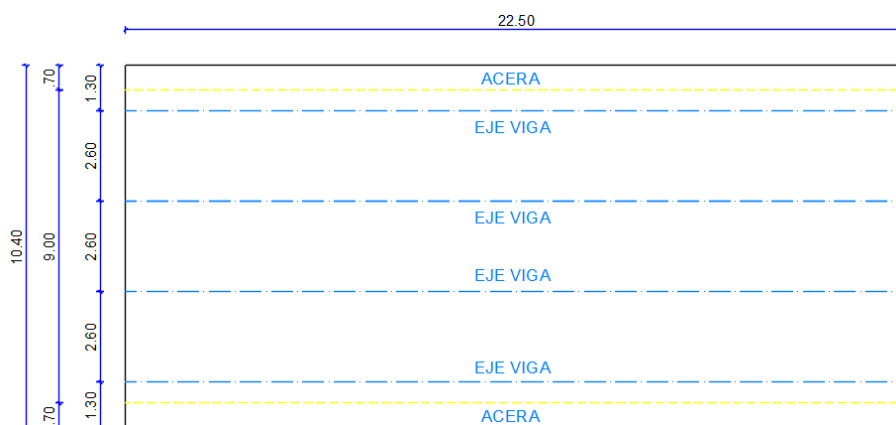


Ilustración 73. VISTA EN PLANTA.

Elaborado por: Avellaneda Carina – Samaniego José.

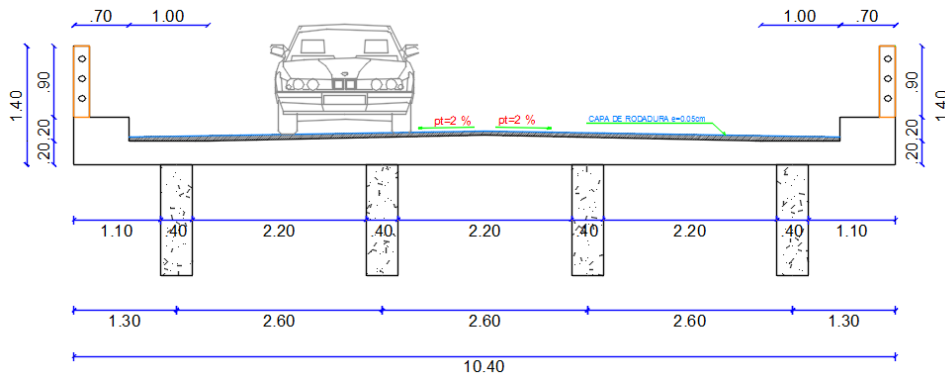


Ilustración 74. VISTA TRANSVERSAL.

Elaborado por: Avellaneda Carina – Samaniego José.

5.2.6 DISEÑO DE LA LOSA.

Para el diseño de la losa partimos de que las vigas deben ir ubicadas a una separación S , este valor se determina en función del ancho total del puente dividida para el número de vigas y debe estar entre el rango de:

$$1,80 \text{ m} < S < 3,60 \text{ m}$$

$$S = \frac{\text{Ancho puente}}{N^{\circ} \text{ de vigas}} = \frac{10,40}{4} = 2,60 \text{ m}$$

$$S^* = 2,60 - 0,40$$

$$S^* = 2,20 \text{ m}$$

Donde:

S = Distancia que existe entre ejes de las vigas su valor debe estar entre 1,80 m - 3,60 m.

S^* = Distancia del claro libre entre vigas.

a. Espesor de losa:

$$t_{\text{mín}} = \frac{S^* + 3,05}{30} = \frac{2,20 + 3,05}{30} = 0,175$$

$t_{\text{mín}} = 0,18 \rightarrow$ Por lo que nos asumimos un $t = 20 \text{ cm}$.

b. Análisis de cargas:

El análisis se realiza por cada metro cuadrado:

- Cargas muertas:

$$\text{Carga losa (CL)} = t \times \rho \times 1 \text{ m} = 0,19 \text{ m} \times 2,60 \frac{\text{T}}{\text{m}^2} \times 1 \text{ m} = 0,520 \frac{\text{T}}{\text{m}}$$

$$\text{Carga capa de rodadura (CR)} = C_{cp} \times 1 \text{ m} = 0,12 \frac{\text{T}}{\text{m}^2} \times 1 \text{ m} = 0,12 \frac{\text{T}}{\text{m}}$$

$$\text{Carga acera} = \frac{1 \times \text{ancho acera} \times \text{espesor acera} \times \rho}{\text{ancho puente}}$$

$$\text{Carga acera} = \frac{2 \times 0,70 \text{ m} \times 0,20 \text{ m} \times 2,60 \frac{\text{T}}{\text{m}^2} \times 1 \text{ m}}{10,40 \text{ m}} = 0,067 \frac{\text{T}}{\text{m}}$$

$$\text{Carga pasamanos (CP)} = \frac{C_p}{\text{Ancho puente}} \times 1 \text{ m} = \frac{0,15 \frac{\text{T}}{\text{m}^2} \times 1 \text{ m}}{10,40 \text{ m}} = 0,014 \frac{\text{T}}{\text{m}}$$

- Momento de carga muerta:

$$M_{CM} = \frac{P \times S^2}{10}$$

$$M_{CM} = \frac{0,721 \times 2,20^2}{10}$$

$$M_{CM} = 0,349 \frac{\text{Ton} \cdot \text{m}}{\text{m}^2}$$

- Momento de carga viva:

Para tramos simplemente apoyados el momento por carga viva es calculado con:

$$I = \frac{15,24}{38,10 + L} = \frac{15,24}{38,10 + 22,50} = 0,25 < 0,30 \text{ OK}$$

$$M_{(CV+I)} = \left(\frac{S^* + 0,61}{9,75} \right) \times 0,80 \times P \times I$$

$$M_{(CV+I)} = \left(\frac{2,20 + 0,61}{9,75} \right) \times 0,80 \times 7,27 \times 1,25$$

$$M_{(CV+I)} = 2,098 \frac{\text{Ton} - \text{m}}{\text{m}^2}$$

- Momento último:

$$M_u = 1,30 \left(M_{CM} + \frac{5}{3} M_{cv+I} \right)$$

$$M_u = 1,30 \left[0,349 + \frac{5}{3} (2,098) \right]$$

$$M_u = 5,00 \frac{\text{Ton} - \text{m}}{\text{m}^2}$$

- c. Condiciones de volado:

- Condición 1:

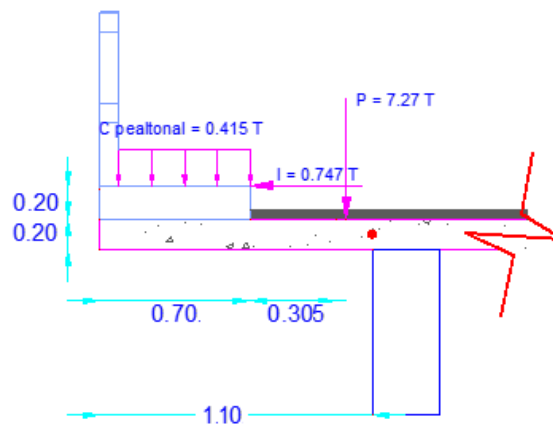


Ilustración 75. ESQUEMA CONDICIÓN 1.

Elaborado por: Avellaneda Carina – Samaniego José.

$$M_{CM} = 0,721 \times 1,10 \times \frac{1,10}{2}$$

$$M_{CM} = 0,436 \frac{\text{Ton} - \text{m}}{\text{m}^2}$$

$$M_{CV(P)} = 7,27 \times (0,095 \times 1,25)$$

$$M_{CV(P)} = 0,864 \frac{\text{Ton} - \text{m}}{\text{m}^2}$$

$$E = 0,8 \times (0,095) + 1,143$$

$$E = 1,219 \text{ m}$$

$$M_{CV(P)} = \frac{0,864}{1,219}$$

$$M_{CV(P)} = 0,709 \frac{\text{Ton} - \text{m}}{\text{m}^2}$$

$$M_{CV(ANDEEN)} = 0,415 \times 0,70 \times \left(0,40 + \frac{0,70}{2}\right)$$

$$M_{CV(ANDEEN)} = 0,218 \frac{\text{Ton} - \text{m}}{\text{m}^2}$$

$$M_{CV(I)} = 0,747 \times \left(\frac{0,20}{2} + 0,20\right)$$

$$M_{CV(I)} = 0,224 \frac{\text{Ton} - \text{m}}{\text{m}^2}$$

$$M_u = 1,3 \left[M_{CM} + \frac{5}{3} M_{cv+I} \right]$$

$$M_u = 1,3 \left[0,436 + \frac{5}{3} (0,709 + 0,218 + 0,224) \right]$$

$$M_u = 3,06 \frac{\text{Ton} - \text{m}}{\text{m}^2}$$

- Condición 2:

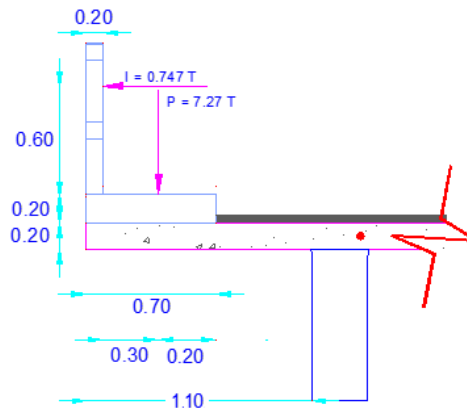


Ilustración 76. ESQUEMA CONDICIÓN 2.

Elaborado por: Avellaneda Carina – Samaniego José.

El momento de carga muerta es el mismo que de la *condición 1*.

$$M_{CM} = 0,436 \frac{\text{Ton} - \text{m}}{\text{m}^2}$$

$$M_{CV(P)} = 7,27 \times (0,595 \times 1,25)$$

$$M_{CV(P)} = 5,413 \frac{\text{Ton} - \text{m}}{\text{m}^2}$$

$$E = 0,8 \times (0,545) + 1,143$$

$$E = 1,619\text{m}$$

$$M_{CV(P)} = \frac{5,413}{1,619}$$

$$M_{CV(P)} = 3,34 \frac{\text{Ton} - \text{m}}{\text{m}^2}$$

$$M_{CV(I)} = 0,747 \times \left(\frac{0,20}{2} + 0,20 + 0,60 \right)$$

$$M_{CV(I)} = 0,67 \frac{\text{Ton} - \text{m}}{\text{m}^2}$$

$$M_u = 1,3 \left[M_{CM} + \frac{5}{3} M_{cv+I} \right]$$

$$M_u = 1,3[0,383 + 0,67 + 3,137]$$

$$M_u = 5,79 \frac{\text{Ton} - \text{m}}{\text{m}^2}$$

d. Resumen de momentos:

MOMENTOS	M _U
Momento en el tramo	5,00 $\frac{\text{Ton} - \text{m}}{\text{m}^2}$
Momento condición 1	3,06 $\frac{\text{Ton} - \text{m}}{\text{m}^2}$
Momento condición 2	5,79 $\frac{\text{Ton} - \text{m}}{\text{m}^2}$

Tabla 53. RESUMEN DE MOMENTOS.

Elaborado por: Avellaneda Carina – Samaniego José.

Por lo tanto, para armar el tablero en el tramo se utilizará el *momento en el tramo*, y para los volados se armará con el momento mayor, que en este caso es el de la *condición 2*.

e. Cálculo del acero de refuerzo del tramo:

Se coloca perpendicular al tráfico ya que su flexión principal ocurre en este sentido.

$$\frac{M_u}{\phi \times f'c \times b \times d^2}$$

$$k = \frac{(5,00 \times 10^5)}{0,90 \times 280 \times 100 \times 14,20^2} = 0,104$$

$$q = \frac{1 - \sqrt{1 - 2,36 \times k}}{1,18}$$

$$q = \frac{1 - \sqrt{1 - 2,36 \times 0,104}}{1,18} = 0,112$$

$$\rho = q \times \frac{f'c}{f_y}$$

$$\rho = 0,112 \left(\frac{280 \frac{Kg}{cm^2}}{4200 \frac{Kg}{cm^2}} \right)$$

$$\rho = 0,0074$$

$$A_s = 0,007 \times 100 \times 14,20 = 10,56 \text{ cm}^2 \rightarrow 4 \text{ } \emptyset 18 \text{ mm @ 25 cm}$$

f. Cálculo A_s de repartición

La función de esta es la de mejorar la distribución de las cargas vehiculares puntuales y la de contrarrestar los efectos de contracción y temperatura.

$$\% = \frac{121}{\sqrt{S^*}} < 67 \%$$

$$\% = \frac{121}{\sqrt{2,20}} < 67 \%$$

$$\% = 81,58 \% < 67 \%$$

Se asume el 67 %

$$A_s \frac{L}{2} = 67 \% \times A_s = 0,67 \times 10,56 \text{ cm}^2 = 7,07 \text{ cm}^2$$

4 \emptyset 16 mm @ 25 cm

$$A_s \text{ TEMPERATURA} = 0,0018 \times 100 \times 20 = 3,60 \text{ cm}^2 > 2,40 \text{ cm}^2 \rightarrow OK$$

$$5 \text{ } \emptyset \text{ 10 mm @ 50 cm}$$

As Temperatura → Según las Normas A.A.S.H.T.O. se debe colocar armadura en la parte superior de la losa en los dos sentidos, esta armadura debe ser de 2,40 cm² por cada metro y su espaciamiento no debe ser mayor a 3t ni 45 cm. Esta armadura se coloca para absorber cambios volumétricos producidos por la retracción y la temperatura.

g. Cálculo del acero de refuerzo para volados:

$$k = \frac{Mu}{\phi \times f'c \times b \times d^2}$$

$$k = \frac{(5,79 \times 10^5)}{0,9 \times 280 \times 100 \times 14,20^2} = 0,121$$

$$q = \frac{1 - \sqrt{1 - 2,36 \times k}}{1,18}$$

$$q = \frac{1 - \sqrt{1 - 2,36 \times 0,121}}{1,18}$$

$$q = 0,131$$

$$\rho = q \times \frac{f'c}{fy}$$

$$\rho = 0,131 \times \frac{280}{4200}$$

$$\rho = 0,0087$$

$$A_s = 0,0087 \times 100 \times 14,2 = 12,37 \text{ cm}^2 \rightarrow 5 \text{ } \emptyset \text{ 18 mm}$$

h. Armado final del tramo como del volado por m²:

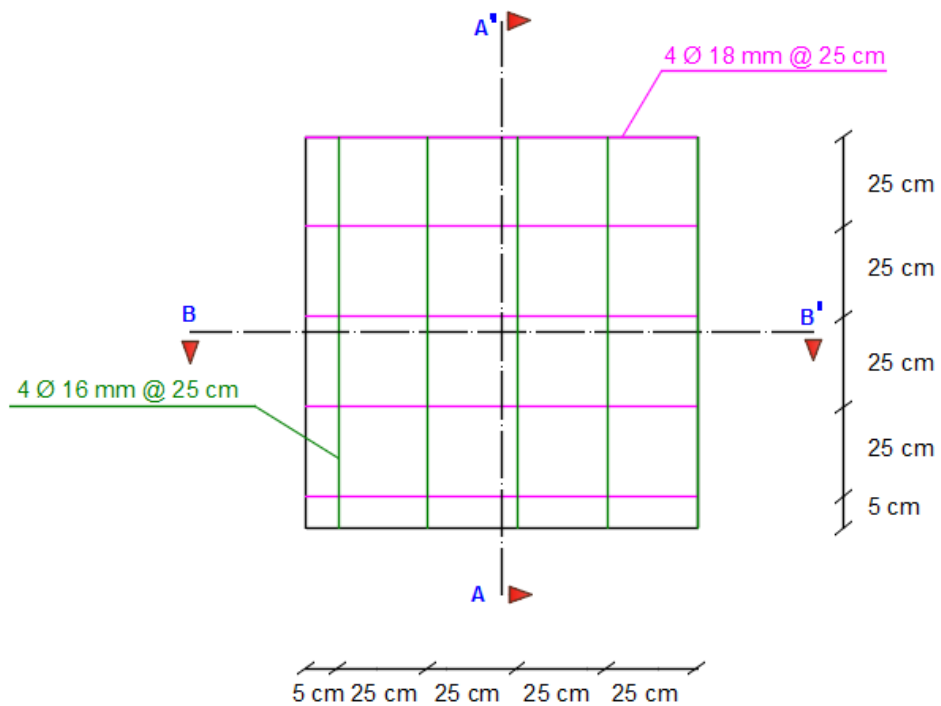


Ilustración 77. ARMADURA INFERIOR DEL TABLERO.

Elaborado por: Avellaneda Carina – Samaniego José.

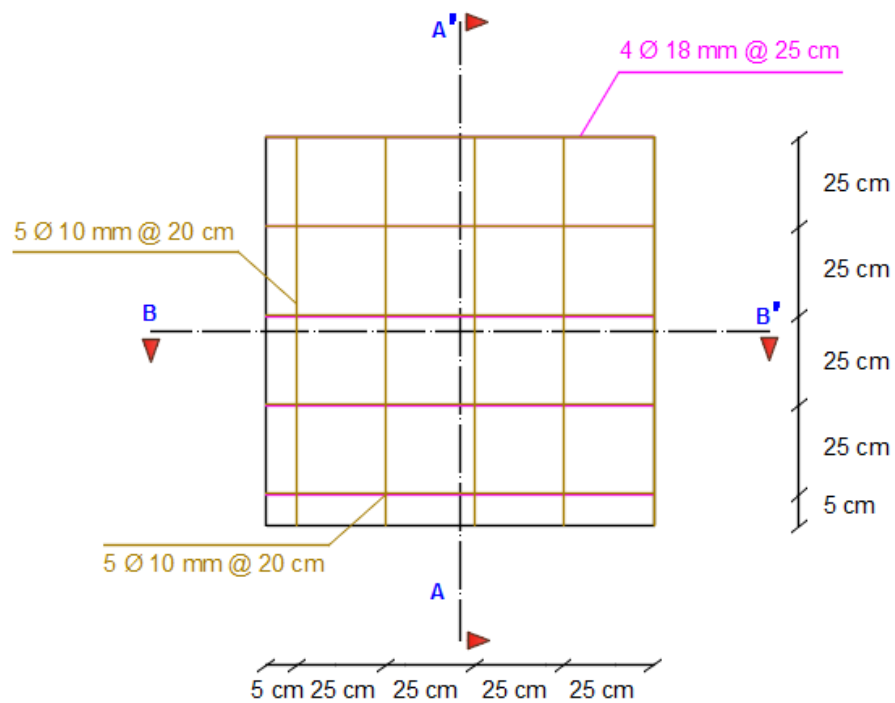


Ilustración 78. ARMADURA SUPERIOR DEL TABLERO.

Elaborado por: Avellaneda Carina – Samaniego José.

5.2.7 DISEÑO DE LAS VIGAS.

En este caso tenemos un puente sobre cuatro vigas por lo que se diseñaran utilizando los factores **fe** (momento flector para vigas longitudinales exteriores) y **FD** (momento flector para vigas longitudinales interiores).

El factor **FD** para vigas interiores, se calculará en función del *caso 1* de la *Tabla 15.*:

$$S \leq 4,27 \rightarrow 2,60 \leq 4,27$$
$$FD = \frac{S}{1,676} = \frac{2,60}{1,676} = 1,55$$

Para el factor **fe** para vigas exteriores se usó el *caso 2* de la *Tabla 16.*:

$$x_2 = S + a - 2,40$$
$$x_2 = 2,60 + 0,75 - 2,40$$
$$x_2 = 0,95$$
$$fe = \frac{1,80 + 2x_2}{S}$$
$$fe = \frac{1,80 + 2(0,95)}{2,60} = 1,42$$

En este caso como:

$$fe < FD$$

Se diseña solo las vigas interiores con el factor **FD** = 1,55

A. Diseño de vigas interiores:

Según el cálculo del tablero tenemos como dato que la separación entre vigas del puente es **S** = 2,60 m y **S*** = 2,20 m, los cuales nos sirven para proceder a realizar el diseño de las vigas.

a. Ancho efectivo:

$$B \leq \left[\begin{array}{l} \frac{L}{4} = \frac{22,5}{4} = 5,63 \text{ m} \\ 12t + b = (12 \times 0,20) + 0,40 = 2,80 \text{ m} \\ S(\text{entre ejes}) = 2,60 \text{ m} \end{array} \right] \rightarrow B = 2,60 \text{ m}$$

Por lo tanto el ancho **B**, se tomara el menor valor de entre las 3 comparaciones anteriores, teniendo así un **B** = 2,60 m.

b. Peralte mínimo:

$$h_{\min} = \left(\frac{L + 2,75}{18} \right) \times 1,10$$

$$h_{\min} = \left(\frac{22,50 + 2,75}{18} \right) \times 1,10$$

$$h_{\min} = 1,54 \text{ m}$$

$$h_{\min} \text{ asumido} = 1,60 \text{ m}$$

c. Cuantificación de cargas:

▪ Tablero:

$$W_{\text{TABLERO}} = B \times t \times \delta$$

$$W_{\text{TABLERO}} = 2,60 \times 0,20 \times 2,60 = 1,352 \frac{\text{Ton}}{\text{m}}$$

▪ Aceras:

$$W_{\text{ACERAS}} = \frac{2 \times \text{ancho} \times e_{\text{acera}} \times \delta}{\text{N}^\circ \text{ de vigas}}$$

$$W_{\text{ACERAS}} = \frac{2 \times 0,70 \times 0,20 \times 2,60}{4} = 0,18 \frac{\text{Ton}}{\text{m}}$$

- Pasamanos:

$$W_{\text{PASAMANOS}} = \frac{\text{Carga}}{\text{N}^\circ \text{ de vigas}}$$

$$W_{\text{PASAMANOS}} = \frac{0,150}{4} = 0,038 \frac{\text{Ton}}{\text{m}}$$

- Capa de rodadura:

$$W_{\text{CAPA DE RODADURA}} = \text{Carga} \times \delta$$

$$W_{\text{CAPA DE RODADURA}} = 0,120 \times 2,60 = 0,31 \frac{\text{Ton}}{\text{m}}$$

$$\sum W = 1,352 + 0,18 + 0,038 + 0,31 = 1,884 \frac{\text{Ton}}{\text{m}}$$

- Peso propio de la viga:

$$W_{\text{PESO PROPIO}} = b \times h \times \delta$$

$$h = h_{\text{MIN}} - t = 1,60 - 0,20 = 1,40 \text{ m}$$

$$W_{\text{PESO PROPIO}} = 0,40 \times 1,40 \times 2,60 = 1,456 \frac{\text{Ton}}{\text{m}}$$

Se considera también como carga muerta el peso de los diafragmas, estos van ubicados como cargas puntuales en el sitio donde se ubican, según la norma se debe colocar diafragmas en los extremos de este tipo de puentes y su separación máxima es de 12 m, en nuestro caso si ubicamos los diafragmas solamente en los extremos estaríamos irrespetando las normas, por lo que, ubicamos un diafragma en el centro del puente.

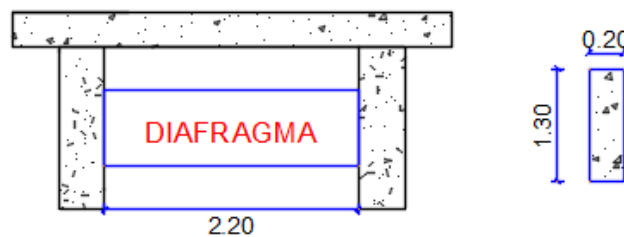


Ilustración 79. GEOMETRÍA DEL DIAGRAMA.

Elaborado por: Avellaneda Carina – Samaniego José.

Peso propio del diafragma = Longitud × Altura × Espesor × δ

$$\text{Peso propio del diafragma} = 2,20 \times 1,30 \times 0,20 \times 2,60 = 1,49 \frac{\text{Ton}}{\text{m}^2}$$

$$M = \frac{\text{Peso propio del diafragma} \times L}{\text{N}^\circ \text{ de vigas}} = \frac{1,49 \times 22,50}{4}$$

$$M = 8,38 \frac{\text{Ton}}{\text{m}^2}$$

$$M = \frac{q \times l^2}{8}$$

$$q = \frac{8 \times M}{l^2}$$

$$q = 0,13 \frac{\text{Ton}}{\text{m}^2}$$

$$CM = \sum W + W_{\text{PESO PROPIO}} + \text{Peso propio del diafragma} = 3,47 \frac{\text{Ton}}{\text{m}^2}$$

Luego de haber calculado la carga muerta **CM**, podemos encontrar el valor de los cortantes a la distancia requerida, como se indica a continuación en el diseño de vigas interiores:

d. Diseño a flexión:

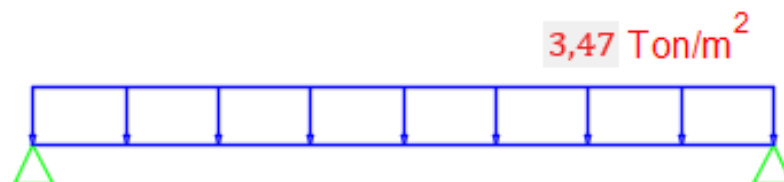


Ilustración 80. VIGA SIMPLEMENTE APOYADA.

Elaborado por: Avellaneda Carina – Samaniego José.

- Análisis de carga longitudinal

Para poder realizar el análisis de la viga a la misma se la divide en dos partes ya que el armado será el mismo debido a que es una viga simétrica.

$$V_{CM} = R_A - q \times x$$

$$M_{CM} = R_A \times x - \frac{q \times x^2}{2}$$

Se debe realizar el mismo procedimiento de las formulas anteriores para cada uno de los valores de x que se estiman a continuación:

- Determinar cargas vivas:

- Factor de distribución transversal:

$$f = \left(\frac{S}{1,829} \right)$$

$$f = \left(\frac{2,35}{1,829} \right)$$

$$f = 1,28$$

De igual manera se considera un factor de distribución emitido por la A.A.S.T.H.O. para la distribución de cargas, el mismo que depende de B (ancho efectivo) calculado anteriormente.

- Impacto

$$I = \left(\frac{15,24}{38,10 + \text{Luz puente}} \right) = 0,25$$

- Análisis del tren de carga:

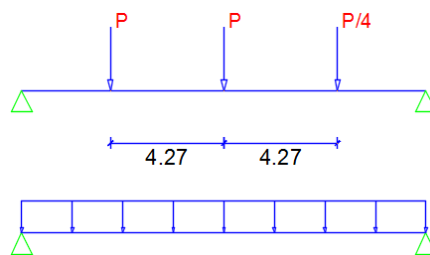


Ilustración 81. ANÁLISIS DEL TREN DE CARGAS.

Elaborado por: Avellaneda Carina – Samaniego José.

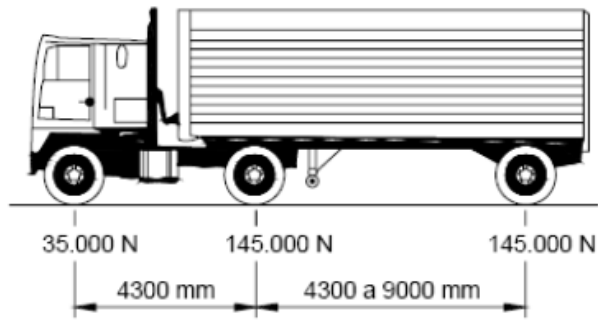


Ilustración 82. CAMIÓN TIPO H.S. 20 – 44.

Fuente: Ministerio de Transporte y Obras Públicas 2002.

Se debe analizar el tren de carga situado a diferentes distancias:

Cuando $x = 0$:

$$V_{CM} = R_A - q \times x = \frac{q \times luz}{2} - q \times x$$

$$V_{CM} = \frac{3,47 \times 22,5}{2} - 3,47 \times (0) = 39,038$$

$$M_{CM} = R_A \times x - \frac{q \times x^2}{2} = \frac{q \times luz}{2} \times x - \frac{q \times x^2}{2}$$

$$M_{CM} = \frac{3,47 \times 22,5}{2} \times (0) - \frac{3,47 \times (0)^2}{2} = 0$$

Cuando $x = 2,81$:

$$V_{CM} = R_A - q \times x = \frac{q \times luz}{2} - q \times x$$

$$V_{CM} = \frac{3,47 \times 22,5}{2} - 3,47 \times (2,81) = 29,278$$

$$M_{CM} = R_A \times x - \frac{q \times x^2}{2} = \frac{q \times luz}{2} \times x - \frac{q \times x^2}{2}$$

$$M_{CM} = \frac{3,47 \times 22,5}{2} \times (2,81) - \frac{3,47 \times (2,81)^2}{2} = 96,069$$

Cuando $x = 5,63$:

$$V_{CM} = R_A - q \times x = \frac{q \times luz}{2} - q \times x$$

$$V_{CM} = \frac{3,47 \times 22,5}{2} - 3,47 \times (5,63) = 19,519$$

$$M_{CM} = R_A \times x - \frac{q \times x^2}{2} = \frac{q \times luz}{2} \times x - \frac{q \times x^2}{2}$$

$$M_{CM} = \frac{3,47 \times 22,5}{2} \times (5,63) - \frac{3,47 \times (5,63)^2}{2} = 205,862$$

Cuando $x = 8,44$:

$$V_{CM} = R_A - q \times x = \frac{q \times luz}{2} - q \times x$$

$$V_{CM} = \frac{3,47 \times 22,5}{2} - 3,47 \times (8,44) = 9,759$$

$$M_{CM} = R_A \times x - \frac{q \times x^2}{2} = \frac{q \times luz}{2} \times x - \frac{q \times x^2}{2}$$

$$M_{CM} = \frac{3,47 \times 22,5}{2} \times (8,44) - \frac{3,47 \times (8,44)^2}{2} = 205,862$$

Cuando $x = 11,25$:

$$V_{CM} = R_A - q \times x = \frac{q \times luz}{2} - q \times x$$

$$V_{CM} = \frac{3,47 \times 22,5}{2} - 3,47 \times (11,25) = 0$$

$$M_{CM} = R_A \times x - \frac{q \times x^2}{2} = \frac{q \times luz}{2} \times x - \frac{q \times x^2}{2}$$

$$M_{CM} = \frac{3,47 \times 22,5}{2} \times (11,25) - \frac{3,47 \times (11,25)^2}{2} = 219,586$$

Cuando $x = 14,06$:

$$V_{CM} = R_A - q \times x = \frac{q \times luz}{2} - q \times x$$

$$V_{CM} = \frac{3,47 \times 22,5}{2} - 3,47 \times (14,06) = -9,759$$

$$M_{CM} = R_A \times x - \frac{q \times x^2}{2} = \frac{q \times luz}{2} \times x - \frac{q \times x^2}{2}$$

$$M_{CM} = \frac{3,47 \times 22,5}{2} \times (14,06) - \frac{3,47 \times (14,06)^2}{2} = 205,862$$

Cuando $x = 16,88$:

$$V_{CM} = R_A - q \times x = \frac{q \times luz}{2} - q \times x$$

$$V_{CM} = \frac{3,47 \times 22,5}{2} - 3,47 \times (16,88) = -19,759$$

$$M_{CM} = R_A \times x - \frac{q \times x^2}{2} = \frac{q \times luz}{2} \times x - \frac{q \times x^2}{2}$$

$$M_{CM} = \frac{3,47 \times 22,5}{2} \times (16,88) - \frac{3,47 \times (16,88)^2}{2} = 164,689$$

Cuando $x = 19,69$:

$$V_{CM} = R_A - q \times x = \frac{q \times luz}{2} - q \times x$$

$$V_{CM} = \frac{3,47 \times 22,5}{2} - 3,47 \times (5,63) = 19,519$$

$$M_{CM} = R_A \times x - \frac{q \times x^2}{2} = \frac{q \times luz}{2} \times x - \frac{q \times x^2}{2}$$

$$M_{CM} = \frac{3,47 \times 22,5}{2} \times (5,63) - \frac{3,47 \times (5,63)^2}{2} = 205,862$$

Cuando $x = 22,50$:

$$V_{CM} = R_A - q \times x = \frac{q \times luz}{2} - q \times x$$

$$V_{CM} = \frac{3,47 \times 22,5}{2} - 3,47 \times (22,50) = -39,038$$

$$M_{CM} = R_A \times x - \frac{q \times x^2}{2} = \frac{q \times luz}{2} \times x - \frac{q \times x^2}{2}$$

$$M_{CM} = \frac{3,47 \times 22,5}{2} \times (22,50) - \frac{3,47 \times (22,50)^2}{2} = 0$$

x	Mcm	Vcm
0,00	0	39,038
2,81	96,069	29,278
5,63	164,689	19,519
8,44	205,862	9,759
11,25	219,586	0
14,06	205,862	-9,759
16,88	164,689	-19,519
19,69	96,069	-29,278
22,50	0	-39,038

Tabla 54. MOMENTOS Y CORTANTES SEGÚN LAS DISTANCIAS DEL TREN DE CARGAS.

Elaborado por: Avellaneda Carina – Samaniego José.

Concluido el análisis hasta la mitad del tren de carga se debe realizar el mismo procedimiento hasta terminar toda su distancia y así proceder a determinar la tabla de resumen de momentos donde se indiquen los momentos tanto de carga muerta como de carga viva + impacto, logrando así indicar cuál es el momento último, de igual manera sus cortantes seleccionando el momento más crítico de diseño; con las formulas ya encontradas en pasos anteriores resumiendo en esta tabla los valores obtenidos para las distancias requeridas de análisis:

x	M_L	M_D	M_(L+D)	M_u	I_v	V_M	V_(L+D)	V_u
0	0	0	0	0	1.251	39.04	25.418	105.822
2.8125	34.435	96.069	61.88	258.963	1.264	29.28	22.007	85.743
5.625	57.368	164.689	104.192	439.845	1.277	19.52	18.52	65.501
8.4375	68.8	205.862	126.416	541.522	1.292	9.759	14.981	45.146
11.25	68.729	219.586	127.915	562.611	1.309	0	11.372	24.639
14.06	57.158	205.862	107.895	501.393	1.327	-9.76	7.67	3.932
16.88	34.084	164.689	65.36	355.709	1.349	-19.5	3.875	-16.979
19.69	-0.492	96.069	-0.959	122.812	1.373	-29.3	-0.049	-38.168
22.50	-46.569	0	-92.709	-200.87	1.4	-39	-4.12	-59.676

Tabla 55. RESUMEN DE MOMENTOS Y CORTANTES.

Elaborado por: Avellaneda Carina – Samaniego José.

- Cálculo del **As** principal:

$$M_u = 0,85 \times f'c \times B \times t \times \left(d - \frac{t}{2}\right) \times \phi \times 10^{-5}$$

$$M_u = 1.336,608 \text{ Ton} - m$$

Comparamos con el **M_u** de la tabla.

$$M_u > M_u(\text{Tabla}) \rightarrow OK$$

$$1.336,608 \text{ Ton} - m > 562,611 \text{ Ton} - m \rightarrow OK$$

Una vez comparado los **M_u** se determina que se analiza como viga rectangular ya que el momento calculado es mayor que el momento obtenido en la *Tabla 49*.

- Cálculo acero:

Para poder determinar el **As** se debe seguir con los mismos pasos como el pre diseño de tablero; encontrando **k**, **q**, **ρ**, y por último el **As** correspondiente para el diseño.

$$k = \frac{M_u}{\phi f_c B d^2} = 0,044$$

$$q = \frac{1 - \sqrt{1 - 2,36 \times k}}{1,18} = 0,045$$

$$\rho = q \left(\frac{f'c}{fy} \right)$$

$$\rho = 0,002615$$

$$As = \rho \times b \times d$$

$$As = 101,98 \text{ cm}^2$$

$$As = 101,98 \text{ cm}^2 \cong 13 \text{ } \emptyset \text{ 32 mm}$$

Una vez alcanzado el **As** de diseño podemos a calcular el **d** corregido, ya que el **d** con el que se calculan los datos anteriores solo es un **d** asumido.

- **d** Corregido:

$$d' = \frac{6 \times (5,70) + 6 \times (10,00) + 6 \times (18,50)}{18}$$

$$d' = 10,37 \text{ cm}$$

$$\rho = \frac{0,85 f'c}{fy} \left[1 - \sqrt{1 - \frac{2 Mu}{0,85 \times \theta \times f'c \times b \times d^2}} \right]$$

$$\rho = 0,00263$$

$$As = \rho \times b \times d$$

$$As = 102,57 \text{ cm}^2$$

$$As = 102,57 \text{ cm}^2 \cong 14 \text{ } \emptyset \text{ 32 mm}$$

- Acero de refuerzo lateral y en la cara Superior:

$$As \text{ ref lateral} = 10 \% As$$

$$As \text{ ref lateral} = 10 \% \times 112,56$$

$$As \text{ ref lateral} = 11,26 \text{ cm}^2 \cong 6 \text{ } \emptyset \text{ 16 mm}$$

$$A_{s_{min}}(\text{cara superior}) = 0,0033 \times 40 \times 147,20$$

$$A_{s_{min}}(\text{cara superior}) = 19,43 \text{ cm}^2 \cong 3 \text{ } \emptyset \text{ 32 mm}$$

e. Verificación a cortante:

- Cortante carga muerta:

$$W_{CM} = \Sigma CM$$

$$W_{CM} = 3,47 \frac{\text{Ton}}{\text{m}^2}$$

$$V_x = \frac{(W_{CM} \times Luz)}{2 - W_{CM} \times x}$$

VALORES X	V _{CM}
0,00	39,038
2,81	29,278
5,63	19,519
8,44	9,759
11,25	0
14,06	-9,759
16,88	-19,519
19,69	-29,278
22,50	-39,038

Tabla 56. CORTANTE DE CARGA MUERTA.

Elaborado por: Avellaneda Carina – Samaniego José.

- Cortante carga viva + impacto:

$$V_{L+I} = R_A \times I \times f$$

- Factor de distribución transversal:

$$f = \frac{s}{1,829}$$

$$f = 1,42$$

Valores x	IM
0,00	1,251
2,81	1,262
5,63	1,274
8,44	1,287
11,25	1,301
14,06	1,317
16,88	1,334
19,69	1,354
22,50	1,375

Tabla 57. FACTOR DE MAYORACIÓN.

Elaborado por: Avellaneda Carina – Samaniego José.

- Cortantes carga viva + impacto:

x	V _(L+I)
0	25,418
2,8125	22,007
5,625	18,52
8,4375	14,981
11,25	11,372
14,06	7,67
16,88	3,875
19,69	-0,049
22,50	-4,12

Tabla 58. CORTANTE DE CARGA VIVA.

Elaborado por: Avellaneda Carina – Samaniego José.

- Cortante ultimo para cada valor de x:

$$V_u = 1,30 \left[V_{CM} + \frac{5}{3} (V_{(L+I)}) \right]$$

x	Vu
0	105,822
2,8125	85,743
5,625	65,501
8,4375	45,146
11,25	24,639
14,06	3,932
16,88	-16,979
19,69	-38,168
22,50	-59,676

Tabla 59. CORTANTE ÚLTIMO.

Elaborado por: Avellaneda Carina – Samaniego José.

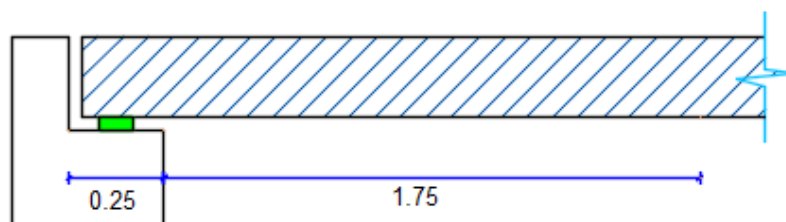


Ilustración 83. CORTANTE ÚLTIMO.

Elaborado por: Avellaneda Carina – Samaniego José.

$$11,25 \quad 81,183$$

$$9,50 \quad x$$

$$x = 93,19$$

f. Esfuerzo de cortante último:

$$V_U = \frac{V_U}{\phi \times bw \times d}$$

$$V_U = 18,23 \frac{Kg}{cm^2}$$

g. Esfuerzo último del concreto:

$$V_C = 0,53\sqrt{f'c}$$

$$V_C = 8,21 \text{ Ton}$$

Espaciamiento al que se deben colocar los estribos para absorber un esfuerzo de corte último.

$$s = \frac{A_v \times f_y}{(V_U - V_C) \times bw}$$

$$s = 23,584 \text{ cm.} \rightarrow s = 30 \text{ cm a } 4d \text{ de la cara}$$

$$53\sqrt{f'c} < V_U < 1,50\sqrt{f'c}$$

$$8,21 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2} < V_U < 25,10 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2} \rightarrow \text{OK}$$

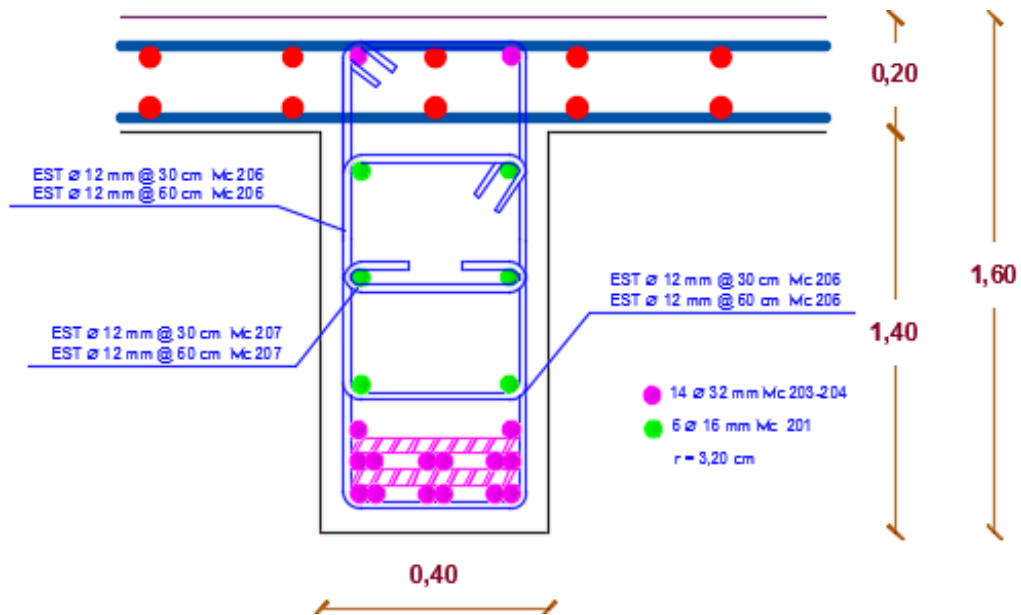


Ilustración 84. ARMADO DE LA VIGA.

Elaborado por: Avellaneda Carina – Samaniego José.

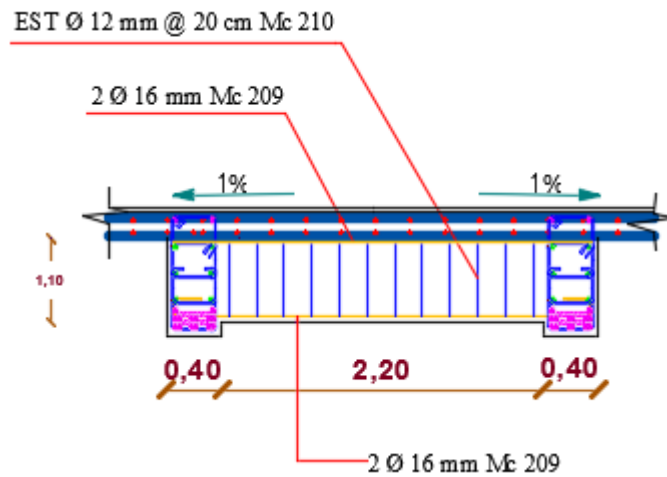


Ilustración 85. ARMADO DEL DIAFRAGMA.

Elaborado por: Avellaneda Carina – Samaniego José.

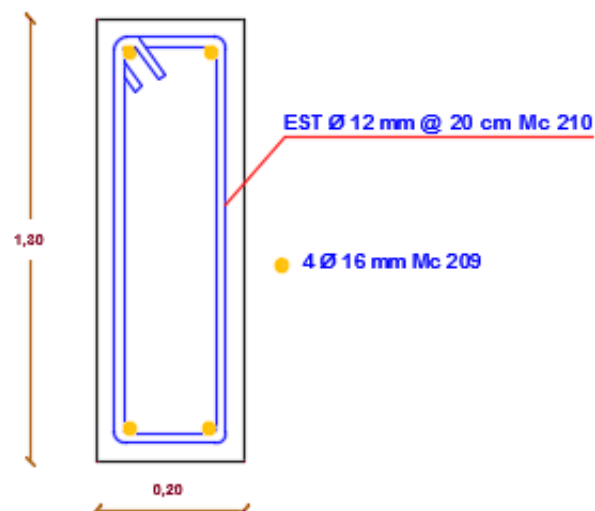


Ilustración 86. DIAGRAMA.

Elaborado por: Avellaneda Carina – Samaniego José.

5.3 OBRAS COMPLEMENTARIAS.

5.3.6 DISEÑO DE APOYOS ELASTOMÉRICOS.

Los elementos de la estructura necesitan un acondicionamiento especial entre las superficies de apoyo para evitar el desgaste del hormigón al producirse un rozamiento entre ellas, esto se logra colocando en los apoyos placas de neopreno.

Las placas de neopreno se componen de caucho natural especial de buenas características en lo referente a la resistencia y deformación. Algunos tipos pueden poseer en su interior una lámina delgada o malla metálica los cual le proporciona rigidez.

Esta placa anula los esfuerzos que producen el movimiento longitudinal de la viga producida por las cargas de impacto y vibraciones que produce el tráfico.

Las placas de neopreno consideradas para este diseño tienen tres ventajas importantes: son económicas, efectivas y no requieren de mantenimiento mayor.

- ✓ Resistencia.- Puede soportar cargas a la compresión de 70 Kg/cm² hasta 120 Kg/cm².
- ✓ Durabilidad.- La vida útil de un neopreno es de aproximadamente 40 años. Sin ningún tipo de mantenimiento.
- ✓ Pre dimensionamiento.

Según el M.T.O.P. el valor del ancho de la placa de neopreno debe ser menor que el ancho de la viga:

$$b_{MAX} = \text{Ancho de la Viga} - 2 \text{ cm}$$

$$1 \text{ cm} < t_t < \frac{w}{5}$$

$$15 \text{ cm o } 5 \times t_t < w < b$$

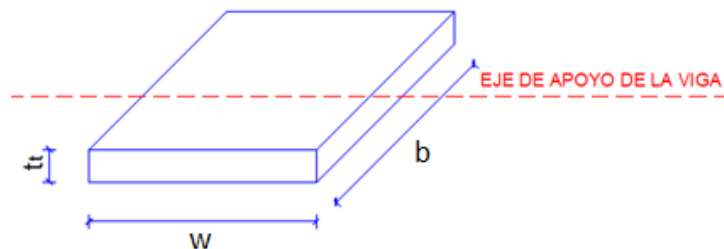


Ilustración 87. EJE DE APOYO DE LA VIGA.

Elaborado por: Avellaneda Carina – Samaniego José.

PREDIMENSIONAMIENTO		
Ancho de la Viga	40	cm
b =	35	cm
w =	30	cm
t_t =	5	cm

Tabla 60. DATOS DEL PRE DIMENSIONAMIENTO DE LOS APOYOS.

Elaborado por: Avellaneda Carina – Samaniego José.

✓ **Carga Vertical:**

Las acciones verticales a considerar en el apoyo son las reacciones de las vigas **V** debido a las cargas gravitatorias del Tablero **Q**.

$$Q = P_g + P_q$$

$$V = \frac{Q}{n_v \times 2}$$

Donde:

P_g = Peso Propio → Losa, Capa de rodadura, Aceras, Pasamanos, Vigas Principales, Diafragmas.

P_q = Peso Sobrecargas → Camión Tipo H.S. 20-44, Peatonal, Sobrecarga en aceras.

✓ **Pesos Propios:**

PESO PROPIO P_g	
ELEMENTO	PESO (Ton)
Capa de rodadura	24,30
Losa	115,60
Aceras	11,70
Barandas	3,38
Vigas	127,80
Diafragmas	10,26
TOTAL	293,04

Tabla 61. CARGAS MUERTAS – DISEÑO DE APOYOS.

Elaborado por: Avellaneda Carina – Samaniego José.

SOBRECARGA P_q	
CARGA	PESO (Ton)
Camión tipo	7,27
Carga peatonal	9,33
Sobre carga acera	2,56
TOTAL	19,16

Tabla 62. CARGAS GRAVITACIONALES – DISEÑO DE APOYOS.

Elaborado por: Avellaneda Carina – Samaniego José.

$$Q = (293,04 + 19,16) \text{ Ton} = 312,20 \text{ Ton}$$

$$V = \frac{Q}{n_v \times 2}$$

$$V = \frac{312,20 \text{ Ton}}{4 \times 2} = 39,03 \text{ Ton}$$

La tensión de compresión en el neopreno es:

$$\sigma = \frac{V}{w \times b}$$

Fijada la tensión admisible del neopreno $\sigma = 70 \text{ Kg/cm}^2$ y adoptada la dimensión **b**, se obtendrán las dimensiones en planta:

$$w = \frac{V}{\sigma \times b}$$

$$w = \frac{39,03 \times 10^3 \text{ Kg}}{70 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2} \times 35 \text{ cm}} = 15,93 \text{ cm}$$

Asumimos $w = 30 \text{ cm}$, según los criterios de diseño para apoyos elastomérico enunciados en las especificaciones A.A.S.H.T.O., la cual nos indica que $w > 15 \text{ cm}$ ó $5t_t$.

Al apoyo de neopreno dimensionado de esta manera, se le deben realizar las siguientes verificaciones:

✓ Máximo Corrimiento Δl :

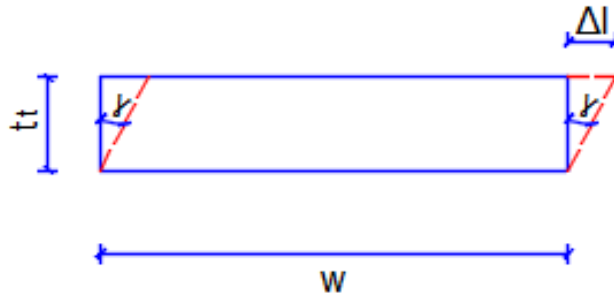


Ilustración 88. MÁXIMO ESCORRIMIENTO EN EL APOYO ELASTOMÉRICO.

Elaborado por: Avellaneda Carina – Samaniego José.

$$\Delta l \leq 0,50 \times t$$

$$\text{tg}_{\text{máx}}(\gamma) = \frac{\Delta l}{t} = 0,50$$

El corrimiento Δl es producido por la variación de longitud de la viga debido a acciones térmicas, acciones estáticas (frenado) y/o geológicas.

- Variación de temperatura:

$$\Delta l_1 = \frac{L(m)}{2} \times \alpha \left(\frac{1}{^{\circ}C} \right) \times \Delta t(^{\circ}C)$$

Dónde:

α = Coeficiente de dilatación del hormigón = 1×10^{-5} $1/^{\circ}C$.

Δt = Variación de Temperatura.

Variación de temperatura Δt del sector de implantación del puente = 13 $^{\circ}C$.

$$\Delta l_1 = \frac{22,50(m)}{2} \times 0,00001 \left(\frac{1}{^{\circ}C} \right) \times 13(^{\circ}C) = 0,0015 \text{ m} = 0,15 \text{ cm}$$

- Fuerza de frenado:

El frenado de vehículos se tomará en cuenta aplicando una fuerza horizontal en el plano del tablero de 1/25 de la sobrecarga equivalente a la multitud compacta, sin impacto, distribuida sobre todo el largo y ancho de la calzada, debiendo adoptarse como mínimo una fuerza de 0,15 veces el peso del camión tipo por cada carril de circulación.

La fuerza de frenado a considerar en la superestructura es el mayor valor entre:

$$F_{t1} = 0,15 \times \text{Peso Camión Tipo} \times N^{\circ} \text{ de Carriles}$$

$$F_{t2} = \frac{1}{25} \times \text{Carga peatonal} \times \text{Sup. Calzada}$$

La A.A.S.H.T.O. especifica las sobrecargas como camiones normalizados o sobrecargas equivalentes; éstos se representan por un camión estándar:

Camión estándar de 3 ejes asumido como camión tipo: H.S. 20 - 44: peso total = 36 Ton.

$$F_{t1} = 0,15 \times 36.000 \text{ Kg} \times 2 = 10.800 \text{ Kg}$$

Según el capítulo 3.6.1.6 de las especificaciones A.A.S.H.T.O., se considera una sobrecarga peatonal de 415 Kg/m².

$$F_{t2} = \frac{1}{25} \times 415 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^2} \times (22,50 \times 9)\text{m}^2 = 3.361,50 \text{ Kg}$$

La reacción en el apoyo es:

$$F = \frac{F_{t_{max}}}{n_v \times 2}$$

$$F = \frac{10.800 \text{ Kg}}{4 \times 2} = 1.350 \text{ Kg}$$

Siendo G_0 el módulo de deformación transversal del neopreno, el mismo depende del material empleado y de acuerdo a la *Tabla 81*. su valor es:

TIPO	G_0 (Kg/cm ²)
Shore 50	8
Shore 60	11
Shore 70	15

Tabla 63. MÓDULO DE DEFORMACIÓN TRANSVERSAL DEL NEOPRENO.

Elaborado por: Avellaneda Carina – Samaniego José.

Por definición el módulo de deformación transversal es la relación entre la tensión y la distorsión; es decir:

$$G_0 = \frac{\text{Tensión}}{\text{Distorsión}} = \frac{F}{b \times w} \times \frac{t}{\Delta l_2}$$

Si despejamos:

$$\Delta l_2 = \frac{F \times t}{G_0 \times b \times w}$$

Escogemos el neopreno ‘Tipo Shore 60’, el cual tiene un módulo de deformación transversal según *Tabla 81*. de 11 Kg/cm²

$$\Delta l_2 = \frac{1.350 \text{ Kg} \times 4 \text{ cm}}{11 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2} \times 35 \text{ cm} \times 30 \text{ cm}} = 0,47 \text{ cm}$$

Corrimiento total es:

$$\Delta l = \Delta l_1 + \Delta l_2$$

$$\Delta l = 0,15 + 0,47 = 0,62 \text{ cm}$$

Debemos verificar:

$$\text{tg}(\gamma) = \frac{\Delta l}{t} \leq \text{tg}_{\text{máx}}(\gamma) = 0,50$$

$$\frac{\Delta l}{t} = \frac{0,62 \text{ cm}}{4 \text{ cm}} = 0,16$$

$$0,16 \leq \text{tg}_{\text{máx}}(\gamma) = 0,50$$

$$0,16 \leq 0,50 \rightarrow \text{OK}$$

✓ Deformación del espesor:

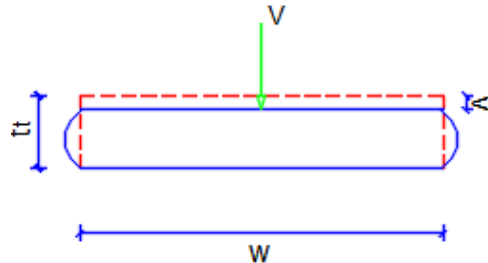


Ilustración 89. DEFORMACIÓN DEL ESPESOR DEL NEOPRENO.

Elaborado por: Avellaneda Carina – Samaniego José.

$$\Delta l \leq 15\% t$$

La deformación del espesor del neopreno depende de la dureza material, la carga unitaria y del factor de forma.

▪ Factor de forma:

$$T = \frac{w \times b}{2 \times (w + b) \times t}$$

$$T = \frac{(30 \times 35) \text{ cm}^2}{2 \times (30 + 35) \text{ cm} \times 5 \text{ cm}} = 1,62$$

Carga unitaria:

$$k = \frac{V}{w \times b} \left[\frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2} \right]$$

$$k = \frac{39.030}{30 \times 35} = 37,17 \left[\frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2} \right]$$

Para verificar esta deformación existen ábacos para cada dureza, a los cuales se entra con los valores de carga unitaria **k** y el factor de forma **T**, y se obtiene la deformación porcentual del espesor.

**RELACIÓN ENTRE LA PRESIÓN ESPECÍFICA Y
LA DEFORMACIÓN PORCENTUAL
DUREZA - 60° SHORE**

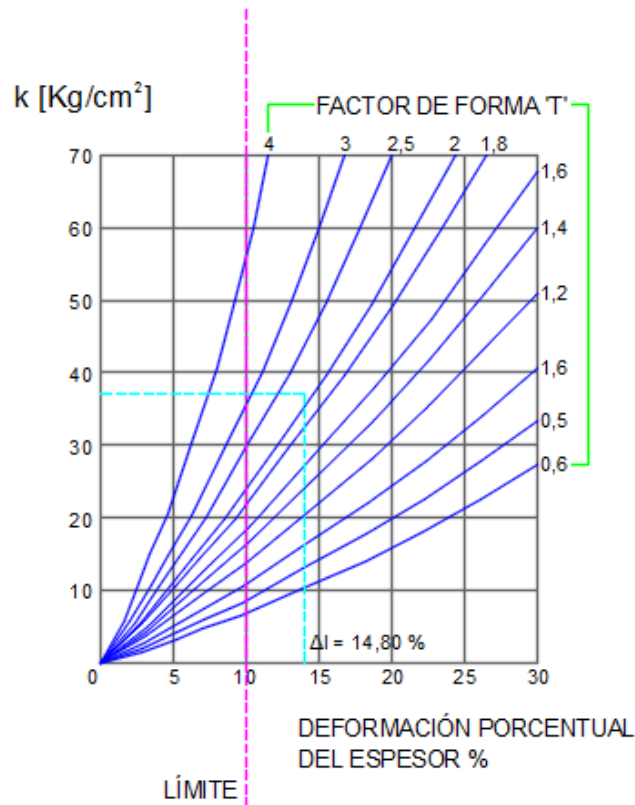


Ilustración 90. CURVAS DE RELACIÓN ENTRE PRESIÓN ESPECÍFICA Y DEFORMACIÓN PORCENTUAL – DUREZA 60 ° SHORE.

Elaborado por: Avellaneda Carina – Samaniego José.

$$\Delta l = 14,80 \% t$$

$$14,80 \% t \leq 15\% t \rightarrow OK$$

Las dimensiones adoptadas verifican ($\Delta l < 15 \% t$) para la dureza 60° shore.

✓ Deslizamiento:

Debido a los esfuerzos horizontales el apoyo de neopreno sufre una distorsión γ en su altura, la cual no debe superar el límite de:

$$tgy < 0,50 \rightarrow \textit{Verificación del corrimiento máximo}$$

Además de poder deformarse el neopreno debe ser capaz de transmitir este esfuerzo sin deslizarse.

Para ello se realiza el cálculo del corrimiento admisible sin deslizamiento δ que soporta el apoyo:

$$\delta = 0,20 \times \frac{Pg \times t_t}{b \times w} \times \frac{X}{G_0}$$

Donde X es un factor que depende de la temperatura mínima y viene dado de acuerdo a la *Tabla 82.*:

TEMPERATURA MÍNIMA [°C]	X
- 7	1,90
- 10	1,88
- 15	1,85
- 20	1,75
- 25	1,67
- 30	1,50

Tabla 64. FACTOR X [DEPENDE DE LA TEMPERATURA MÍNIMA EN EL SECTOR]

Elaborado por: Avellaneda Carina – Samaniego José.

Temperatura mínima registrada del sector de implantación del puente es de 8 °C, asumimos un valor para de $X = 1,90$.

$$\delta = 0,20 \times \frac{293.030 \text{ Kg} \times 4 \text{ cm}}{35 \text{ cm} \times 30 \text{ cm}} \times \frac{1,90}{11 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2}} = 38,56 \text{ cm}$$

Debe verificarse también que se cumpla la expresión:

$$\delta > \Delta l$$

$$38,56 \text{ cm} > 0,62 \text{ cm} \rightarrow OK$$

Caso contrario se producirá deslizamiento.

Las dimensiones recomendadas finales del apoyo elastomérico cumplen todas las verificaciones:

- Máximo Corrimiento (Δl)
- Deformación del espesor
- Deslizamiento

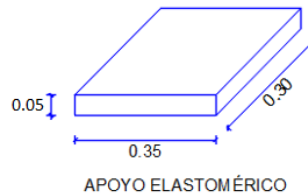


Ilustración 91. DIMENSIONES DEL APOYO ELASTOMÉRICO.

Elaborado por: Avellaneda Carina – Samaniego José.

5.4 DISEÑO DE LA SUBESTRUCTURA DEL PUENTE.

El diseño de la subestructura influye directamente en la configuración de la superestructura. Por ejemplo, la ubicación de los estribos determina la longitud total del puente y el número de pilares controla el peralte de las vigas. Así mismo, la calidad de la subestructura controla el nivel de funcionamiento del puente.

Este diseño requiere mayores consideraciones, debido a que está expuesto a varios tipos de cargas como: la superestructura, el agua, el relleno y el suelo de cimentación; con sus respectivos tipos de falla como: vuelco, deslizamiento o presión portante. Además, el diseño se complica en inesperadas condiciones geológicas, o complicadas geometrías de tableros con curvas horizontales o verticales.

5.4.6 DISEÑO DE ESTRIBOS.

DATOS	CANTIDAD	UNIDAD	OBSERVACIONES
Luz del puente (L)	22,50	m	
Altura (H)	9,00	m	
$\sigma_{ADMISIBLE}$	39	Ton/m ²	Esfuerzo admisible del suelo
γ_s	1,92	Ton/m ³	
ϕ	47 °		Ángulo de fricción interna
Carga de Diseño	7,27	Ton	Camión HS 20-44
f'c	280	Kg/cm ²	Resistencia del hormigón
fy	4200	Kg/cm ²	Resistencia de fluencia acero
Peso Específico	2,60	Ton/m ²	Peso específico del hormigón

Tabla 65. DATOS CARACTERÍSTICOS PARA EL DISEÑO DE ESTRIBOS.

Elaborado por: Avellaneda Carina – Samaniego José.

PREDIMENSIONAMIENTO.

a. Selección del tipo de estribo.

La selección del tipo de estribo depende de las condiciones del sitio donde se va a implantar el puente, las consideraciones económicas, la geometría de la superestructura y la estética. La estabilidad del estribo se encuentra en función de su altura, ya que a medida que el estribo incrementa su altura, incrementa su volumen.

b. Aspectos hidrográficos.

La información de los análisis hidrológicos en el sector concluye que la quebrada Quillán es intermitente, es decir, tiene un comportamiento normal en temporadas de verano, pero cambia su comportamiento en invierno.

Con la demarcación de zonas inundables se puede establecer el nivel de máxima crecida = 3.111,40 m.s.n.m. y el nivel de estiaje = 3.110,40 m.s.n.m. Estos niveles inciden en las alturas de los estribos, indicando un galibo mínimo de 20,30 m, entre el nivel de máxima crecida de la quebrada y la cara inferior de la viga.

c. Altura de estribos.

La altura del estribo está determinada por la profundidad de cimentación descrita en el estudio de suelos (*capítulo IV*) y el nivel de máxima crecida mencionado en el estudio hidrológico (*capítulo IV*).

El estudio de suelos recomienda por las características presentes en el sitio una profundidad de cimentación de 4,00 m y de acuerdo a la topografía (*estudio topográfico*) donde se implantarán los estribos una altura desde el nivel de la cimentación de 5,00 m; dando una altura total del estribo de 9,00 m con una cota de cimentación = 3.122,90 m.s.n.m.

d. Dimensionamiento del estribo.

▪ **Altura del cabezal.**

La altura del cabezal H_C se determina con la expresión:

$$H_C = \text{Losa} + \text{Viga} + \text{Aparatos de apoyo}$$

$$H_C = 0,20 \text{ m} + 1,60 \text{ m} + 0,05 \text{ m} = 1,85 \text{ m}$$

▪ **Altura de la zapata.**

La altura de la zapata H_Z está entre la décima y la duodécima parte de la altura total del estribo.

$$H_Z = \frac{H}{10} \text{ o } \frac{H}{12}$$

Dónde:

H_Z = Altura de la zapata del estribo en m.

H = 9,00m = Altura del estribo.

Por lo tanto:

$$H_Z = \frac{H}{10} = \frac{9,00}{10} = 0,90 \text{ m}$$

▪ **Altura de la pantalla.**

La altura de la pantalla H_P se determina con la expresión:

$$H_P = H - H_Z - H_C$$

Dónde:

H_P = Altura de la pantalla del estribo en m.

H = 9,00 m = Altura del estribo.

$$H_p = 9,00 - 0,90 - 1,85 = 6,25 \text{ m}$$

- **Ancho de la superficie de asiento.**

El ancho de la superficie de asiento **b** se determina con la expresión:

$$b = j + w + 0,05 \text{ m}$$

Dónde:

b = Altura de la superficie de asiento en m.

w = Ancho del apoyo.

j = 0,10 m = Ancho mínimo de la junta de dilatación.

$$b = 0,10 + 0,35 + 0,05 = 0,50 \text{ m}$$

- **Ancho del cabezal.**

El ancho del cabezal **tbw** está comprendido entre los valores siguientes:

$$tbw = 0,20 \text{ o } 0,30 \text{ m}$$

Por lo que adoptamos:

$$tbw = 0,30 \text{ m}$$

- **Ancho de la zapata.**

El ancho de la zapata por lo general se selecciona entre los valores de:

$$B = 0,40H \text{ o } 0,70H$$

Dónde:

B = Ancho de la zapata del estribo en m.

$H = 9,00 \text{ m}$ = Altura del estribo.

Por seguridad tomamos el mayor valor:

$$B = 0,70(9,00) = 6,30 \text{ m}$$

▪ **Ancho del dedo.**

El ancho **td** del dedo se determina con la expresión:

$$td = \frac{B}{3}$$

Dónde:

td = Ancho del dedo del estribo en m.

B = 6,30 m = Ancho de a zapata del estribo.

Por lo tanto:

$$td = \frac{6,30}{3} = 2,10 \text{ m}$$

▪ **Ancho del talón.**

El ancho del talón **tt** se determina con la expresión:

$$tt = B - td - tbw - b$$

Dónde:

tt = Ancho del talón del estribo en m.

td = 2,10 m = Ancho del dedo del estribo.

B = 6,30 m = Ancho de la zapata del estribo.

tbw = 0,30 m = Ancho del cabezal del estribo.

$b = 0,50 \text{ m} = \text{Ancho de la superficie del asiento.}$

Por lo tanto:

$$tt = 6,30 - 2,10 - 0,30 - 0,50 = 3,40$$

▪ **Ancho del asiento de la pantalla**

La altura de la zapata tp está entre la décima y la duodécima parte de la altura total del estribo:

$$tp = \frac{H}{10} \text{ o } \frac{H}{12}$$

Dónde:

$tp = \text{Ancho del asiento de la pantalla del estribo en m.}$

$H = 9,00 \text{ m} = \text{Altura del estribo.}$

Por lo tanto:

$$tp = \frac{9,00}{12} = 0,75 \text{ m}$$

GEOMETRIA PRELIMINAR DEL ESTRIBO.

PREDISEÑO DEL ESTRIBO		
DIMENSIONES PRELIMINARES DE LA GEOMETRÍA		
DATOS DE LA GEOMETRÍA DEL ESTRIBO		UNIDADES
Altura del Estribo H	9,00	m
Altura del Cabezal Hc	1,85	m
Ancho del Cabezal tbw	0,30	m
Desplazamiento mínimo por temperatura j	0,10	m
Ancho superficie de asiento b	0,50	m
Altura de la pantalla Hp:	6,25	m

Altura de la zapata Hz	0,90	m
Ancho del dedo td	2,10	m
Ancho del talón tt	3,40	m
Ancho del asiento de la pantalla tp	0,90	m
Ancho total de la zapata B	6,30	m

Tabla 66. DIMENSIONES PRELIMINARES DEL ESTRIBO.

Elaborado por: Avellaneda Carina – Samaniego José.

Con los datos obtenidos en el prediseño y con la ayuda de una hoja de cálculo de Excel, se procede a calcular cada uno de los estados de carga del estribo pre definido; que en este caso no cumple con 4 de los 5 estados de carga, por lo que es necesario realizar las respectivas interacciones hasta encontrar una geometría que cumpla con los mencionados 5 estados de carga.

Luego de realizar una serie de interacciones se obtuvo que la geometría del estribo que cumple con los estados de carga propuestos para el cálculo de estribos es la mencionada en la *Tabla 63*:

DIMENSIONES DE LA GEOMETRÍA DEL ESTRIBO		
DATOS DE LA GEOMETRÍA DEL ESTRIBO		UNIDADES
Altura del Estribo H	9,00	m
Altura del Cabezal Hc	1,85	m
Ancho del Cabezal tbw	0,30	m
Desplazamiento mínimo por temperatura j	0,10	m
Ancho superficie de asiento b	0,50	m
Altura de la pantalla Hp:	6,45	m
Altura de la zapata Hz	0,90	m
Ancho del dedo td	1,20	m
Ancho del talón tt	1,70	m
Ancho del asiento de la pantalla tp	0,70	m
Ancho total de la zapata B	4,10	m

Tabla 67. DIMENSIONES DEL ESTRIBO.

Elaborado por: Avellaneda Carina – Samaniego José.

Se realiza el cálculo de un estribo tipo, por ser los dos márgenes de implantación de la infraestructura muy semejantes en estratigrafía y capacidad portante del suelo; para el diseño de estribos se analizarán los 5 estados de carga:

A. Muro solo:

1. Peso (muro + relleno) + empuje de tierras.
2. Estado 1 + sismo.

B. Muro + puente:

3. Estado 1 + reacción de carga viva y muerta del puente.
4. Estado 1 + reacción de carga muerta + sismo (puente y muro).
5. Estado 1 + reacción de carga muerta + carga viva en el terraplén.

Así como también la verificación de estabilidad del estribo:

Seguridad al volcamiento → Considera un factor de seguridad al volcamiento:

$$FS_V \geq 2,00$$

Seguridad al deslizamiento → Considera un factor de seguridad al deslizamiento:

$$F_S D \geq 1,50$$

Esfuerzo admisible del suelo → El esfuerzo que soporta el suelo debe ser menor que su esfuerzo admisible:

$$\sigma_{SUELO} \leq \sigma_{ADMISIBLE}$$

En base a los datos de la *Tabla 57*, encontramos el coeficiente de empuje activo K_a , que está en función del ángulo de fricción interna ϕ y se calcula con la siguiente expresión:

$$K_a = tg^2 \left(45^\circ - \frac{\phi}{2} \right)$$

$$K_a = \operatorname{tg}^2 \left(45^\circ - \frac{47^\circ}{2} \right) = 0,155$$

Obtenemos el momento de volcamiento que produce este esfuerzo mediante las siguientes ecuaciones:

$$bw = 5 \% \times CARGA VIVA(HS 20 - 44) = 5 \% (7,27 \text{ Ton}) = 0,364 \text{ m}$$

$$B' = (\gamma \times H \times K_a) + bw$$

$$B' = \left(1,92 \frac{\text{Ton}}{\text{m}^3} \times 9,00 \text{ m} \times 0,155 \right) + 0,364 \text{ m} = 3,04 \text{ m}$$

$$M_{VOLC} = \frac{H^2}{6} (2 \times bw + B')$$

$$M_{VOLC} = \frac{(9,00 \text{ m})^2}{6} (2 \times 0,364 \text{ m} + 3,04 \text{ m}) = 50,87 \text{ Ton} - \text{m}$$

$$B = 1,50 \times \sqrt{\frac{2 \times M_{VOLC}}{\gamma_s \times H}}$$

$$B = 1,50 \times \sqrt{\frac{2 \times 50,87 \text{ Ton} - \text{m}}{1,92 \frac{\text{Ton}}{\text{m}^3} \times 9,00 \text{ m}}} = 4,09 \text{ m} \cong 4,10 \text{ m}$$

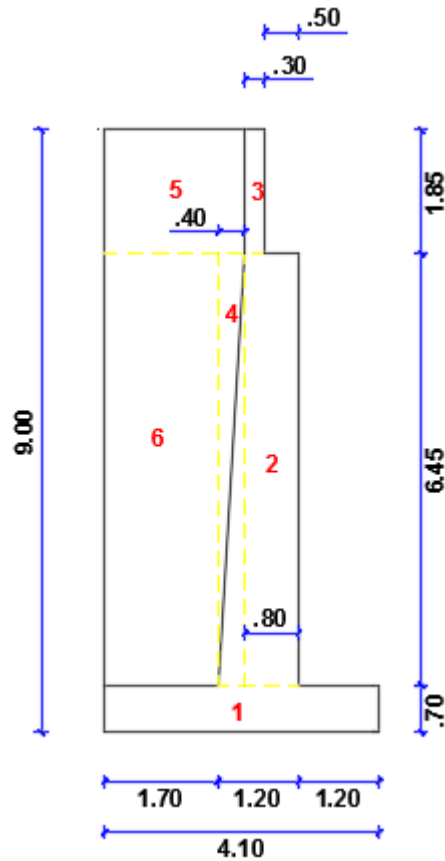


Ilustración 92. GEOMETRÍA DEL ESTRIBO.

Elaborado por: Avellaneda Carina – Samaniego José.

Con la ayuda de una hoja de cálculo y de la geometría del estribo, cuantificamos el peso total de este elemento y su punto de aplicación (centro de gravedad de la figura):

GEOMETRIA							
FIGURA	PESO ESP	Área	Wi	Xi	Yi	Wi*Xi	Wi*Yi
1	2,60	2,87	7,46	2,05	0,35	15,30	2,61
2	2,60	5,16	13,42	1,60	3,93	21,47	52,66
3	2,60	0,56	1,44	1,85	8,08	2,67	11,65
4	2,26	2,58	5,83	2,60	3,93	15,16	22,89
5	1,92	3,89	7,46	3,05	8,08	22,75	60,23
6	1,92	14,11	27,09	3,25	4,85	88,05	131,39
			62,70			165,39	281,4

WT =	62,70	T/m
X =	2,64	m
Y =	4,49	m

Tabla 68. CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS DEL ESTRIBO.

Elaborado por: Avellaneda Carina – Samaniego José.

Donde:

WT = Es el peso total del estribo y la cuña de suelo que le apoya a resistir, además el peso del muro de gaviones sobre la zapata.

A. Muro solo:

1. Peso (muro + relleno) + empuje de tierras:

- Empuje de la tierra:

Considera el 100 % del esfuerzo admisible [100% → σ adm].

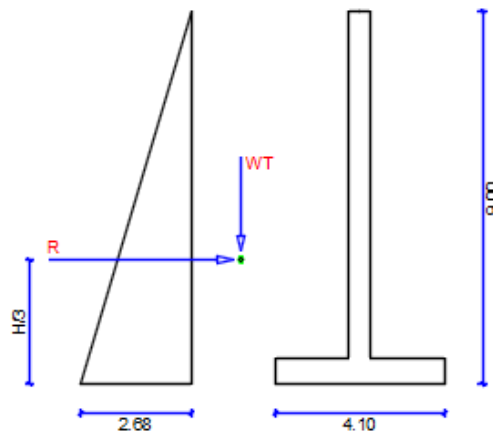


Ilustración 93. ESTADO 1 – PESO (MURO + RELLENO) + EMPUJE DE TIERRAS.

Elaborado por: Avellaneda Carina – Samaniego José.

Obtenido el valor del empuje del suelo, calculamos **R** que es la reacción del suelo contra el muro en carga triangular, luego la convertimos en momento al multiplicarla por la altura de aplicación:

$$PRESIÓN = \gamma_s \times H \times K_a = 2,68 \frac{Ton}{m^2}$$

$$R = \frac{PRESIÓN \times H}{2} = 12,07 \frac{Ton}{m}$$

$$M_V = \frac{R \times H}{3} = 36,20 Ton - m$$

Y la comparamos con el momento que la contrarresta, que es el momento que genera su propio peso en su centro de gravedad o momento estabilizante:

$$M_{EST} = W_T \times \bar{x} = 165,39 Ton - m$$

Comprobamos que el muro resista el volcamiento y el deslizamiento según los parámetros establecidos:

$$F_{Sv} = \frac{M_{EST}}{M_x} = 4,57 > 2 \rightarrow OK$$

$$F_{SD} = \frac{W_T \times tg \phi}{R} = 3,64 > 1,50 \rightarrow OK$$

- Verificación del esfuerzo del suelo:

Revisamos si existe excentricidad:

$$X = \frac{\Delta M}{W_T} = \frac{M_{EST} - M_x}{W_T} = 2,060 m > 1,20 \rightarrow OK$$

$$e = \frac{B}{2} - X = -0,01$$

Aplicamos a la ecuación del esfuerzo producido en el suelo:

$$\sigma_s = \frac{W_T}{B} \pm \frac{6 \times W_T \times e}{B^2}$$

$$\sigma_{s1} = 15,06 \frac{T}{m^2}$$

$$\sigma_{s2} = 15,53 \frac{T}{m^2}$$

Los esfuerzos producidos en el suelo son menores que el $\sigma_{adm} = 39 \text{ Ton/m}^2 \rightarrow \text{OK}$.

2. Estado 1 + sismo

- Empuje de tierra + sismo:

Considera el esfuerzo del suelo mayorado en un 33 % [133% $\rightarrow \sigma_{adm}$].

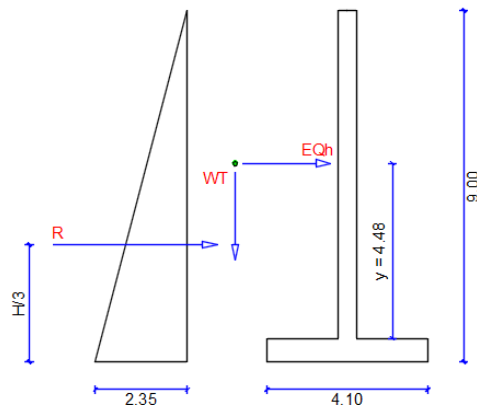


Ilustración 94. ESTADO 2 – EMPUJE DE TIERRAS + SISMO.

Elaborado por: Avellaneda Carina – Samaniego José.

Debido a las fuerzas sísmicas, se produce en este sistema una reacción en contra del muro ocasionada por la misma masa de este, que ocasiona un momento que se aplica a una altura y_{MEDIA} que equivale a:

$$EQ_H = c \times W_T = 6,27 \text{ Ton}$$

Donde c se adopta de acuerdo a la *Tabla 59*.

ZONA	A	c
ZONA I	0,09	0,60
ZONA II	0,22	0,60
ZONA III	0,50	0,10

Tabla 69. ZONAS SÍSMICAS.

Elaborado por: Avellaneda Carina – Samaniego José.

$$M_{EQ} = EQ_H \times y_{MEDIA} = 28,14 \text{ Ton} - m$$

Se realiza la comparación de los factores.

$$F_{Sv} = \frac{M_{EST}}{M_x + M_{EQ}} = 2,57 \geq 2,00 \rightarrow OK$$

$$F_{SD} = \frac{W_T \times tg\phi}{R + EQ_H} = 2,39 \geq 1,50 \rightarrow OK$$

- Verificación del esfuerzo del suelo:

En un evento sísmico de gran magnitud, se ha determinado que el esfuerzo que soporta una estructura se incrementa en un 33 %:

$$\sigma_{adm_{MAX}} = 133 \% \sigma_{adm} = 51,87 \frac{\text{Ton}}{\text{m}^2}$$

Se verifica si existen excentricidades:

$$X = \frac{\Delta M}{W_T} = \frac{M_{EST} - (M_x + M_{EQ})}{W_T} = 1,61 \text{ m} > 1,20 \rightarrow OK$$

- Esfuerzo admisible calculado:

$$\tau_s = \frac{2 \times W_T}{3 \times x} = 25,94 \frac{\text{Ton}}{\text{m}^2} < 51,87 \frac{\text{Ton}}{\text{m}^2} \rightarrow OK$$

B. Muro + puente:

3. Estado 1 + reacción de carga viva y muerta del puente:

- Empuje de tierra + reacción de carga viva y muerta:

Considera el 100% del esfuerzo admisible [100 % \rightarrow σ adm].

- Análisis de la carga muerta:

CARGAS MUERTAS (Ton)	
Tablero	121,68
Barandas	10,92
Aceras	16,38
Carpeta de rodadura	24,30
Vigas	131,04
Diafragmas	17,85
W_{CM}	322,17

Tabla 70. ANÁLISIS DE LA CARGA MUERTA PARA EL DISEÑO DE ESTRIBOS.

Elaborado por: Avellaneda Carina – Samaniego José.

$$R_{CM/ml} = \frac{W_{CM}}{\text{Longitud de apoyo} \times 2} = 15,49 \text{ Ton}$$

- Análisis de carga viva [HS 20-44 **P** = 7,27 Ton]:

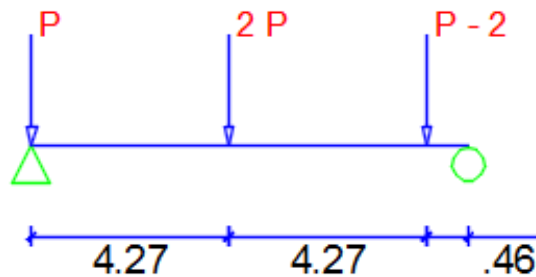


Ilustración 95. ANÁLISIS DE LA CARGA VIVA [H.S. 20-44]

Elaborado por: Avellaneda Carina – Samaniego José.

$$R_{CV/ml} = \frac{R_1}{\text{Longitud de apoyo}} = 7,25 \text{ Ton}$$

- Carga a utilizar:

$$W_T = WT + R_{CM} + R_{CV}$$

$$W_T = 62,70 + 15,49 + 7,25 = 85,44 \text{ Ton}$$

- Momento estabilizador:

$$M_{EST} = M_E + (R_{CM} + R_{CV}) \times 1,40(\text{BRAZO PALANCA}) = 197,22 \text{ Ton}$$

$$x = \frac{\Delta M}{W_T} = \frac{M_{EST-E3} - M_X}{W_T} = 1,88 \text{ m} > 1,33 \text{ EXISTE EXCENTRICIDAD}$$

→ OK

- Esfuerzo admisible:

$$\sigma_s = \frac{W_T}{B} \pm \frac{6 \times W_T \times e}{B^2}$$

$$\sigma_{s1} = 25,88 \frac{T}{m^2} < 39 \frac{T}{m^2} \rightarrow OK$$

$$\sigma_{s2} = 15,80 \frac{T}{m^2} < 39 \frac{T}{m^2} \rightarrow OK$$

4. Estado 1 + reacción de carga muerta + sismo (puente y muro):

- Empuje de tierra + RCM + sismo (puente y muro):

Considera el esfuerzo del suelo mayorado en un 33% [133 % → σ adm].

El peso de la estructura durante un evento sísmico es el total de la geometría del estribo más la reacción de la carga muerta del puente.

$$W_{TE-4} = W_T + R_{CM} = 78,19 \text{ Ton}$$

- Fuerza del sismo en el puente:

$$EQ_{PUENTE} = c \times R_{CM}$$

$$EQ_{PUENTE} = 1,55$$

Calculamos el momento volcador M_{VOL} y el momento estabilizador M_{EST} :

$$M_{VOL} = M_V + [EQ_{PUENTE} \times (H - H_{PARAPETO})] + M_{EQ}$$

$$M_{VOL} = 72,94 \text{ Ton} - m$$

$$M_{EST} = M_E + (R_{CM} \times 1,40(\text{BRAZO PALANCA})) = 187,07 \text{ Ton}$$

Se verifica si existen excentricidades.

$$X = \frac{\Delta M}{W_T} = 1,46 \text{ m} > 1,20 \text{ m} \rightarrow OK$$

- Esfuerzo admisible calculado:

$$\tau_{S_{MAX}} = \frac{2 \times W_T}{3 \times x} = 33,31 < 51,87 \rightarrow OK$$

5. Estado 1 + reacción de carga muerta + carga viva en el terraplén:

- Empuje de tierra + RCMp + carga viva del terraplén:

Considera el 100 % del esfuerzo admisible [100% → σ adm]

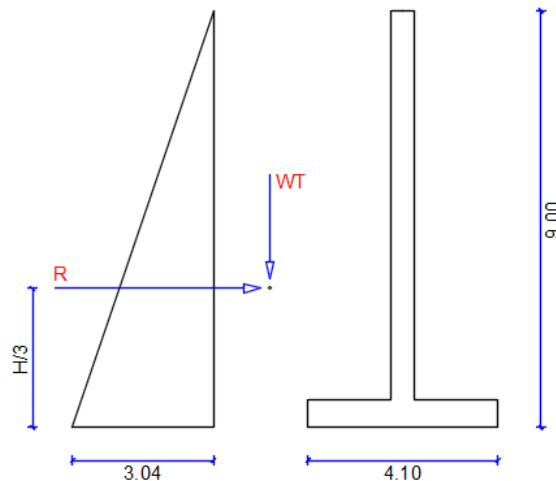


Ilustración 96. ANÁLISIS DEL ESTADO 4: EMPUJE DE TIERRA + RCM_p + CARGA.

Elaborado por: Avellaneda Carina – Samaniego José.

El peso de la estructura durante un evento sísmico es el total de la geometría del estribo más la reacción de la carga muerta del puente.

$$W_{T-E5} = W_T + R_{CM} = 78,191 \text{ Ton}$$

$$M_{VOLC} = 64,16 \text{ Ton} - m$$

$$M_{EST} = M_E + (R_{CM} \times 1,40(\text{BRAZO PALANCA})) = 187,07 \text{ Ton}$$

Se verifica si existen excentricidades.

$$X = \frac{\Delta M}{W_T} = 2,39 \text{ m} > 1,20 \text{ m} \rightarrow OK$$

$$e = \frac{B}{2} - x = 0,34$$

- Esfuerzo admisible calculado:

$$\sigma_s = \frac{W_T}{B} \pm \frac{6 \times W_T \times e}{B^2}$$

$$\sigma_{s1} = 9,51 \frac{T}{m^2} < 39 \frac{T}{m^2} \rightarrow OK$$

$$\sigma_{s2} EX = 28,63 \frac{T}{m^2} < 39 \frac{T}{m^2} \rightarrow OK$$

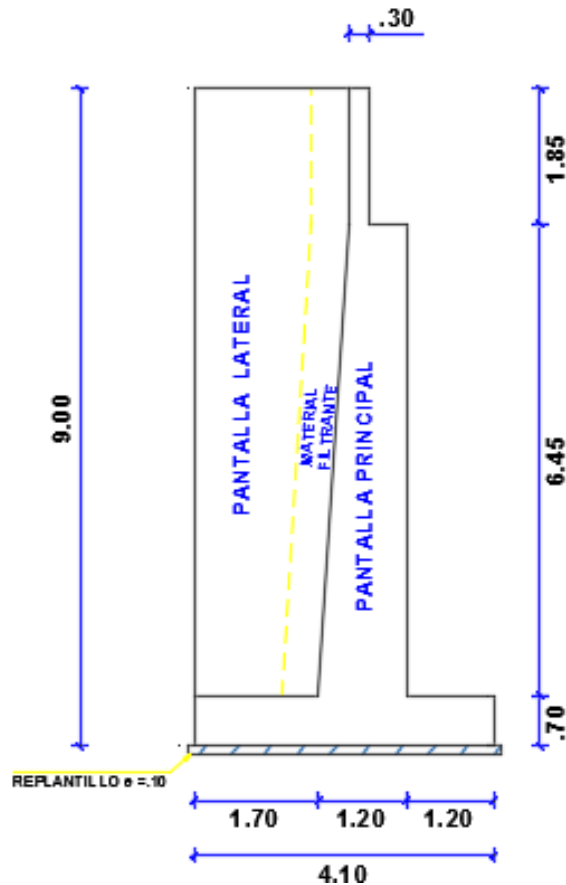


Ilustración 97. ESTRIBO TIPO IZQUIERDO Y DERECHO.

Elaborado por: Avellaneda Carina – Samaniego José.

5.4.7 DISEÑO DE LA ZAPATA.

- Se utiliza el método de última resistencia.
- Para el cálculo se utilizarán los esfuerzos determinados en la etapa de verificación (cargas de servicio) y se aplicarán los siguientes factores de mayoración.

ESTADO	FACTOR DE MAYORACION
I,III,V (sin sismo)	1,70
II,IV (con sismo)	1,30

Tabla 71. FACTORES DE MAYORACIÓN.

Elaborado por: Avellaneda Carina – Samaniego José.

- Estado I:

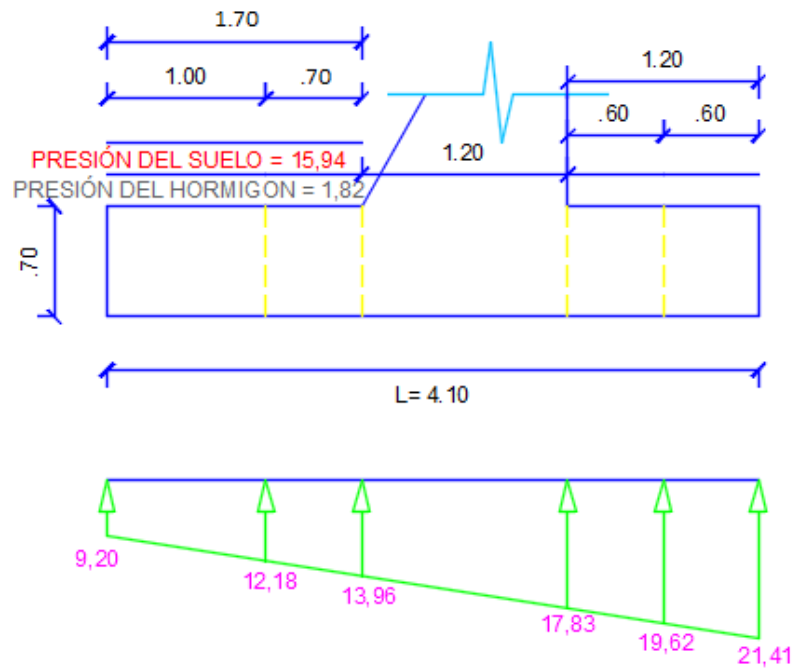


Ilustración 98. ESTADO I – DISEÑO ZAPATA.

Elaborado por: Avellaneda Carina – Samaniego José.

CÁLCULO DEL TALÓN	
$M_{CAL} = \frac{b^2}{6} \times [2 \times P_1 + P_2] =$	- 8,98 Ton - m
$V_{CAL} = \frac{b}{2} [P_1 + P_2] =$	- 7,11 Ton

CÁLCULO DEL DEDO	
$M_{CAL} = \frac{b^2}{6} \times [2 \times P_1 + P_2] =$	13,24 Ton - m
$V_{CAL} = \frac{b}{2} [P_1 + P_2] =$	11,22 Ton

Tabla 72. MOMENTOS Y CORTANTES EN EL TALON Y DEDO – ESTADO I.

Elaborado por: Avellaneda Carina – Samaniego José.

- Estado II:

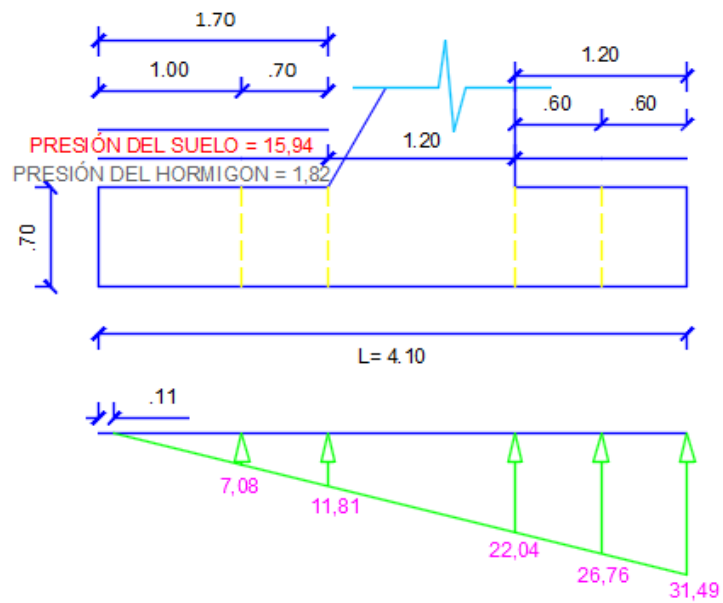


Ilustración 99. ESTADO II – DISEÑO ZAPATA.

Elaborado por: Avellaneda Carina – Samaniego José.

- Esfuerzo del suelo:

$$x = 1,33$$

$$e = \frac{B}{2} - x = 0,72$$

- Punto de equilibrio:

$$L = \frac{3 \times B}{2} - 3 \times e = 3,99$$

CÁLCULO DEL TALÓN	
$M_{CAL} = \frac{b^2}{6} \times [2 \times P_1 + P_2] =$	- 20,15 Ton - m
$V_{CAL} = \frac{b}{2} [P_1 + P_2] =$	- 12,80 Ton

CÁLCULO DEL DEDO	
$M_{CAL} = \frac{b^2}{6} \times [2 \times P_1 + P_2] =$	19,09 Ton - m
$V_{CAL} = \frac{b}{2} [P_1 + P_2] =$	16,38 Ton

Tabla 73. MOMENTOS Y CORTANTES EN EL TALON Y DEDO – ESTADO II.

Elaborado por: Avellaneda Carina – Samaniego José.

- Estado III:

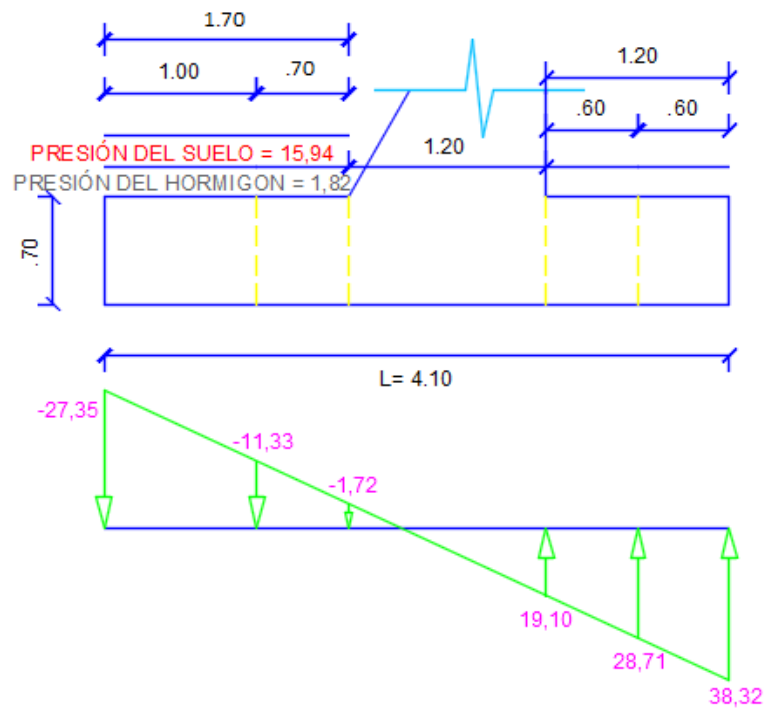


Ilustración 100. ESTADO III – DISEÑO ZAPATA.

Elaborado por: Avellaneda Carina – Samaniego José.

CÁLCULO DEL TALÓN	
$M_{CAL} = \frac{b^2}{6} \times [2 \times P_1 + P_2] =$	- 46,73 Ton - m
$V_{CAL} = \frac{b}{2} [P_1 + P_2] =$	- 37,04 Ton

CÁLCULO DEL DEDO	
$M_{CAL} = \frac{b^2}{6} \times [2 \times P_1 + P_2] =$	21,67 Ton - m
$V_{CAL} = \frac{b}{2} [P_1 + P_2] =$	19,02 Ton

Tabla 74. MOMENTOS Y CORTANTES EN EL TALON Y DEDO – ESTADO III.

Elaborado por: Avellaneda Carina – Samaniego José.

- Estado IV:

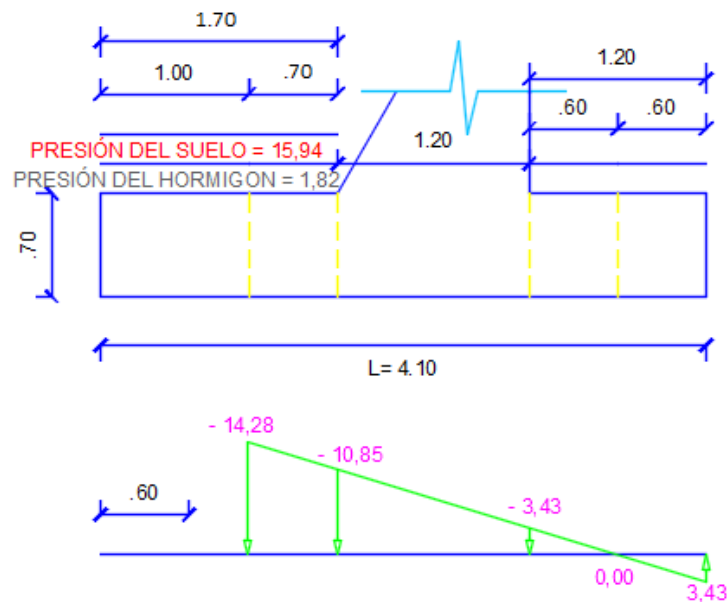


Ilustración 101. ESTADO IV – DISEÑO ZAPATA.

Elaborado por: Avellaneda Carina – Samaniego José.

- Esfuerzo del suelo:

$$x = 3,90$$

$$e = \frac{B}{2} - x = 1,85$$

- Punto de equilibrio:

$$L = \frac{3 \times B}{2} - 3 \times e = 0,60$$

CÁLCULO DEL TALÓN	
$M_{CAL} = \frac{b^2}{6} \times [2 \times P_1 + P_2] =$	- 29,18 Ton - m
$V_{CAL} = \frac{b}{2} [P_1 + P_2] =$	0,15 Ton

CÁLCULO DEL DEDO	
$M_{CAL} = \frac{b^2}{6} \times [2 \times P_1 + P_2] =$	- 0,49 Ton - m
$V_{CAL} = \frac{b}{2} [P_1 + P_2] =$	- 0,06 Ton

Tabla 75. MOMENTOS Y CORTANTES EN EL TALON Y DEDO – ESTADO IV.

Elaborado por: Avellaneda Carina – Samaniego José.

○ Estado V:

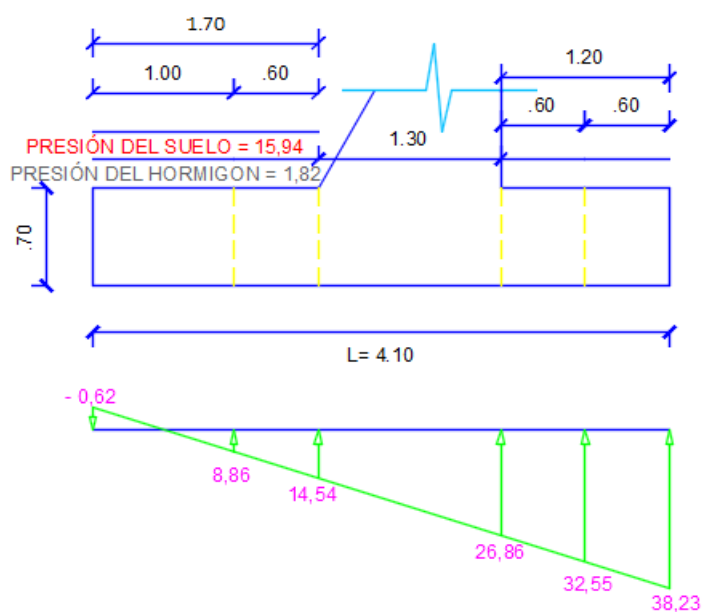


Ilustración 102. ESTADO V – DISEÑO ZAPATA.

Elaborado por: Avellaneda Carina – Samaniego José.

CÁLCULO DEL TALÓN	
$M_{CAL} = \frac{b^2}{6} \times [2 \times P_1 + P_2] =$	- 16,98 Ton - m
$V_{CAL} = \frac{b}{2} [P_1 + P_2] =$	- 13,58 Ton

CÁLCULO DEL DEDO	
$M_{CAL} = \frac{b^2}{6} \times [2 \times P_1 + P_2] =$	23,49 Ton - m
$V_{CAL} = \frac{b}{2} [P_1 + P_2] =$	20,14 Ton

Tabla 76. MOMENTOS Y CORTANTES EN EL TALON Y DEDO – ESTADO V.

Elaborado por: Avellaneda Carina – Samaniego José.

Diseño final de la zapata.

- Casos de análisis:

TALON		CASO 1	1.70	CASO 2	1.30	CASO 3	1.70	CASO 4	1.30	CASO 5	1.70
V	V esta	-7.11		-13.65		-37.04		0.15		20.14	
	V may	-12.09		-17.75		-62.97		0.20		34.24	
M	M esta	-8.97		-20.18		-46.73		-29.18		-16.98	
	M may	-15.26		-26.23		-79.44		-37.93		-28.87	
DEDO		CASO1	1.70	CASO 2	1.30	CASO 3	1.70	CASO 4	1.30	CASO 5	1.70
V	Vesta	11.22		16.39		19.02		-0.06		20.14	
	V may	19.07		21.30		32.33		-0.08		34.24	
M	M esta	13.25		19.10		21.67		-0.49		23.49	
	M may	22.52		24.83		36.83		-0.64		39.93	

Tabla 77. CASOS DE ANÁLISIS DE CORTANTE Y MOMENTOS PARA EL DISEÑO DE LA ZAPATA.

Elaborado por: Avellaneda Carina – Samaniego José.

TALON	
V _U	M _U
34,24	-79,44

Tabla 78. CORTANTE Y MOMENTO ÚLTIMO EN EL TALÓN.

Elaborado por: Avellaneda Carina – Samaniego José.

DEDO	
V _U	M _U
34,24	39,93

Tabla 79. CORTANTE Y MOMENTO ÚLTIMO EN EL DEDO.

Elaborado por: Avellaneda Carina – Samaniego José.

- Verificación de corte:

$$V_U = 34,24 \text{ Ton}$$

Ø CORTE	0,85
d	60,00 cm
b	100,00 cm
f'c	280,00 Kg/cm ²

Tabla 80. VERIFICACIÓN DE CORTE

Elaborado por: Avellaneda Carina – Samaniego José.

$$v_u = \frac{V_U}{\phi \times b \times d} = 6,71 \frac{Kg}{cm^2}$$

$$v_c = 0,50\sqrt{f'c} = 8,37 \frac{Kg}{cm^2}$$

$$v_u = 6,71 \frac{Kg}{cm^2} < v_c = 8,37 \frac{Kg}{cm^2} \rightarrow OK$$

- Diseño a flexión:
 - Talón:

$$M_U = 79,74 \text{ Ton} - m$$

Ø FLEXION	0,90
d	60,00 cm
b	100,00 cm
fy	4200,00 Kg/cm ²
f'c	280,00 Kg/cm ²

Tabla 81. DISEÑO A FLEXIÓN TALON.

Elaborado por: Avellaneda Carina – Samaniego José.

$$k = \frac{M_U}{0,90 \times f'c \times B \times d^2} = 0,0876$$

$$q = \frac{1 - \sqrt{1 - 2,36 \times k}}{1,18} = 0,09263$$

$$\rho = q \times \frac{f'c}{fy} = 0,00618$$

$$As = \rho \times B \times d$$

$$As = 0,00618 \times 100 \times 60 = 37,05 \text{ cm}^2 \rightarrow 8 \text{ Ø } 25 \text{ mm @ } 14 \text{ cm}$$

- Dedo:

$$M_U = 39,93 \text{ Ton} - m$$

Ø FLEXION	0,90
d	60,00 cm
b	100,00 cm
fy	4200,00 Kg/cm ²
f'c	280,00 Kg/cm ²

Tabla 82. DISEÑO A FLEXIÓN DEDO.

Elaborado por: Avellaneda Carina – Samaniego José.

$$k = \frac{M_U}{0,90 \times f'c \times B \times d^2} = 0,054$$

$$q = \frac{1 - \sqrt{1 - 2,36 \times k}}{1,18} = 0,045$$

$$\rho = q \times \frac{f'c}{fy} = 0,00301$$

$$As = \rho \times B \times d$$

$$As = 0,00301 \times 100 \times 60 = 18,08 \text{ cm}^2 \rightarrow 7 \text{ Ø } 18 \text{ mm } 17 \text{ cm}$$

- 'As' de repartición transversal en la zapata:

$$As_{min} = 0,0018 \times b \times d$$

$$As_{min} = 10,80 \text{ cm}^2$$

$$As_{min} = 5 \text{ Ø } 16 \text{ mm @ } 34 \text{ cm}$$

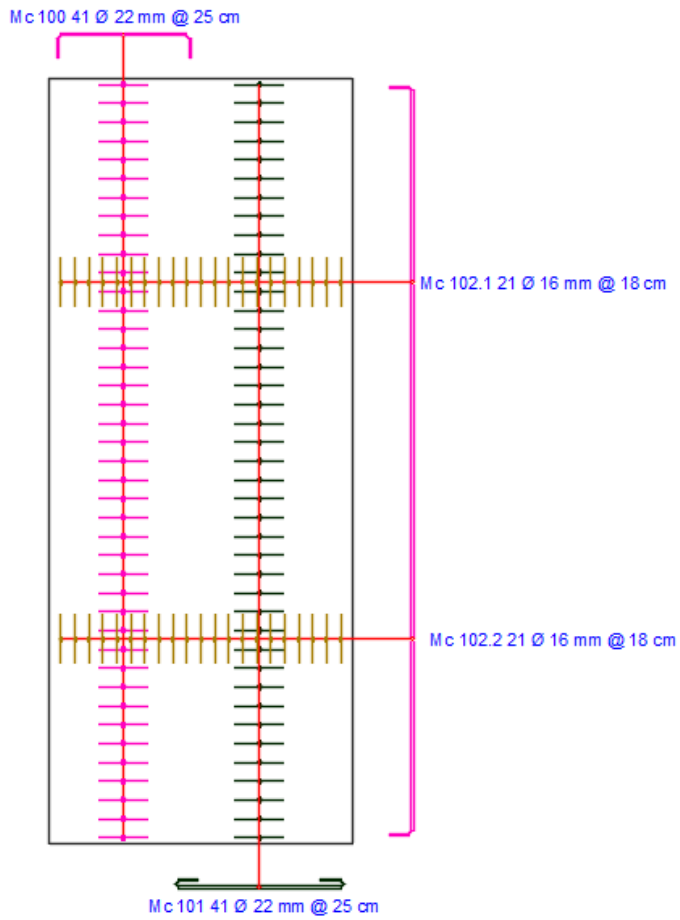


Ilustración 103. ARMADO DE LA ZAPATA.

Elaborado por: Avellaneda Carina – Samaniego José.

5.4.8 DISEÑO DE LA PANTALLA.

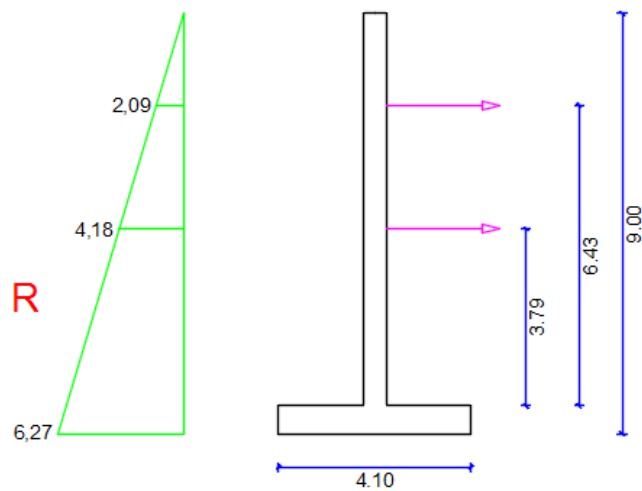


Ilustración 104. REACCIONES A L/3 – DISEÑO DE LA PANTALLA.

Elaborado por: Avellaneda Carina – Samaniego José.

NX	VU	MU
2,20	5,90	41,83
4,40	25,69	70,36
6,60	45,15	120,99

Tabla 83. CORTANTES Y MOMENTOS ÚLTIMOS.

Elaborado por: Avellaneda Carina – Samaniego José.

- Verificación a corte:

$$V_U = 43,48 \text{ Ton}$$

Ø CORTE	0,85
d	120,00 cm
b	100,00 cm
f'c	280,00 Kg/cm ²

Tabla 84. VERIFICACIÓN A CORTE.

Elaborado por: Avellaneda Carina – Samaniego José.

$$v_u = \frac{V_U}{\phi \times b \times d} = 4,26 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2}$$

$$v_c = 0,50\sqrt{f'c} = 8,37 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2}$$

$$v_u = 4,26 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2} < v_c = 8,37 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2} \rightarrow \text{OK}$$

- Diseño a flexión:

$$M_U = 111,06 \text{ Ton} - m$$

Ø FLEXION	0,90
d	120,00 cm
b	100,00 cm
fy	4200,00 Kg/cm ²
f'c	280,00 Kg/cm ²

Tabla 85. DISEÑO A FLEXION.

Elaborado por: Avellaneda Carina – Samaniego José.

$$k = \frac{M_U}{0,90 \times f'c \times B \times d^2} = 0,0306$$

$$q = \frac{1 - \sqrt{1 - 2,36 \times k}}{1,18} = 0,0312$$

$$\rho = q \times \frac{f'c}{fy} = 0,00208$$

$$As = \rho \times B \times d$$

$$As = 0,00208 \times 100 \times 120 = 24,94 \text{ cm}^2 \rightarrow \text{En 1 m}$$

$$\rightarrow 7 \text{ Ø } 22 \text{ mm @ } 17 \text{ cm}$$

- 'As' de repartición horizontal:

$$As_{min} = 0,002 \times b \times d$$

$$As_{min} = 0,002 \times 100 \times 120$$

$$As_{min} = 24,00 \text{ cm}^2$$

$$\text{Cara interior: } 24 \times \frac{1}{3} = 8,00$$

$$\text{En 1 m: } 3 \text{ Ø } 18 \text{ mm}$$

$$\text{Cara exterior: } 24 \times \frac{2}{3} = 16,00$$

$$\text{En 1 m: } 6 \text{ Ø } 18 \text{ mm}$$

$$M_U = 61,10 \text{ Ton} - \text{m}$$

Ø FLEXION	0,90
d	100,00 cm
b	100,00 cm
fy	4200,00 Kg/cm ²
f'c	280,00 Kg/cm ²

Tabla 86. DISEÑO A FLEXION.

Elaborado por: Avellaneda Carina – Samaniego José.

$$k = \frac{M_U}{0,90 \times f'c \times B \times d^2} = 0,024$$

$$q = \frac{1 - \sqrt{1 - 2,36 \times k}}{1,18} = 0,025$$

$$\rho = q \times \frac{f'c}{fy} = 0,0016$$

$$As = \rho \times B \times d$$

$$As = 0,0016 \times 100 \times 100 = 16,40 \text{ cm}^2 \rightarrow \text{En 1 m} \rightarrow 4 \text{ Ø } 22 \text{ mm}$$

$$M_U = 34,53 \text{ Ton} - \text{m}$$

Ø FLEXION	0,90
d	60,00 cm
b	100,00 cm
fy	4200,00 Kg/cm ²
f'c	280,00 Kg/cm ²

Tabla 87. DISEÑO A FLEXION.

Elaborado por: Avellaneda Carina – Samaniego José.

$$k = \frac{M_U}{0,90 \times f'_c \times B \times d^2} = 0,03806$$

$$q = \frac{1 - \sqrt{1 - 2,36 \times k}}{1,18} = 0,03895$$

$$\rho = q \times \frac{f'_c}{f_y} = 0,00260$$

$$A_s = \rho \times B \times d$$

$$A_s = 0,00260 \times 100 \times 60 = 15,58 \text{ cm}^2 \rightarrow \text{En } 1 \text{ m} \rightarrow 4 \text{ } \varnothing 22 \text{ mm}$$

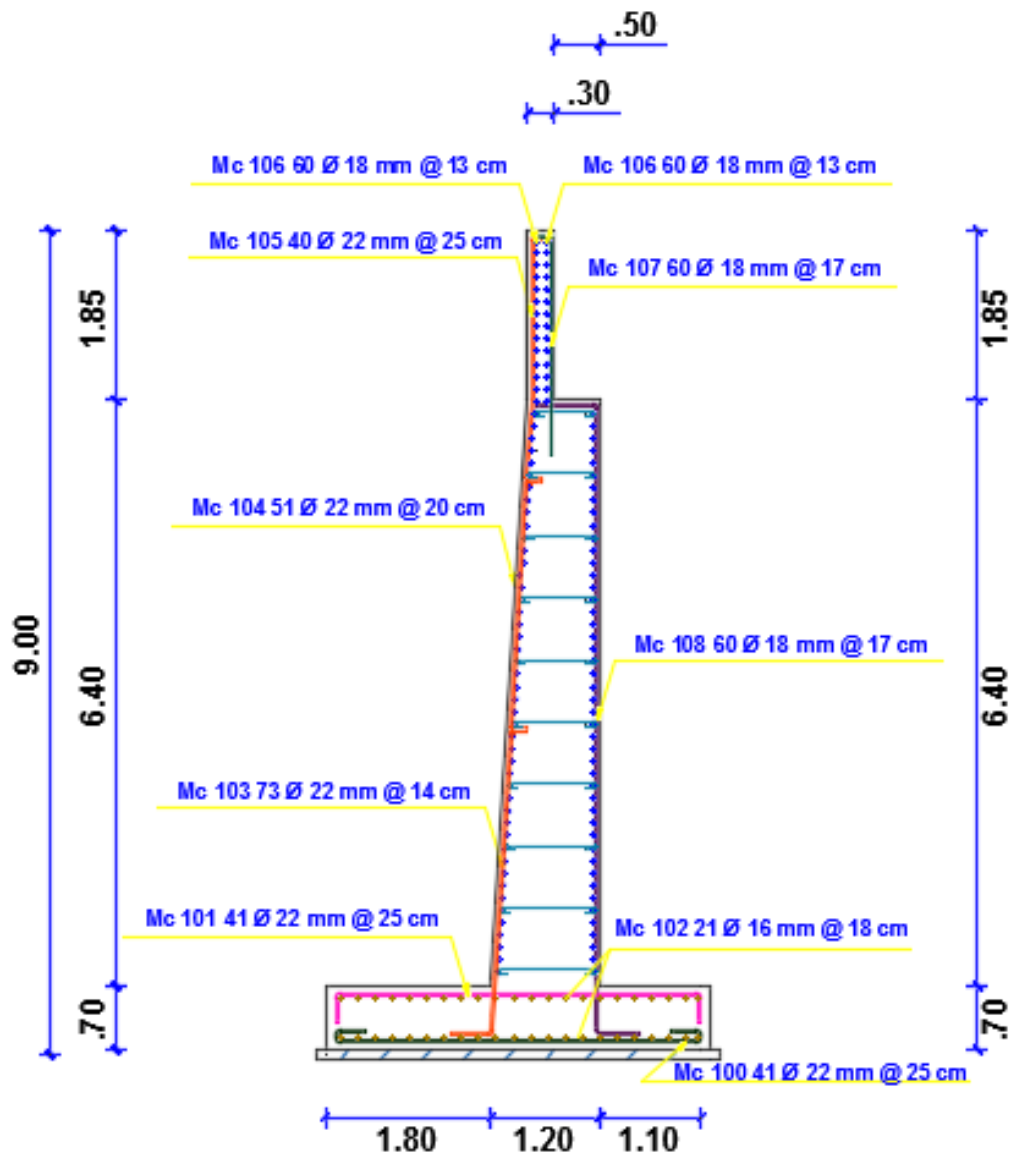


Ilustración 105. ARMADO DEL ESTRIBO.

Elaborado por: Avellaneda Carina – Samaniego José.

Drenaje en el muro:

Si se considera que el almacenamiento de humedad produce cambios volumétricos y a consecuencia de ello la generación de empujes mayores a los considerados en el cálculo, lo que puede llevar a la falla del elemento, de ahí la importancia del drenaje en la parte del relleno.

Se puede considerar para extraer el agua del relleno, un sistema de drenaje colocando mechinales, estos deben estar bien espaciados tanto horizontal como verticalmente, distancias comprendidas entre 1,20 y 1,80 metros, su diámetro debe ser como mínimo de 10 cm lo cual facilitará su limpieza.

A la entrada de los mechinales se debe colocar una rejilla y gravilla para evitar que la arena o material más fino tapone los drenes y no permita su correcto funcionamiento.

5.5 PRESUPUESTO PARA LA EJECUCIÓN DEL PUENTE.

5.5.6 CALCULO DE VOLUMENES DE OBRA.

Los volúmenes de obra se obtienen de los planos del proyecto y no son más que las cantidades necesarias de cada rubro utilizado en la construcción.

VOLÚMENES DE OBRA									
Rubro / Descripción	U.	CANT.	LONGITUD	ANCHO	ESPESOR	AREA	VOLUMEN	CANT.	CALCULO
			m	m	m	m2	m3		
			l	a	e	A	V		
INFRAESTRUCTURA									
DESBROCE, DESBOSQUE Y LIMPIEZA.	M2	2	12.40	6.10		151.28		151.28	$A = L * a$
REPLANTEO Y NIVELACIÓN	M2	2	10.40	4.10		85.28		85.28	$A = L * a$
EXCAVACIÓN DE SUELO SIN CLASIFICAR A MÁQUINA	M3	2	12.40	6.00	9.10	1354.08	677.04	677.04	$V = A * L$
DESALOJO DE MATERIAL CON VOLQUETA	M3	2	12.40			16.4	406.72	406.72	$V = A * L$
RELLENO COMPACTADO FINAL CON MATERIAL PROPIO DE EXCAVACIÓN.	M3						947.36	947.36	RELL=VOL EXC. - VOL DESA
HORNIGÓN REPLANTILLO ($f'c=180 \text{ kg/cm}^2$)	M3	2	10.40	4.10	0.10		8.53	8.53	$V = L * a * e$
ENCOFRADO RECTO (estribos)	M						413.88		METRO LINEAL
HORMIGÓN ESTRUCTURAL ($f'c=280 \text{ kg/cm}^2$).	M3	2	10.40			9.87	205.30	205.30	$V = A * L$
TUBERÍA P.V.C. desague 110 mm.	M	16	1.60					25.60	METRO LINEAL
MATERIAL FILTRANTE INCLUIDO TRANSPORTE	M3	2	10.40			4.15	86.32	86.32	$V = A * L$
ESTRUCTURA DE OBRA FALSA	Glb.						1.00	1.00	GLOBAL
ACERO DE REFUERZO.	KG.							17738.15	PLANILLAS

SUPERESTRUCTURA									
APOYOS PLACAS DE NEOPRENO SHORE 60°	U							8.00	UNIDAD
ENCOFRADO RECTO (VIGAS) (INCLUYE DIAFRAGMAS)	M2	4				133.76		535.04	PLANOS
ENCOFRADO RECTO (LOSAS)	M2					211.16		211.16	PLANOS
ACERO DE REFUERZO (VIGAS) Kg (INCLUYE DIAFRAGMAS)	KG.							13778.49	PLANILLAS
ACERO DE REFUERZO (LOSAS) Kg.	KG.							10172.13	PLANILLAS
HORMIGÓN ESTRUCTURAL (f'c=280kg/cm2).	M3						118.42	118.42	VOLUMEN
ENCOFRADO RECTO (BARANDAS).	M2	16	0.90	0.80		11.52		11.52	A = L * a
HORMIGÓN SIMPLE PARA BARANDAS (f'c= 210 kg/cm2)	M3	16	0.90	0.20	0.20		0.58	0.58	PLANOS
BARANDAS METÁLICAS.	M	36	3.00			108.00		108.00	PLANOS
TUBERÍA P.V.C. desagüe 110mm	M	12	0.25			3.00		3.00	PLANOS
JUNTA DE DILATACIÓN (Tipo 3 M.T.O.P.) de Neopreno tipo caunchiflex.	M	2	10.40			20.80		20.80	PLANOS
ACCESOS VIALES									
REPLANTEO Y NIVELACIÓN CON APARATOS.	KM							0.76	PLANOS
EXCAVACIÓN SIN CLASIFICAR Y RELLENO.	M3							58416.38	VOLUMEN
TRANSPORTE DE MATERIAL DE EXCAVACIÓN (Transporte libre 500m).	M3/KM							54090.65	VOLUMEN x KM
ACABADO DE OBRA BÁSICA.	M2		739.42	8.20				6063.24	A = L * a
SUB-BASE CALSE III	M3		739.42	8.20	0.15	0.0225		909.44	VOLUMEN PLANOS
BASE CALSE IV	M3		739.42	7.30	0.10	0.005		539.77	VOLUMEN PLANOS

IMPRIMACIÓN ASFALTO RC-250 RATA 1,50 lt/m ²	LT		739.42	6.30	4658.35	1.5	6987.52	6987.52	LITROS PLANOS
CARPETA ASFALTICA EN CALIENTE, MEZCLADO EN PLANTA e=5,00cm	M2		762.00	6.30				4800.60	A = L * a
HORMIGÓN SIMPLE (f'c=210 kg/cm ² incluye encofrado).	M2					251.4		251.40	A = L * a
SEÑALIZACIÓN									
SEÑAL VERTICAL A LADO DE CARRETERA PREVENTIVAS 0,60 x 0,60 m	U	12						12.00	UNIDAD PLANOS
SEÑAL VERTICAL A LADO DE CARRETERA INFORMATIVA 1,20 x 0,60 m	U	2						2.00	UNIDAD PLANOS
SEÑAL VERTICAL A LADO DE CARRETERA REGLAMENTARIO D=0,75	U	4						4.00	UNIDAD PLANOS
SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL (marcas pavimento ml).	ML	3027.26						3027.26	PLANOS
CONTROL AMBIENTAL									
AGUA PARA CONTROL DE POLVO.	MILES ML	80.00						80.00	PLANOS
SEÑALIZACIÓN AMBIENTAL AL LADO DE L CARRETERA 1,80 x 1,20 m.	U	2						2.00	UNIDAD PLANOS
TACHAS REFLECTIVAS DIRECCIONALES	U	380						380.00	UNIDAD

Tabla 88. VOLUMENES DE OBRA NECESARIOS PARA LA EJECUCIÓN DEL PUENTE.

Elaborado por: Avellaneda Carina – Samaniego José.

5.5.7 ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS.

NOMBRE DEL OFERENTE: Egros. Carina Avellaneda B., Jose Samaniego B.

PROYECTO: ESTUDIO Y DISEÑO DEL PUENTE SOBRE LA QUEBRADA QUILLAN -PARROQUIA QUIMIAG-CANTON RIOBAMBA-PROVINCIA DE CHIMBORAZO

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

HOJA 1 DE 39

RUBRO : 002

UNIDAD: M2

DETALLE : DESBROCE, DESBOSQUE Y LIMPIEZA

EQUIPO DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
Herramienta Menor 5% de M.O.					0.16
MOTOSIERRA	1.00	2.00	2.00	1.000	2.00
SUBTOTAL M					2.16
MANO DE OBRA DESCRIPCION	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
PEON EO E2	1.00	3.26	3.26	1.000	3.26
SUBTOTAL N					3.26
MATERIALES DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=AxB	
SUBTOTAL O				0.00	
TRANSPORTE DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=AxB	
SUBTOTAL P				0.00	
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					5.42
INDIRECTOS (%)					0.00%
UTILIDAD (%)					0.00%
COSTO TOTAL DEL RUBRO					5.42
VALOR OFERTADO					5.42

SON: CINCO DÓLARES CON CUARENTA Y DOS CENTAVOS

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

HOJA 2 DE 39

RUBRO : 001

UNIDAD: M2

DETALLE : REPLANTEO Y NIVELACION

EQUIPO DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
Herramienta Menor 5% de M.O.					0.04
EQUIPO TOPOGRAFICO	1.00	5.00	5.00	0.080	0.40
SUBTOTAL M					0.44
MANO DE OBRA DESCRIPCION	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
TOPOGRAFO EO C1	1.00	3.66	3.66	0.080	0.29
CADENERO EO D2	1.00	3.30	3.30	0.145	0.48
SUBTOTAL N					0.77
MATERIALES DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=AxB	
SUBTOTAL O				0.00	
TRANSPORTE DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=AxB	
SUBTOTAL P				0.00	
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					1.21
INDIRECTOS (%)					0.00%
UTILIDAD (%)					0.00%
COSTO TOTAL DEL RUBRO					1.21
VALOR OFERTADO					1.21

SON: UN DÓLAR CON VEINTIÚN CENTAVOS

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

HOJA 3 DE 39

RUBRO : 003

UNIDAD: M3

DETALLE : EXCAVACION DE SUELO SIN CLASIFICAR A MAQUINA

EQUIPO DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
Herramienta Menor 5% de M.O.					0.02
RETROEXCAVADORA	1.00	50.00	50.00	0.060	3.00
SUBTOTAL M					3.02
MANO DE OBRA DESCRIPCION	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
OP RETROEXCAVADORA EO C1	1.00	3.66	3.66	0.060	0.22
PEON EO E2	1.00	3.26	3.26	0.030	0.10
MAESTRO MAYOR EO C1	1.00	3.66	3.66	0.020	0.07
SUBTOTAL N					0.39
MATERIALES DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=AxB	
SUBTOTAL O				0.00	
TRANSPORTE DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=AxB	
SUBTOTAL P				0.00	

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	3.41
INDIRECTOS (%)	0.00%
UTILIDAD (%)	0.00%
COSTO TOTAL DEL RUBRO	3.41
VALOR OFERTADO	3.41

SON: TRES DÓLARES CON CUARENTA Y UN CENTAVOS
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

HOJA 4 DE 39

RUBRO : 007

UNIDAD: M3

DETALLE : DESALOJO DE MATERIAL CON VOLQUETA

EQUIPO DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
Herramienta Menor 5% de M.O.					0.03
VOLQUETA	1.00	15.00	15.00	0.050	0.75
SUBTOTAL M					0.78
MANO DE OBRA DESCRIPCION	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
PEON EO E2	2.00	3.26	6.52	0.047	0.31
CHOFER OP C1	1.00	4.79	4.79	0.050	0.24
SUBTOTAL N					0.55
MATERIALES DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=AxB	
SUBTOTAL O				0.00	
TRANSPORTE DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=AxB	
SUBTOTAL P				0.00	

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	1.33
INDIRECTOS (%)	0.00%
UTILIDAD (%)	0.00%
COSTO TOTAL DEL RUBRO	1.33
VALOR OFERTADO	1.33

SON: UN DÓLAR CON TREINTA Y TRES CENTAVOS
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

HOJA 5 DE 39

RUBRO : 004

UNIDAD: M3

DETALLE : RELLENO COMPACTADO FINAL CON MATERIAL PROPIO DE ESCAVACION

EQUIPO DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
Herramienta Menor 5% de M.O.					0.11
COMPACTADOR	1.00	3.50	3.50	0.500	1.75
SUBTOTAL M					1.86
MANO DE OBRA DESCRIPCION	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
PEON EO E2	1.00	3.26	3.26	0.500	1.63
MAESTRO MAYOR EO C1	1.00	3.66	3.66	0.163	0.60
SUBTOTAL N					2.23
MATERIALES DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=AxB	
AGUA	M3	0.100	0.25	0.03	
SUBTOTAL O					0.03
TRANSPORTE DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=AxB	
SUBTOTAL P					0.00
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					4.12
INDIRECTOS (%)				0.00%	0.00
UTILIDAD (%)				0.00%	0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO					4.12
VALOR OFERTADO					4.12

SON: CUATRO DÓLARES CON DOCE CENTAVOS
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

HOJA 6 DE 39

RUBRO : 016

UNIDAD: M3

DETALLE : HORMIGÓN FC=180KG(CM2) REPLANTILLO

EQUIPO DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
Herramienta Menor 5% de M.O.					2.05
CONCRETERA 1 SACO	1.00	5.00	5.00	1.000	5.00
VIBRADOR	1.00	2.50	2.50	1.000	2.50
SUBTOTAL M					9.55
MANO DE OBRA DESCRIPCION	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
PEON EO E2	8.00	3.26	26.08	1.300	33.90
ALBAÑIL EO D2	1.00	3.30	3.30	1.300	4.29
MAESTRO MAYOR EO C1	1.00	3.66	3.66	0.745	2.73
SUBTOTAL N					40.92
MATERIALES DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=AxB	
CEMENTO PORTLAND I	SACO	6.700	7.25	48.58	
ARENA	M3	0.650	15.00	9.75	
RIPIO	M3	0.950	15.00	14.25	
AGUA	M3	0.226	0.25	0.06	
SUBTOTAL O					72.64
TRANSPORTE DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=AxB	
SUBTOTAL P					0.00
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					123.11
INDIRECTOS (%)				0.00%	0.00
UTILIDAD (%)				0.00%	0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO					123.11
VALOR OFERTADO					123.11

SON: CIENTO VEINTE Y TRES DÓLARES CON ONCE CENTAVOS
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

HOJA 7 DE 39

RUBRO : 017

UNIDAD: M2

DETALLE : ENCOFRADO RECTO (ESTRIBOS)

EQUIPO DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
Herramienta Menor 5% de M.O.					0.51
SUBTOTAL M					0.51
MANO DE OBRA DESCRIPCION	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
PEON EO E2	3.00	3.26	9.78	0.250	2.45
ALBAÑIL EO D2	1.00	3.30	3.30	0.250	0.83
MAESTRO MAYOR EO C1	1.00	3.66	3.66	0.100	0.37
CARPINTERO EO D2	2.00	3.30	6.60	1.000	6.60
SUBTOTAL N					10.25
MATERIALES DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=AxB	
ALAMBRE GALVANIZADO N° 18	KG	0.200	1.25	0.25	
CLAVOS	KG	0.030	2.20	0.07	
PINGOS D= 10 CM Y L= 3M	U	0.400	1.12	0.45	
TABLA DE ENCOFRADO	U	1.500	2.50	3.75	
TIRA 5 X 5 CM, L= 2.5 M	U	3.500	2.50	8.75	
SUBTOTAL O					13.27
TRANSPORTE DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=AxB	
SUBTOTAL P					0.00

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	24.03
INDIRECTOS (%)	0.00%
UTILIDAD (%)	0.00%
COSTO TOTAL DEL RUBRO	24.03
VALOR OFERTADO	24.03

SON: VEINTE Y CUATRO DÓLARES CON TRES CENTAVOS

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

HOJA 8 DE 39

RUBRO : 015

UNIDAD: M3

DETALLE : HORMIGÓN ESTRUCTURAL (F'C=280KG/CM2)

EQUIPO DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
Herramienta Menor 5% de M.O.					2.60
HORMIGONERA	1.00	7.00	7.00	1.020	7.14
VIBRADOR	1.00	2.50	2.50	1.020	2.55
SUBTOTAL M					12.29
MANO DE OBRA DESCRIPCION	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
PEON EO E2	9.00	3.26	29.34	1.020	29.93
ALBAÑIL EO D2	4.00	3.30	13.20	1.020	13.46
MAESTRO MAYOR EO C1	1.00	3.66	3.66	1.020	3.73
CHOFER EO C1	1.00	4.79	4.79	1.020	4.89
SUBTOTAL N					52.01
MATERIALES DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=AxB	
CEMENTO PORTLAND I	SACO	8.800	7.25	63.80	
RIPIO	M3	0.950	15.00	14.25	
ARENA	M3	0.650	15.00	9.75	
AGUA	M3	0.220	0.25	0.06	
SUBTOTAL O					87.86
TRANSPORTE DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=AxB	
SUBTOTAL P					0.00

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	152.16
INDIRECTOS (%)	0.00%
UTILIDAD (%)	0.00%
COSTO TOTAL DEL RUBRO	152.16
VALOR OFERTADO	152.16

SON: CIENTO CINCUENTA Y DOS DÓLARES CON DIECISEIS CENTAVOS

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

HOJA 9 DE 39

RUBRO : 027

UNIDAD: M

DETALLE : TUBERIA PVC DESAGUE 110 MM

EQUIPO DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
Herramienta Menor 5% de M.O.					0.04
SUBTOTAL M					0.04
MANO DE OBRA DESCRIPCION	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
PEON EO E2	1.00	3.26	3.26	0.100	0.33
PLOMERO EO D2	1.00	3.30	3.30	0.100	0.33
MAESTRO MAYOR EO C1	1.00	3.66	3.66	0.010	0.04
SUBTOTAL N					0.70
MATERIALES DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=AxB	
POLILIMPIA	GAL	0.010	45.80	0.46	
POLIPEGA	GAL	0.010	27.68	0.28	
TUBO PVC 110MM	M	1.000	4.38	4.38	
SUBTOTAL O					5.12
TRANSPORTE DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=AxB	
SUBTOTAL P					0.00

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	5.86
INDIRECTOS (%)	0.00%
UTILIDAD (%)	0.00%
COSTO TOTAL DEL RUBRO	5.86
VALOR OFERTADO	5.86

OBSERVACIONES: EO D2 1 0.2MAESTRO MAYOR

SON: CINCO DÓLARES CON OCHENTA Y SEIS CENTAVOS

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

HOJA 10 DE 39

RUBRO : 028

UNIDAD: M3

DETALLE : MATERIAL FILTRANTE INCLUIDO TRANSPORTE

EQUIPO DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
Herramienta Menor 5% de M.O.					0.06
RETROEXCAVADORA	1.00	50.00	50.00	0.100	5.00
SUBTOTAL M					5.06
MANO DE OBRA DESCRIPCION	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
PEON EO E2	4.00	3.26	13.04	0.055	0.72
MAESTRO MAYOR EO C1	1.00	3.66	3.66	0.006	0.02
OP EXCAVADORA EO C1	1.00	3.66	3.66	0.100	0.37
SUBTOTAL N					1.11
MATERIALES DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=AxB	
MATERIAL FILTRANTE	M3	1.000	5.00	5.00	
SUBTOTAL O					5.00
TRANSPORTE DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=AxB	
SUBTOTAL P					0.00

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	11.17
INDIRECTOS (%)	0.00%
UTILIDAD (%)	0.00%
COSTO TOTAL DEL RUBRO	11.17
VALOR OFERTADO	11.17

SON: ONCE DÓLARES CON DIECISIETE CENTAVOS

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

HOJA 11 DE 39

RUBRO : 041
DETALLE : ESTRUCTURA DE OBRA FALSA

UNIDAD: GLB

EQUIPO DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
Herramienta Menor 5% de M.O.					1.68
SUBTOTAL M					1.68
MANO DE OBRA DESCRIPCION	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
MAESTRO MAYOR EO C1	1.00	3.66	3.66	2.000	7.32
ALBAÑIL EO D2	1.00	3.30	3.30	2.000	6.60
PEON EO E2	2.00	3.26	6.52	2.000	13.04
HOJALATERO EO D2	1.00	3.30	3.30	2.000	6.60
SUBTOTAL N					33.56
MATERIALES DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=AxB	
PUNTALES	U	712.000	2.50	1,780.00	
PINGOS D= 10 CM Y L= 3M	U	376.000	1.12	421.12	
VIGAS TIPO I	U	110.000	90.00	9,900.00	
CLAVOS	U	4,352.000	0.01	43.52	
ENCOFRADO METALICO	M2	234.000	3.50	819.00	
SUBTOTAL O					12,963.64
TRANSPORTE DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=AxB	
SUBTOTAL P					0.00

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	12,998.88
INDIRECTOS (%)	0.00%
UTILIDAD (%)	0.00%
COSTO TOTAL DEL RUBRO	12,998.88
VALOR OFERTADO	12,998.88

SON: DOCE MIL NOVECIENTOS NOVENTA Y OCHO DÓLARES CON OCHENTA Y OCHO CENTAVOS
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

HOJA 12 DE 39

RUBRO : 014
DETALLE : ACERO DE REFUERZO

UNIDAD: KG

EQUIPO DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
Herramienta Menor 5% de M.O.					0.04
CIZALLA	1.00	0.20	0.20	0.057	0.01
SUBTOTAL M					0.05
MANO DE OBRA DESCRIPCION	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
HOJALATERO EO D2	2.00	3.30	6.60	0.057	0.38
PEON EO E2	2.00	3.26	6.52	0.057	0.37
MAESTRO MAYOR EO C1	1.00	3.66	3.66	0.010	0.04
SUBTOTAL N					0.79
MATERIALES DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=AxB	
ACERO ESTRU. F'Y=4200KG/CM2	KG	1.000	1.21	1.21	
ALAMBRE GALV. #18	KG	0.030	1.25	0.04	
SUBTOTAL O					1.25
TRANSPORTE DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=AxB	
SUBTOTAL P					0.00

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	2.09
INDIRECTOS (%)	0.00%
UTILIDAD (%)	0.00%
COSTO TOTAL DEL RUBRO	2.09
VALOR OFERTADO	2.09

SON: DOS DÓLARES CON NUEVE CENTAVOS
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

HOJA 13 DE 39

RUBRO : 029

UNIDAD: U

DETALLE : APOYOS PLACAS DE NEOPRENO SHORE 60

EQUIPO DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
Herramienta Menor 5% de M.O.					1.02
CORTADORA DE HIERRO	1.00	0.20	0.20	1.021	0.20
PISTOLA DE INYECCION DE RESINA	1.00	5.00	5.00	1.021	5.11
TALADRO	1.00	1.00	1.00	1.021	1.02
SUBTOTAL M					7.35
MANO DE OBRA DESCRIPCION	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
PEON EO E2	4.00	3.26	13.04	1.021	13.31
ALBAÑIL EO D2	2.00	3.30	6.60	1.021	6.74
MAESTRO MAYOR EO C1	1.00	3.66	3.66	0.102	0.37
SUBTOTAL N					20.42
MATERIALES DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=AxB	
NEOPRENO DUREZA SHORE 60	U	1.000	300.00	300.00	
SUBTOTAL O				300.00	
TRANSPORTE DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=AxB	
SUBTOTAL P				0.00	
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)				327.77	
INDIRECTOS (%)			0.00%	0.00	
UTILIDAD (%)			0.00%	0.00	
COSTO TOTAL DEL RUBRO				327.77	
VALOR OFERTADO				327.77	

SON: TRESCIENTOS VEINTE Y SIETE DÓLARES CON SETENTA Y SIETE CENTAVOS
 ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

HOJA 14 DE 39

RUBRO : 018

UNIDAD: M2

DETALLE : ENCOFRADO RECTO (VIGAS Y DIAFRAGMA)

EQUIPO DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
Herramienta Menor 5% de M.O.					0.53
SUBTOTAL M					0.53
MANO DE OBRA DESCRIPCION	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
PEON EO E2	3.00	3.26	9.78	0.300	2.93
ALBAÑIL EO D2	1.00	3.30	3.30	0.300	0.99
MAESTRO MAYOR EO C1	1.00	3.66	3.66	0.030	0.11
CARPINTERO EO D2	2.00	3.30	6.60	1.000	6.60
SUBTOTAL N					10.63
MATERIALES DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=AxB	
ALAMBRE GALVANIZADO N° 18	KG	0.300	1.25	0.38	
CLAVOS	KG	0.030	2.20	0.07	
PINGOS D= 10 CM Y L= 3M	U	0.400	1.12	0.45	
TABLA DE ENCOFRADO	U	1.500	2.50	3.75	
TIRA 5 X 5 CM, L= 2.5 M	U	4.000	2.50	10.00	
SUBTOTAL O				14.65	
TRANSPORTE DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=AxB	
SUBTOTAL P				0.00	
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)				25.81	
INDIRECTOS (%)			0.00%	0.00	
UTILIDAD (%)			0.00%	0.00	
COSTO TOTAL DEL RUBRO				25.81	
VALOR OFERTADO				25.81	

SON: VEINTE Y CINCO DÓLARES CON OCHENTA Y UN CENTAVOS
 ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

HOJA 15 DE 39

RUBRO : 019

UNIDAD: M2

DETALLE : ENCOFRADO RECTO (LOSAS)

EQUIPO DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
Herramienta Menor 5% de M.O.					0.53
SUBTOTAL M					0.53
MANO DE OBRA DESCRIPCION	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
PEON EO E2	3.00	3.26	9.78	0.300	2.93
ALBAÑIL EO D2	1.00	3.30	3.30	0.300	0.99
MAESTRO MAYOR EO C1	1.00	3.66	3.66	0.030	0.11
CARPINTERO EO D2	2.00	3.30	6.60	1.000	6.60
SUBTOTAL N					10.63
MATERIALES DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=AxB	
ALAMBRE GALVANIZADO N° 18	KG	0.150	1.25	0.19	
CLAVOS	KG	0.020	2.20	0.04	
PINGOS D= 10 CM Y L= 3M	U	0.100	1.12	0.11	
TABLA DE ENCOFRADO	U	1.300	2.50	3.25	
TIRA 5 X 5 CM, L= 2.5 M	U	2.000	2.50	5.00	
SUBTOTAL O					8.59
TRANSPORTE DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=AxB	
SUBTOTAL P					0.00

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	19.75
INDIRECTOS (%)	0.00%
UTILIDAD (%)	0.00%
COSTO TOTAL DEL RUBRO	19.75
VALOR OFERTADO	19.75

SON: DIECINUEVE DÓLARES CON SETENTA Y CINCO CENTAVOS

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

HOJA 16 DE 39

RUBRO : 014

UNIDAD: KG

DETALLE : ACERO DE REFUERZO (VIGAS Y DIAFRAGMAS)

EQUIPO DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
Herramienta Menor 5% de M.O.					0.04
CIZALLA	1.00	0.20	0.20	0.057	0.01
SUBTOTAL M					0.05
MANO DE OBRA DESCRIPCION	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
HOJALATERO EO D2	2.00	3.30	6.60	0.057	0.38
PEON EO E2	2.00	3.26	6.52	0.057	0.37
MAESTRO MAYOR EO C1	1.00	3.66	3.66	0.010	0.04
SUBTOTAL N					0.79
MATERIALES DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=AxB	
ACERO ESTRU. F'Y=4200KG/CM2	KG	1.000	1.21	1.21	
ALAMBRE GALV. #18	KG	0.030	1.25	0.04	
SUBTOTAL O					1.25
TRANSPORTE DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=AxB	
SUBTOTAL P					0.00

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	2.09
INDIRECTOS (%)	0.00%
UTILIDAD (%)	0.00%
COSTO TOTAL DEL RUBRO	2.09
VALOR OFERTADO	2.09

SON: DOS DÓLARES CON NUEVE CENTAVOS

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

HOJA 17 DE 39

RUBRO : 014
 DETALLE : ACERO DE REFUERZO (LOSAS)

UNIDAD: KG

EQUIPO DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
Herramienta Menor 5% de M.O.					0.04
CIZALLA	1.00	0.20	0.20	0.057	0.01
SUBTOTAL M					0.05
MANO DE OBRA DESCRIPCION	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
HOJALATERO EO D2	2.00	3.30	6.60	0.057	0.38
PEON EO E2	2.00	3.26	6.52	0.057	0.37
MAESTRO MAYOR EO C1	1.00	3.66	3.66	0.010	0.04
SUBTOTAL N					0.79
MATERIALES DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=AxB	
ACERO ESTRU. F'Y=4200KG/CM2	KG	1.000	1.21	1.21	
ALAMBRE GALV. #18	KG	0.030	1.25	0.04	
SUBTOTAL O				1.25	
TRANSPORTE DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=AxB	
SUBTOTAL P				0.00	

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	2.09
INDIRECTOS (%)	0.00%
UTILIDAD (%)	0.00%
COSTO TOTAL DEL RUBRO	2.09
VALOR OFERTADO	2.09

SON: DOS DÓLARES CON NUEVE CENTAVOS
 ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

HOJA 18 DE 39

RUBRO : 015
 DETALLE : HORMIGÓN ESTRUCTURAL (F'c=280KG/CM2)

UNIDAD: M3

EQUIPO DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
Herramienta Menor 5% de M.O.					2.60
HORMIGONERA	1.00	7.00	7.00	1.020	7.14
VIBRADOR	1.00	2.50	2.50	1.020	2.55
SUBTOTAL M					12.29
MANO DE OBRA DESCRIPCION	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
PEON EO E2	9.00	3.26	29.34	1.020	29.93
ALBAÑIL EO D2	4.00	3.30	13.20	1.020	13.46
MAESTRO MAYOR EO C1	1.00	3.66	3.66	1.020	3.73
CHOFER EO C1	1.00	4.79	4.79	1.020	4.89
SUBTOTAL N					52.01
MATERIALES DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=AxB	
CEMENTO PORTLAND I	SACO	8.800	7.25	63.80	
RIPIO	M3	0.950	15.00	14.25	
ARENA	M3	0.650	15.00	9.75	
AGUA	M3	0.220	0.25	0.06	
SUBTOTAL O				87.86	
TRANSPORTE DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=AxB	
SUBTOTAL P				0.00	

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	152.16
INDIRECTOS (%)	0.00%
UTILIDAD (%)	0.00%
COSTO TOTAL DEL RUBRO	152.16
VALOR OFERTADO	152.16

SON: CIENTO CINCUENTA Y DOS DÓLARES CON DIECISEIS CENTAVOS
 ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

HOJA 19 DE 39

RUBRO : 021

UNIDAD: M2

DETALLE : ENCOFRADO RECTO (BARANDAS)

EQUIPO DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
Herramienta Menor 5% de M.O.					0.19
SUBTOTAL M					0.19
MANO DE OBRA DESCRIPCION	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
PEON EO E2	3.00	3.26	9.78	0.050	0.49
MAESTRO MAYOR EO C1	1.00	3.66	3.66	0.005	0.02
CARPINTERO EO D2	2.00	3.30	6.60	0.500	3.30
SUBTOTAL N					3.81
MATERIALES DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=AxB	
ALAMBRE GALVANIZADO N° 18	KG	0.100	1.25	0.13	
CLAVOS	KG	0.250	2.20	0.55	
PINGOS D= 10 CM Y L= 3M	U	0.800	1.12	0.90	
TABLA DE ENCOFRADO	U	1.000	2.50	2.50	
TIRA 5 X 5 CM, L= 2.5 M	U	0.800	2.50	2.00	
SUBTOTAL O					6.08
TRANSPORTE DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=AxB	
SUBTOTAL P					0.00

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	10.08
INDIRECTOS (%)	0.00%
UTILIDAD (%)	0.00%
COSTO TOTAL DEL RUBRO	10.08
VALOR OFERTADO	10.08

SON: DIEZ DÓLARES CON OCHO CENTAVOS
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

HOJA 20 DE 39

RUBRO : 503-2

UNIDAD: M3

DETALLE : HORMIGON SIMPLE f'c=210 kg/cm² PARA BARANDAS

ESPECIFICACIONES: MOP-001-F 2002

EQUIPO DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
Herramienta Menor 5% de M.O.					1.86
VIBRADOR	1.00	2.50	2.50	1.020	2.55
Concreteira 1 saco	1.00	5.00	5.00	1.020	5.10
SUBTOTAL M					9.51
MANO DE OBRA DESCRIPCION	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
PEON EO E2	7.00	3.26	22.82	1.020	23.28
ALBAÑIL EO D2	3.00	3.30	9.90	1.020	10.10
MAESTRO MAYOR EO C1	1.00	3.66	3.66	1.020	3.73
SUBTOTAL N					37.11
MATERIALES DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=AxB	
CEMENTO PORTLAND I	SACO	7.000	7.25	50.75	
Macadan	m³	0.650	4.00	2.60	
RIPIO	M3	0.950	15.00	14.25	
Agua	m³	0.022	2.00	0.04	
Encofrado varios usos	gbl	1.000	10.00	10.00	
SUBTOTAL O					77.64
TRANSPORTE DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=AxB	
SUBTOTAL P					0.00

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	124.26
INDIRECTOS (%)	0.00%
UTILIDAD (%)	0.00%
COSTO TOTAL DEL RUBRO	124.26
VALOR OFERTADO	124.26

SON: CIENTO VEINTE Y CUATRO DÓLARES CON VEINTE Y SEIS CENTAVOS
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

HOJA 21 DE 39

RUBRO : 400
 DETALLE : BARANDAS METALICAS

UNIDAD: M

EQUIPO DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
Herramienta Menor 5% de M.O.					0.02
MOLADORA	1.00	0.50	0.50	0.030	0.02
MOTOSOLDADORA	1.00	25.00	25.00	0.030	0.75
SUBTOTAL M					0.79
MANO DE OBRA DESCRIPCION	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
PEON EO E2	1.00	3.26	3.26	0.030	0.10
ALBAÑIL EO D2	1.00	3.30	3.30	0.030	0.10
MAESTRO MAYOR EO C1	1.00	3.66	3.66	0.030	0.11
SUBTOTAL N					0.31
MATERIALES DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=AxB	
BARANDALES METALICOS 3"	KG	0.200	92.40	18.48	
SUBTOTAL O				18.48	
TRANSPORTE DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=AxB	
SUBTOTAL P				0.00	

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	19.58
INDIRECTOS (%)	0.00%
UTILIDAD (%)	0.00%
COSTO TOTAL DEL RUBRO	19.58
VALOR OFERTADO	19.58

SON: DIECINUEVE DÓLARES CON CINCUENTA Y OCHO CENTAVOS
 ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

HOJA 22 DE 39

RUBRO : 027
 DETALLE : TUBERIA PVC DESAGUE 110 MM

UNIDAD: M

EQUIPO DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
Herramienta Menor 5% de M.O.					0.04
SUBTOTAL M					0.04
MANO DE OBRA DESCRIPCION	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
PEON EO E2	1.00	3.26	3.26	0.100	0.33
PLOMERO EO D2	1.00	3.30	3.30	0.100	0.33
MAESTRO MAYOR EO C1	1.00	3.66	3.66	0.010	0.04
SUBTOTAL N					0.70
MATERIALES DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=AxB	
POLILIMPIA	GAL	0.010	45.80	0.46	
POLIPEGA	GAL	0.010	27.68	0.28	
TUBO PVC 110MM	M	1.000	4.38	4.38	
SUBTOTAL O				5.12	
TRANSPORTE DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=AxB	
SUBTOTAL P				0.00	

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	5.86
INDIRECTOS (%)	0.00%
UTILIDAD (%)	0.00%
COSTO TOTAL DEL RUBRO	5.86
VALOR OFERTADO	5.86

OBSERVACIONES: EO D2 1 0.2MAESTRO MAYOR
 SON: CINCO DÓLARES CON OCHENTA Y SEIS CENTAVOS
 ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

HOJA 23 DE 39

RUBRO : 022

UNIDAD: M

DETALLE : JUNTA DE DILATACIÓN TIPO 3 MOP TIPO CAUCHIFLEX

EQUIPO DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
Herramienta Menor 5% de M.O.					0.64
SUBTOTAL M					0.64
MANO DE OBRA DESCRIPCION	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
PEON EO E2	2.00	3.26	6.52	0.600	3.91
ALBAÑIL EO D2	1.00	3.30	3.30	0.600	1.98
CARPINTERO EO D2	2.00	3.30	6.60	1.000	6.60
MAESTRO MAYOR EO C1	1.00	3.66	3.66	0.060	0.22
SUBTOTAL N					12.71
MATERIALES DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=AxB	
ENCOFRADO DE MADERA PARA JUNTA	M2	1.000	5.00	5.00	
TAPAJUNTA CAUCHIFLEX MODELO TJ	ML	1.000	160.00	160.00	
SUBTOTAL O					165.00
TRANSPORTE DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=AxB	
SUBTOTAL P					0.00
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					178.35
INDIRECTOS (%)				0.00%	0.00
UTILIDAD (%)				0.00%	0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO					178.35
VALOR OFERTADO					178.35

SON: CIENTO SETENTA Y OCHO DÓLARES CON TREINTA Y CINCO CENTAVOS
 ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

HOJA 24 DE 39

RUBRO : E101

UNIDAD: KM

DETALLE : Replanteo y Nivelación con aparatos

EQUIPO DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
Herramienta Menor 5% de M.O.					12.31
EQUIPO TOPOGRAFICO	1.00	5.00	5.00	24.000	120.00
SUBTOTAL M					132.31
MANO DE OBRA DESCRIPCION	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
TOPOGRAFO EO C1	1.00	3.66	3.66	24.000	87.84
CADENERO EO D2	2.00	3.30	6.60	24.000	158.40
SUBTOTAL N					246.24
MATERIALES DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=AxB	
Tiras de 2.5*2.5*250 cm	U	6.000	1.00	6.00	
Pintura Esmalte	Gln	0.250	9.45	2.36	
SUBTOTAL O					8.36
TRANSPORTE DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=AxB	
SUBTOTAL P					0.00
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					386.91
INDIRECTOS (%)				0.00%	0.00
UTILIDAD (%)				0.00%	0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO					386.91
VALOR OFERTADO					386.91

OBSERVACIONES: PARA REPLANTEO COMPLETO DE VIAS
 SON: TRESCIENTOS OCHENTA Y SEIS DÓLARES CON NOVENTA Y UN CENTAVOS
 ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

HOJA 25 DE 39

RUBRO : 303-2(1)

UNIDAD: M3

DETALLE : Excavación sin Clasificar y Relleno

ESPECIFICACIONES: MOP-001-F 2002

EQUIPO DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
Herramienta Menor 5% de M.O.					0.01
Tanquero de agua	1.00	10.00	10.00	0.003	0.03
Rodillo liso vibratorio	1.00	35.00	35.00	0.003	0.11
RETROEXCAVADORA	1.00	50.00	50.00	0.020	1.00
SUBTOTAL M					1.15

MANO DE OBRA DESCRIPCION	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
PEON EO E2	2.00	3.26	6.52	0.025	0.16
CHOFER EO C1	1.00	4.79	4.79	0.003	0.01
OP EXCAVADORA EO C1	1.00	3.66	3.66	0.003	0.01
OP TRACTOR CARRILES O RUEDAS EO C1	1.00	3.66	3.66	0.020	0.07
SUBTOTAL N					0.25

MATERIALES DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=AxB
SUBTOTAL O				0.00

TRANSPORTE DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=AxB
SUBTOTAL P				0.00

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	1.40
INDIRECTOS (%)	0.00%
UTILIDAD (%)	0.00%
COSTO TOTAL DEL RUBRO	1.40
VALOR OFERTADO	1.40

SON: UN DÓLAR CON CUARENTA CENTAVOS
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

HOJA 26 DE 39

RUBRO : 309-2(2)

UNIDAD: m³/km

DETALLE : Transporte de material de excavación (trans. Libre 500m)

ESPECIFICACIONES: MOP-001-F 2002

EQUIPO DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
Herramienta Menor 5% de M.O.					0.00
VOLQUETA	1.00	15.00	15.00	0.005	0.08
Cargadora frontal	1.00	40.00	40.00	0.002	0.08
SUBTOTAL M					0.16

MANO DE OBRA DESCRIPCION	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
CHOFER EO C1	1.00	4.79	4.79	0.005	0.02
OP TRACTOR CARRILES O RUEDAS EO C1	1.00	3.66	3.66	0.005	0.02
SUBTOTAL N					0.04

MATERIALES DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=AxB
SUBTOTAL O				0.00

TRANSPORTE DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=AxB
SUBTOTAL P				0.00

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	0.20
INDIRECTOS (%)	0.00%
UTILIDAD (%)	0.00%
COSTO TOTAL DEL RUBRO	0.20
VALOR OFERTADO	0.20

OBSERVACIONES: ncia de desalojo hasta 5.0 km.

SON: VEINTE CENTAVOS DE DÓLAR
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

HOJA 27 DE 39

RUBRO : 308-2

DETALLE : Acabado de Obra Básica

UNIDAD: M2

ESPECIFICACIONES: MOP-001-F 2002

EQUIPO DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
Herramienta Menor 5% de M.O.					0.00
Tanquero de agua	1.00	10.00	10.00	0.003	0.03
Rodillo liso vibratorio	1.00	35.00	35.00	0.003	0.11
Motoniveladora	1.00	50.00	50.00	0.003	0.15
SUBTOTAL M					0.29

MANO DE OBRA DESCRIPCION	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
Engrasador o abastecedor ST D2	1.00	3.30	3.30	0.007	0.02
CHOFER OP C1	1.00	4.79	4.79	0.003	0.01
OP TRACTOR CARRILES O RUEDAS EO C1	1.00	3.66	3.66	0.003	0.01
Operador Est.Oc C1 grupo I OP C1	1.00	3.66	3.66	0.003	0.01
SUBTOTAL N					0.05

MATERIALES DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=AxB
SUBTOTAL O				0.00

TRANSPORTE DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=AxB
SUBTOTAL P				0.00

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	0.34
INDIRECTOS (%)	0.00%
UTILIDAD (%)	0.00%
COSTO TOTAL DEL RUBRO	0.34
VALOR OFERTADO	0.34

SON: TREINTA Y CUATRO CENTAVOS DE DÓLAR

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

HOJA 28 DE 39

RUBRO : 403-1

DETALLE : Sub Base Clase III

UNIDAD: M3

ESPECIFICACIONES: MOP-001-F 2002

EQUIPO DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
Herramienta Menor 5% de M.O.					0.02
Tanquero de agua	1.00	10.00	10.00	0.020	0.20
Rodillo liso vibratorio	1.00	35.00	35.00	0.020	0.70
Motoniveladora	1.00	50.00	50.00	0.020	1.00
SUBTOTAL M					1.92

MANO DE OBRA DESCRIPCION	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
Engrasador o abastecedor ST D2	1.00	3.30	3.30	0.040	0.13
CHOFER OP C1	1.00	4.79	4.79	0.020	0.10
Operador Est.Oc C2 grupo II OP C2	1.00	3.48	3.48	0.020	0.07
Operador Est.Oc C1 grupo I OP C1	1.00	3.66	3.66	0.020	0.07
SUBTOTAL N					0.37

MATERIALES DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=AxB
Material Sub Base clase III	m ³	1.200	3.00	3.60
Agua	m ³	0.020	2.00	0.04
SUBTOTAL O				3.64

TRANSPORTE DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=AxB
SUBTOTAL P				0.00

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	5.93
INDIRECTOS (%)	0.00%
UTILIDAD (%)	0.00%
COSTO TOTAL DEL RUBRO	5.93
VALOR OFERTADO	5.93

SON: CINCO DÓLARES CON NOVENTA Y TRES CENTAVOS

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

HOJA 29 DE 39

RUBRO : 404-1

UNIDAD: M3

DETALLE : Base Clase IV

ESPECIFICACIONES: MOP-001-F 2002

EQUIPO DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
Herramienta Menor 5% de M.O.					0.02
Tanquero de agua	1.00	10.00	10.00	0.020	0.20
Rodillo liso vibratorio	1.00	35.00	35.00	0.020	0.70
Motoniveladora	1.00	50.00	50.00	0.020	1.00
SUBTOTAL M					1.92

MANO DE OBRA DESCRIPCION	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
Engrasador o abastecedor ST D2	1.00	3.30	3.30	0.040	0.13
CHOFER EO C1	1.00	4.79	4.79	0.020	0.10
Operador Est.Oc C2 grupo II OP C2	1.00	3.48	3.48	0.020	0.07
Operador Est.Oc C1 grupo I OP C1	1.00	3.66	3.66	0.020	0.07
SUBTOTAL N					0.37

MATERIALES DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=AxB
Material Base Clase IV	m³	1.200	4.00	4.80
Agua	m³	0.020	2.00	0.04
SUBTOTAL O				4.84

TRANSPORTE DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=AxB
SUBTOTAL P				0.00

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	7.13
INDIRECTOS (%)	0.00%
UTILIDAD (%)	0.00%
COSTO TOTAL DEL RUBRO	7.13
VALOR OFERTADO	7.13

SON: SIETE DÓLARES CON TRECE CENTAVOS

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

HOJA 30 DE 39

RUBRO : 405-1

UNIDAD: lt

DETALLE : Imprimación Asfalto RC-250 rata 1.50 lt/m2

ESPECIFICACIONES: MOP-001-F 2002

EQUIPO DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
Herramienta Menor 5% de M.O.					0.00
Escoba mecánica	1.00	15.00	15.00	0.003	0.05
Distribuidor de asfalto	1.00	40.00	40.00	0.003	0.12
SUBTOTAL M					0.17

MANO DE OBRA DESCRIPCION	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
Engrasador o abastecedor ST D2	1.00	3.30	3.30	0.003	0.01
Operador Est.Oc C2 grupo II OP C2	1.00	3.48	3.48	0.003	0.01
SUBTOTAL N					0.02

MATERIALES DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=AxB
Asfalto RC-250	lt	0.750	0.32	0.24
Diesel	lt	0.250	0.25	0.06
SUBTOTAL O				0.30

TRANSPORTE DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=AxB
SUBTOTAL P				0.00

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	0.49
INDIRECTOS (%)	0.00%
UTILIDAD (%)	0.00%
COSTO TOTAL DEL RUBRO	0.49
VALOR OFERTADO	0.49

SON: CUARENTA Y NUEVE CENTAVOS DE DÓLAR

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

HOJA 31 DE 39

RUBRO : 405-5

UNIDAD: M2

DETALLE : Carpeta Asfáltica en Caliente, Mezclado en Planta e=5.00 cm

ESPECIFICACIONES: MOP-001-F 2002

EQUIPO DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
Herramienta Menor 5% de M.O.					0.00
Planta procesadora (asfalto)	1.00	100.00	100.00	0.004	0.40
Terminadora de asfalto	1.00	50.00	50.00	0.004	0.20
Rodillo liso vibratorio	1.00	35.00	35.00	0.004	0.14
Rodillo neumático	1.00	33.00	33.00	0.004	0.13
Cargadora frontal	1.00	40.00	40.00	0.004	0.16
SUBTOTAL M					1.03

MANO DE OBRA DESCRIPCION	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
PEON EO E2	1.00	3.26	3.26	0.004	0.01
Engrasador o abastecedor ST D2	1.00	3.30	3.30	0.004	0.01
Operador Est.Oc C1 grupo I OP C1	1.00	3.66	3.66	0.004	0.01
Operador Est.Oc C1 grupo I OP C1	1.00	3.66	3.66	0.004	0.01
Operador Est.Oc C2 grupo II OP C2	1.00	3.48	3.48	0.004	0.01
SUBTOTAL N					0.05

MATERIALES DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=AxB
Agregados Triturados 100%	m³	0.065	12.00	0.78
Diesel	gln	0.400	1.05	0.42
Asfalto AP3	kg	8.000	0.32	2.56
Mezcla asfáltica	m²-km	1.500	0.00	0.00
SUBTOTAL O				3.76

TRANSPORTE DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=AxB
SUBTOTAL P				0.00

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	4.84
INDIRECTOS (%)	0.00%
UTILIDAD (%)	0.00%
COSTO TOTAL DEL RUBRO	4.84
VALOR OFERTADO	4.84

SON: CUATRO DÓLARES CON OCHENTA Y CUATRO CENTAVOS

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

HOJA 32 DE 39

RUBRO : 503-2

UNIDAD: M3

DETALLE : Hormigón simple f'c=210 kg/cm² Incl. Encofrado

ESPECIFICACIONES: MOP-001-F 2002

EQUIPO DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
Herramienta Menor 5% de M.O.					1.86
VIBRADOR	1.00	2.50	2.50	1.020	2.55
CONCRETERA 1 SACO	1.00	5.00	5.00	1.020	5.10
SUBTOTAL M					9.51

MANO DE OBRA DESCRIPCION	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
PEON EO E2	7.00	3.26	22.82	1.020	23.28
ALBAÑIL EO D2	3.00	3.30	9.90	1.020	10.10
MAESTRO MAYOR EO C1	1.00	3.66	3.66	1.020	3.73
SUBTOTAL N					37.11

MATERIALES DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=AxB
CEMENTO PORTLAND I	SACO	7.000	7.25	50.75
Macadan	m³	0.650	4.00	2.60
RIPIO	M3	0.950	15.00	14.25
AGUA	M3	0.022	0.25	0.01
Encofrado varios usos	gbl	1.000	10.00	10.00
SUBTOTAL O				77.61

TRANSPORTE DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=AxB
SUBTOTAL P				0.00

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	124.23
INDIRECTOS (%)	0.00%
UTILIDAD (%)	0.00%
COSTO TOTAL DEL RUBRO	124.23
VALOR OFERTADO	124.23

SON: CIENTO VEINTE Y CUATRO DÓLARES CON VEINTE Y TRES CENTAVOS

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

HOJA 33 DE 39

RUBRO : 708-5(1)

UNIDAD: u

DETALLE : Señal Vertical a lado carretera preventivas 0,60 x 0,60 m

EQUIPO DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
Herramienta Menor 5% de M.O.					0.49
SUBTOTAL M					0.49
MANO DE OBRA DESCRIPCION	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
PEON EO E2	2.00	3.26	6.52	1.250	8.15
ALBAÑIL EO D2	1.00	3.30	3.30	0.500	1.65
SUBTOTAL N					9.80
MATERIALES DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=AxB	
Señal preventiva 0.60*0.60m	u	1.000	90.00	90.00	
SUBTOTAL O				90.00	
TRANSPORTE DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=AxB	
SUBTOTAL P				0.00	

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	100.29
INDIRECTOS (%)	0.00%
UTILIDAD (%)	0.00%
COSTO TOTAL DEL RUBRO	100.29
VALOR OFERTADO	100.29

SON: CIEN DÓLARES CON VEINTE Y NUEVE CENTAVOS

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

HOJA 34 DE 39

RUBRO : 708-5(2)

UNIDAD: u

DETALLE : Señal Vertical a lado carretera informativas 1,20 x 0,60 m

EQUIPO DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
Herramienta Menor 5% de M.O.					0.49
SUBTOTAL M					0.49
MANO DE OBRA DESCRIPCION	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
PEON EO E2	2.00	3.26	6.52	1.250	8.15
ALBAÑIL EO D2	1.00	3.30	3.30	0.500	1.65
SUBTOTAL N					9.80
MATERIALES DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=AxB	
Señal informativa 1.20*0.60m	u	1.000	110.00	110.00	
SUBTOTAL O				110.00	
TRANSPORTE DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=AxB	
SUBTOTAL P				0.00	

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	120.29
INDIRECTOS (%)	0.00%
UTILIDAD (%)	0.00%
COSTO TOTAL DEL RUBRO	120.29
VALOR OFERTADO	120.29

SON: CIENTO VEINTE DÓLARES CON VEINTE Y NUEVE CENTAVOS

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

HOJA 35 DE 39

RUBRO : 708-5(3)

UNIDAD: u

DETALLE : Señal Vertical a lado carretera reglamentarias D= 0,75 m

<i>EQUIPO DESCRIPCION</i>	<i>CANTIDAD A</i>	<i>TARIFA B</i>	<i>COSTO HORA C=AxB</i>	<i>RENDIMIENTO R</i>	<i>COSTO D=CxR</i>
Herramienta Menor 5% de M.O.					0.49
SUBTOTAL M					0.49
<i>MANO DE OBRA DESCRIPCION</i>	<i>CANTIDAD A</i>	<i>JORNAL/HR B</i>	<i>COSTO HORA C=AxB</i>	<i>RENDIMIENTO R</i>	<i>COSTO D=CxR</i>
PEON EO E2	2.00	3.26	6.52	1.250	8.15
ALBAÑIL EO D2	1.00	3.30	3.30	0.500	1.65
SUBTOTAL N					9.80
<i>MATERIALES DESCRIPCION</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD A</i>	<i>PRECIO UNIT. B</i>	<i>COSTO C=AxB</i>	
Señal reglamentaria D=0.75m	u	1.000	100.00	100.00	
SUBTOTAL O				100.00	
<i>TRANSPORTE DESCRIPCION</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD A</i>	<i>TARIFA B</i>	<i>COSTO C=AxB</i>	
SUBTOTAL P				0.00	

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	110.29
INDIRECTOS (%)	0.00%
UTILIDAD (%)	0.00%
COSTO TOTAL DEL RUBRO	110.29
VALOR OFERTADO	110.29

SON: CIENTO DIEZ DÓLARES CON VEINTE Y NUEVE CENTAVOS

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

HOJA 36 DE 39

RUBRO : 705-1

UNIDAD: ml

DETALLE : Señalización Horizontal (Marcas Pavimento m)

<i>EQUIPO DESCRIPCION</i>	<i>CANTIDAD A</i>	<i>TARIFA B</i>	<i>COSTO HORA C=AxB</i>	<i>RENDIMIENTO R</i>	<i>COSTO D=CxR</i>
Herramienta Menor 5% de M.O.					0.00
Maquina franjadora	1.00	5.00	5.00	0.010	0.05
SUBTOTAL M					0.05
<i>MANO DE OBRA DESCRIPCION</i>	<i>CANTIDAD A</i>	<i>JORNAL/HR B</i>	<i>COSTO HORA C=AxB</i>	<i>RENDIMIENTO R</i>	<i>COSTO D=CxR</i>
PEON EO E2	1.00	3.26	3.26	0.010	0.03
CHOFER EO C1	1.00	4.79	4.79	0.010	0.05
SUBTOTAL N					0.08
<i>MATERIALES DESCRIPCION</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD A</i>	<i>PRECIO UNIT. B</i>	<i>COSTO C=AxB</i>	
Pintura vial	lt	0.018	12.00	0.22	
SUBTOTAL O				0.22	
<i>TRANSPORTE DESCRIPCION</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD A</i>	<i>TARIFA B</i>	<i>COSTO C=AxB</i>	
SUBTOTAL P				0.00	

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	0.35
INDIRECTOS (%)	0.00%
UTILIDAD (%)	0.00%
COSTO TOTAL DEL RUBRO	0.35
VALOR OFERTADO	0.35

SON: TREINTA Y CINCO CENTAVOS DE DÓLAR

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

HOJA 37 DE 39

RUBRO : 205-(1)
 DETALLE : Agua para control de polvo

UNIDAD: Mi It

<i>EQUIPO DESCRIPCION</i>	<i>CANTIDAD A</i>	<i>TARIFA B</i>	<i>COSTO HORA C=AxB</i>	<i>RENDIMIENTO R</i>	<i>COSTO D=CxR</i>
Herramienta Menor 5% de M.O.					0.01
Tanquero de agua	1.00	10.00	10.00	0.030	0.30
SUBTOTAL M					0.31
<i>MANO DE OBRA DESCRIPCION</i>	<i>CANTIDAD A</i>	<i>JORNAL/HR B</i>	<i>COSTO HORA C=AxB</i>	<i>RENDIMIENTO R</i>	<i>COSTO D=CxR</i>
PEON EO E2	1.00	3.26	3.26	0.030	0.10
CHOFER OP C1	1.00	4.79	4.79	0.030	0.14
SUBTOTAL N					0.24
<i>MATERIALES DESCRIPCION</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD A</i>	<i>PRECIO UNIT. B</i>	<i>COSTO C=AxB</i>	
SUBTOTAL O					0.00
<i>TRANSPORTE DESCRIPCION</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD A</i>	<i>TARIFA B</i>	<i>COSTO C=AxB</i>	
SUBTOTAL P					0.00

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	0.55
INDIRECTOS (%)	0.00%
UTILIDAD (%)	0.00%
COSTO TOTAL DEL RUBRO	0.55
VALOR OFERTADO	0.55

SON: CINCUENTA Y CINCO CENTAVOS DE DÓLAR
 ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

HOJA 38 DE 39

RUBRO : 711
 DETALLE : Señalización Ambiental al lado de la carretera 1.80 x 1.20 m

UNIDAD: u

<i>EQUIPO DESCRIPCION</i>	<i>CANTIDAD A</i>	<i>TARIFA B</i>	<i>COSTO HORA C=AxB</i>	<i>RENDIMIENTO R</i>	<i>COSTO D=CxR</i>
Herramienta Menor 5% de M.O.					0.49
SUBTOTAL M					0.49
<i>MANO DE OBRA DESCRIPCION</i>	<i>CANTIDAD A</i>	<i>JORNAL/HR B</i>	<i>COSTO HORA C=AxB</i>	<i>RENDIMIENTO R</i>	<i>COSTO D=CxR</i>
PEON EO E2	2.00	3.26	6.52	1.250	8.15
ALBAÑIL EO D2	1.00	3.30	3.30	0.500	1.65
SUBTOTAL N					9.80
<i>MATERIALES DESCRIPCION</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD A</i>	<i>PRECIO UNIT. B</i>	<i>COSTO C=AxB</i>	
Señal Ambiental 1.80*1.20m	u	1.000	300.00	300.00	
SUBTOTAL O					300.00
<i>TRANSPORTE DESCRIPCION</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD A</i>	<i>TARIFA B</i>	<i>COSTO C=AxB</i>	
SUBTOTAL P					0.00

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	310.29
INDIRECTOS (%)	0.00%
UTILIDAD (%)	0.00%
COSTO TOTAL DEL RUBRO	310.29
VALOR OFERTADO	310.29

SON: TRESCIENTOS DIEZ DÓLARES CON VEINTE Y NUEVE CENTAVOS
 ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

HOJA 39 DE 39

RUBRO : 705-4

UNIDAD: u

DETALLE : Tachas reflectivas bidireccionales

EQUIPO DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
Herramienta Menor 5% de M.O.					0.10
SUBTOTAL M					0.10
MANO DE OBRA DESCRIPCION	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
PEON EO E2	1.00	3.26	3.26	0.500	1.63
MAESTRO MAYOR EO C1	1.00	3.66	3.66	0.080	0.29
SUBTOTAL N					1.92
MATERIALES DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=AxB	
Tachas reflectivas bidireccio	u	1.000	1.50	1.50	
Epoxico para tachas	kg	0.010	15.00	0.15	
SUBTOTAL O					1.65
TRANSPORTE DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=AxB	
SUBTOTAL P					0.00
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					3.67
INDIRECTOS (%)				0.00%	0.00
UTILIDAD (%)				0.00%	0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO					3.67

SON: TRES DÓLARES CON SESENTA Y SIETE CENTAVOS
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

5.5.8 PRESUPUESTO TOTAL.

Rubro / Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Precio Total
INFRAESTRUCTURA				
DESBROCE, DESBOSQUE Y LIMPIEZA	M2	151.28	5.42	819.94
REPLANTEO Y NIVELACION	M2	85.28	1.21	103.19
EXCAVACION DE SUELO SIN CLASIFICAR A MAQUINA	M3	677.04	3.41	2,308.71
DESALOJO DE MATERIAL CON VOLQUETA	M3	406.72	1.33	540.94
RELLENO COMPACTADO FINAL CON MATERIAL PROPIO DE ESCAVACION	M3	947.36	4.12	3,903.12
HORMIGÓN F'C=180KG(CM2) REPLANTILLO	M3	8.53	123.11	1,050.13
ENCOFRADO RECTO (ESTRIBOS)	M2	413.88	24.03	9,945.54
HORMIGÓN ESTRUCTURAL (F'C=280KG/CM2)	M3	205.30	152.16	31,238.45
TUBERIA PVC DESAGUE 110 MM	M	25.60	5.86	150.02
MATERIAL FILTRANTE INCLUIDO TRANSPORTE	M3	86.32	11.17	964.19
ESTRUCTURA DE OBRA FALSA	GLB	1.00	12,998.88	12,998.88
ACERO DE REFUERZO	KG	17,738.15	2.09	37,072.73

SUPERESTRUCTURA				
APOYOS PLACAS DE NEOPRENO SHORE 60	U	8.00	327.77	2,622.16
ENCOFRADO RECTO (VIGAS Y DIAFRAGMA)	M2	535.04	25.81	13,809.38
ENCOFRADO RECTO (LOSAS)	M2	211.16	19.75	4,170.41
ACERO DE REFUERZO (VIGAS Y DIAFRAGMAS)	KG	13,778.49	2.09	28,797.04
ACERO DE REFUERZO (LOSAS)	KG	10,172.13	2.09	21,259.75
HORMIGÓN ESTRUCTURAL (F'C=280KG/CM2)	M3	118.42	152.16	18,018.79
ENCOFRADO RECTO (BARANDAS)	M2	11.52	10.08	116.12
HORMIGON SIMPLE f'c=210 kg/cm ² PARA BARANDAS	M3	0.58	124.26	72.07
BARANDAS METALICAS	M	108.00	19.58	2,114.64
TUBERIA PVC DESAGUE 110 MM	M	3.00	5.86	17.58
JUNTA DE DILATACIÓN TIPO 3 MOP TIPO CAUNCHIFLEX	M	20.80	178.35	3,709.68
ACCESOS VIALES				
Replanteo y Nivelación con aparatos	KM	0.76	386.91	294.05
Excavación sin Clasificar y Relleno	M3	58,416.38	1.40	81,782.93
Transporte de material de excavación (trans. Libre 500m)	m ³ /km	54,090.65	0.20	10,818.13
Acabado de Obra Básica	M2	6,063.24	0.34	2,061.50
Sub Base Clase III	M3	909.44	5.93	5,392.98
Base Clase IV	M3	539.77	7.13	3,848.56
Imprimación Asfalto RC-250 rata 1.50 lt/m ²	lt	6,987.52	0.49	3,423.88
Carpeta Asfáltica en Caliente, Mezclado en Planta e=5.00 cm	M2	4,800.00	4.84	23,232.00
Hormigón simple f'c=210 kg/cm ² Incl. Encofrado	M3	251.40	124.23	31,231.42
SEÑALIZACION				
Señal Vertical a lado carretera preventivas 0,60 x 0,60 m	u	12.00	100.29	1,203.48
Señal Vertical a lado carretera informativas 1,20 x 0,60 m	u	2.00	120.29	240.58
Señal Vertical a lado carretera reglamentarias D= 0,75 m	u	4.00	110.29	441.16
Señalización Horizontal (Marcas Pavimento ml)	ml	3,027.26	0.35	1,059.54

CONTROL AMBIENTAL				
Agua para control de polvo	Mi lt	80.00	0.55	44.00
Señalización Ambiental al lado de la carretera 1.80 x 1.20 m	u	2.00	310.29	620.58
Tachas reflectivas bidireccionales	u	380.00	3.67	1,394.60
			TOTAL:	362,892.85

Tabla 89. PRESUPUESTO TOTAL.

Elaborado por: Avellaneda Carina – Samaniego José.

DESCRIPCIÓN	COSTO x HORA	HORA-EQUIPO	COSTO TOTAL
HERRAMIENTA MENOR(% TOTAL)	4,464.45		4,464.45
CIZALLA	0.20	2,376.25	475.25
COMPACTADOR	3.50	473.68	1,657.88
CONCRETERA 1 SACO	5.00	264.96	1,324.80
CORTADORA DE HIERRO	0.20	8.17	1.63
CARGADORA FRONTAL	40.00	127.38	5,095.20
CONCRETERA 1 SACO	5.00	0.59	2.95
DISTRIBUIDOR DE ASFALTO	40.00	20.96	838.40
EQUIPO TOPOGRAFICO	5.00	25.06	125.30
ESCOBA MECÁNICA	15.00	20.96	314.40
HORMIGONERA	7.00	330.20	2,311.40
MOLADORA	0.50	3.24	1.62
MOTOSIERRA	2.00	151.28	302.56
MOTOSOLDADORA	25.00	3.24	81.00
MAQUINA FRANJADORA	5.00	30.27	151.35
MOTONIVELADORA	50.00	47.18	2,359.00
PISTOLA DE INYECCION DE RESINA	5.00	8.17	40.85
PLANTA PROCESADORA (ASFALTO)	100.00	19.20	1,920.00
RETROEXCAVADORA	50.00	1,217.58	60,879.00
RODILLO LISO VIBRATORIO	35.00	241.63	8,457.05
RODILLO NEUMÁTICO	33.00	19.20	633.60
TALADRO	1.00	8.17	8.17
TANQUERO DE AGUA	10.00	224.83	2,248.30
TERMINADORA DE ASFALTO	50.00	19.20	960.00
VIBRADOR	2.50	595.75	1,489.38
VOLQUETA	15.00	290.79	4,361.85
		TOTAL:	100,505.39

Tabla 90. EQUIPO.

Elaborado por: Avellaneda Carina – Samaniego José.

DESCRIPCIÓN	CAT.	SALARIO REAL x HORA	HORA - HOMBRE	COSTO TOTAL
CHOFER	EO C1	4.79	816.97	3,913.29
MAESTRO MAYOR	EO C1	3.66	1,280.76	4,687.58
OP EXCAVADORA	EO C1	3.66	183.88	673.00
OP RETROEXCAVADORA	EO C1	3.66	40.62	148.67
OP TRACTOR CARRILES O RUEDAS	EO C1	3.66	1,456.97	5,332.51
TOPOGRAFO	EO C1	3.66	25.06	91.72
ALBAÑIL	EO D2	3.30	2,474.30	8,165.19
CADENERO	EO D2	3.30	48.85	161.21
CARPINTERO	EO D2	3.30	2,373.28	7,831.82
HOJALATERO	EO D2	3.30	4,754.52	15,689.92
PLOMERO	EO D2	3.30	2.86	9.44
PEON	EO E2	3.26	14,578.75	47,526.73
CHOFER	OP C1	4.79	59.12	283.18
OPERADOR EST.OC C1 GRUPO I	OP C1	3.66	85.58	313.22
OPERADOR EST.OC C2 GRUPO II	OP C2	3.48	69.15	240.64
ENGRASADOR O ABASTECEDOR	ST D2	3.30	140.57	463.88
			TOTAL:	95,532.00

Tabla 91. MANO DE OBRA

Elaborado por: Avellaneda Carina – Samaniego José.

DESCRIPCION	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	CANTIDAD	COSTO TOTAL
ACERO ESTRU. F'Y=4200KG/CM2	KG	1.21	41,688.77	50,443.41
AGUA	M3	0.25	173.42	43.36
ALAMBRE GALV. #18	KG	1.25	1,250.65	1,563.31
ALAMBRE GALVANIZADO N° 18	KG	1.25	276.11	345.14
ARENA	M3	15.00	215.96	3,239.40
AGREGADOS TRITURADOS 100%	m³	12.00	312.00	3,744.00
AGUA	m³	2.00	29.00	58.00
ASFALTO AP3	kg	0.32	38,400.00	12,288.00
ASFALTO RC-250	lt	0.32	5,240.64	1,677.00
BARANDALES METALICOS 3"	KG	92.40	21.60	1,995.84
CEMENTO PORTLAND I	SACO	7.25	4,669.75	33,855.69
CLAVOS	KG	2.20	35.57	78.25

CLAVOS	U	0.01	4,352.00	43.52
DIESEL	gln	1.05	1,920.00	2,016.00
DIESEL	lt	0.25	1,746.88	436.72
ENCOFRADO DE MADERA PARA JUNTA	M2	5.00	20.80	104.00
ENCOFRADO METALICO	M2	3.50	234.00	819.00
ENCOFRADO VARIOS USOS	gbl	10.00	251.98	2,519.80
EPOXICO PARA TACHAS	kg	15.00	3.80	57.00
MATERIAL FILTRANTE	M3	5.00	86.32	431.60
MACADAN	m ³	4.00	163.79	655.16
MATERIAL BASE CLASE IV	m ³	4.00	647.72	2,590.88
MATERIAL SUB BASE CLASE III	m ³	3.00	1,091.33	3,273.99
MEZCLA ASFALTICA	m ³ -km		7,200.00	
NEOPRENO DUREZA SHORE 60	U	300.00	8.00	2,400.00
PINGOS D= 10 CM Y L= 3M	U	1.12	785.91	880.22
POLILIMPIA	GAL	45.80	0.29	13.28
POLIPEGA	GAL	27.68	0.29	8.03
PUNTALES	U	2.50	712.00	1,780.00
PINTURA ESMALTE	Gln	9.45	0.19	1.80
PINTURA VIAL	lt	12.00	54.49	653.88
RIPIO	M3	15.00	555.02	8,325.30
SEÑAL AMBIENTAL 1.80*1.20M	u	300.00	2.00	600.00
SEÑAL INFORMATIVA 1.20*0.60M	u	110.00	2.00	220.00
SEÑAL PREVENTIVA 0.60*0.60M	u	90.00	12.00	1,080.00
SEÑAL REGLAMENTARIA D=0.75M	u	100.00	4.00	400.00
TABLA DE ENCOFRADO	U	2.50	1,709.41	4,273.53
TAPAJUNTA CAUCHIFLEX MODELO TJ	ML	160.00	20.80	3,328.00
TIRA 5 X 5 CM, L= 2.5 M	U	2.50	4,020.28	10,050.70
TUBO PVC 110MM	M	4.38	28.60	125.27
TACHAS REFLECTIVAS BIDIRECCIO	u	1.50	380.00	570.00
TIRAS DE 2.5*2.5*250 CM	U	1.00	4.56	4.56
VIGAS TIPO I	U	90.00	110.00	9,900.00
			TOTAL:	166,893.64

Tabla 92. MATERIALES.

Elaborado por: Avellaneda Carina – Samaniego José.

5.5.9 CRONOGRAMA DE TRABAJO.

CAPÍTULO VI

6. DISCUSIÓN

Esta investigación tuvo como propósito fundamental elaborar el estudio y diseño del puente sobre la quebrada Quillán, basado en cada uno de los parámetros establecidos por las normas vigentes para este tipo de proyectos, con el propósito de entregar al Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquial Rural Santiago de Químiag un proyecto que pueda ser ejecutado a futuro.

Se enfocó principalmente en dar solución al pedido por parte del G.A.D. Parroquial Rural Santiago de Químiag (*Anexo 1*), que haciendo uso de sus competencias exclusivas emitidas por el C.O.O.T.A.D., busca brindar a sus habitantes una infraestructura vial que cumpla con sus exigencias de contar con vías de acceso y estructuras de movilidad adecuadas a sus localidades, alcanzando así la movilidad y la trasportación en óptimas condiciones de sus productos que son su principal fuente de ingresos económicos, contribuyendo de esta forma a un mejor estilo de vida de sus habitantes.

Previamente antes de realizar esta investigación se procedió a realizar un compendio de la información más relevante de la zona de influencia del proyecto, misma que se obtuvo en mayor contenido con ayuda del Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial P.D.O.T. de la parroquia de Químiag elaborado por el G.A.D. Parroquial Rural Santiago de Químiag vigente desde el 2012 hasta el 2021, que es un instrumento técnico de planeación y gestión a largo plazo, contiene información veraz y actualizada de la parroquia; también se investigó otras fuentes bibliográficas no menos importantes cuya información fue muy relevante para esta investigación.

En primera instancia se efectuó la “Inspección visual y evaluación técnica del paso en la quebrada Quillán de la vía que conecta las comunidades de Puelazo y Chañag San Miguel, parroquia Químiag, cantón Riobamba, provincia de Chimborazo” (*Anexo 2*), misma que se realizó tomando en cuenta cada uno de los parámetros técnicos y en base a las normativas vigentes en la actualidad.

Con el fin de analizar su estado actual, detectar las deficiencias estructurales que presenta y elaborar un informe técnico que contenga toda la información recolectada en la inspección, así como las soluciones más factibles a los problemas que presenta actualmente.

La inspección visual y evaluación técnica del paso en la quebrada Quillán, arrojó algunas conclusiones, donde la más relevante y la base de esta investigación es la mencionada en el literal *f*):

f) Tomando en cuenta cada uno de los aspectos inspeccionados y evaluados en el presente informe, concluimos que la solución más factible es realizar un rediseño de la vía así como el diseño y la futura construcción de un puente que siendo una estructura de movilidad solucionara los problemas que presenta en la actualidad este tramo de la vía, partiendo desde el punto de vista que en un principio un puente puede presentar costos de construcción elevados, pero generará ahorros en los costos de operación y mantenimiento que a la larga terminan siendo más significativos, que los altos costos de transporte en nuestro medio que le restan competitividad a los productos de la zona.

Una vez justificado el proyecto mediante: el pedido por parte del G.A.D. Parroquial Rural Santiago de Químiag, la inspección técnica del paso en la quebrada Quillán y en base a la fundamentación teórica se procedió a realizar los respectivos ‘Estudios Básicos de Ingeniería (*Capítulo IV*)’, cuyos resultados y conclusiones más relevantes se detallan a continuación:

Estudio Topográfico:

Se procedió al levantamiento del sitio y toda la faja de terreno involucrada en el proyecto; se tomó los puntos de detalle de fondos, espejos de agua y bordes de talud de la quebrada Quillán, a lo largo de aproximadamente 100 m aguas arriba y 100 m aguas abajo del punto de cruce; se tomó también, puntos de detalle de los accesos de la vía existente y bordes de talud. Se levantó el trazo actual de los accesos hacia el lugar de estudio.

Estudio Hidrológico:

La hidrología de la zona nos proporcionó los caudales máximos de diseño en el punto de ubicación del cruce, el comportamiento hidráulico de la cuenca y el nivel máximo del caudal que nos permitirán plantear obras de protección y previsiones para la construcción del puente.

Por ser un cauce natural tenemos una sección variable, por lo que para determinar el comportamiento del cauce y los caudales máximos se utilizó el software, HEC RAS 4.1.0., obteniendo los siguientes resultados:

- Caudal máximo = 1,38 m³/seg
- Coeficiente de Manning = 0,023
- Pendiente del cauce = 0,02 m/m

La máxima crecida que tiene la quebrada de Quillán en condiciones críticas se encuentra en la cota 3.095,82 m.s.n.m., lo que nos permite implantar nuestro puente en la cota 3.132,00 m.s.n.m. con un gálibo libre de 36,18 m.

Estudios Geológicos y Geotécnicos:

Estos estudios se basaron en pruebas y ensayos de laboratorio, los cuales fueron realizados a las muestras del material obtenidas en una perforación realizada en área actual del proyecto, hasta una profundidad de 4,00 mts.

Una vez obtenidas las muestras y realizadas cada una de las pruebas y los ensayos de laboratorio correspondientes, se obtuvieron los siguientes resultados:

- Nivel freático = No detectado
- Profundidad de cimentación = - 4,00 m. medidos a partir del nivel actual del terreno.
- Trabajo admisible del suelo → $q_a = 3,90 \text{ Kg/cm}^2 \approx 39,00 \text{ Ton/m}^2$

Estudio de Tráfico:

Para el estudio de tráfico se realizó un análisis completo dentro de la vía, basado en la normativa vigente emitida por el Ministerio de Transporte y Obras Públicas M.T.O.P., en el mismo se consideró el volumen tráfico y las dimensiones de los vehículos circulantes que influyen en el diseño geométrico de la vía.

Luego de la tabulación de datos y terminado el respectivo análisis de las características y el volumen de tráfico de la vía, se concluyó que:

El tipo de vehículo que circula con más frecuencia en el paso de la quebrada Quillán es el de ***TIPO LIVIANO***.

El Tráfico Promedio Diario Anual T.P.D.A. proyectado a 50 años para el respectivo diseño del puente es de 1.420 vehículos, que, mediante las tablas propuestas por el Ministerio de Transporte y Obras Públicas para determinar la clase de carretera, da como resultado que el tramo de vía analizado es una carretera de ***TIPO III***.

Luego de haber concluido y analizado cada uno de los resultados obtenidos en los *Estudios de Ingeniería Básica* y la fundamentación teórica se empezó a realizar el respectivo *Cálculo y Diseño Estructural del Puente Losa sobre Vigas (Capítulo V)*, se optó por un puente losa sobre vigas debido a que la luz a considerar es de 22,50 m. y a que el hormigón armado tiene gastos de mantenimiento muy escasos, ya que son muy resistentes a la acción de los agentes atmosféricos y climáticos.

El Cálculo y Diseño Estructural se basó en las especificaciones y fundamentos de la norma norteamericana A.A.S.H.T.O. (American Association of State Highway and Transportation Official), por el método L.R.D.F. [Diseño por factores de carga y resistencia]; a continuación, presentamos un resumen de resultados:

GEOMETRÍA DEL PUENTE		
LONGITUD DE CALCULO	L	22,50 m
NÚMERO DE CARRILES	N° CARRILES	2
ANCHO TOTAL DEL TABLERO	B	10,40 m
ANCHO DE LA CALZADA	Bc	9,00 m
ANCHO DE LA ACERA	Ba	0,70 m
NÚMERO DE VIGAS LONGITUDINALES	N° VIGAS	4
SEPARACIÓN ENTRE VIGAS	S	2,60 m
LONGITUD VOLADO DESDE EJE VIGA EXTERIOR	Lv	1,30 m
ANCHO MENOR PATÍN SUPERIOR VIGAS	bf	0,40 m
LUZ EFECTIVA CALCULO VOLADO	Sv	1,10 m
LUZ EFECTIVA CALCULO TRAMOS INTERIORES	S*	2,20 m
CARGA CAPA DE RODADURA	0,12 Ton/m ²	
CARGA ACERAS	0,415 Ton/m ²	
CARGA PASAMANOS	0,15 Ton/m ²	
MATERIALES:		
HORMIGON INFRAESTRUCTURA	f'c	280 Kg/cm ²
HORMIGON SUPERESTRUCTURA	f'c	280 Kg/cm ²
ACERO DE REFUERZO PARA HORMIGON ARMADO	Fy	4200 Kg/cm ²
NORMAS DE DISEÑO:		
A.A.S.TH.T.O. STANDART SPECIFICATIONS FOR HIGHWAY BRIDGES		
CARGA DE DISEÑO	HS 20 - 44	7,27 Ton

Tabla 93. RESUMEN DE LOS DATOS DEL PUENTE SOBRE LA QUEBRADA QUILLÁN.

Elaborado por: Avellaneda Carina – Samaniego José.

SUPERESTRUCTURA					
DISEÑO DE LA LOSA					
COEFICIENTE				β_1	0,85
ESPESOR LOSA DE HORMIGÓN				ts	0,20 m
RECUBRIMIENTO DEL REFUERZO AL EJE				r	0,03 m
FACTOR DE RESISTENCIA				φ	0,90
ARMADO					
SECCIÓN	b (cm)	d (cm)	Mu (Ton-m)	ρ	As (cm ²)
VOLADIZO	100,00	17,00	5,79	0,0087	12,37
TRAMO INTERNO	100,00	17,00	5,00	0,0074	10,56
ARMADURA					
INFERIOR	1 \varnothing 16 mm @ 25 cm				
SUPERIOR	1 \varnothing 18 mm @ 25 cm + 1 \varnothing 18 mm @ 25 cm				
As DE REPARTICIÓN					
As (cm ²)	7,07	1 \varnothing 16 mm @ 25 cm			
As DE TEMPERATURA					
As (cm ²)	3,20	1 \varnothing 10 mm @ 50 cm			
DISEÑO DE VIGAS					
ANCHO EFECTIVO				B	2,60 m
PERALTE MÍNIMO				hmín	1,60 m
ANCHO VIGA				bf	0,40 m
RECUBRIMIENTO				r	3,20 cm
ARMADO					
SECCIÓN	b (cm)	d corregido (cm)	Mu (Ton-m)	ρ	As (cm ²)
VIGA INTERIOR Y EXTERIOR	150	12,80	595,61	0,00276	107,67
ARMADURA					
PRINCIPAL	12 \varnothing 32 mm				
As LATERAL					
As (cm ²)	10,77	6 \varnothing 16 mm			
As MÍNIMO					
As (cm ²)	20,00	2 \varnothing 32 mm			
ESPACIAMIENTO s		75,00 cm EN EL TRAMO CENTRAL			
ESTRIBOS		1 \varnothing 12 mm @ 30 - 60 cm			

DISEÑO DIAFRAGMAS		
ANCHO EFECTIVO	B	2,20 m
PERALTE MÍNIMO	hmín	1,30 m
ANCHO VIGA	bf	0,20 m
RECUBRIMIENTO	r	0,03 m
ARMADURA		
PRINCIPAL	4 \varnothing 16 mm	
ESTRIBOS	1 \varnothing 12 mm @ 20 cm	

Tabla 94. RESUMEN DE LA SUPERESTRUCTURA DEL PUENTE SOBRE LA QUEBRADA QUILLÁN.

Elaborado por: Avellaneda Carina – Samaniego José.

SUBESTRUCTURA		
DISEÑO DE ESTRIBOS		
ALTURA	H	9,00 m
ESFUERZO ADMISIBLE DEL SUELO	δ_{adm}	39,00 Ton/m ²
PESO ESPECÍFICO HÚMEDO	γ	1,92 Ton/m ³
ÁNGULO DE FRICCIÓN INTERNA	φ	47°
COEFICIENTE DE EMPUJE ACTIVO	Ka	0,155
MOEMENTO DE VOLCAMIENTO	Mvol	50,87 Ton-m
BASE MÍNIMA	B	4,10 m
PESO TOTAL DEL ESTRIBO	WT	62,43 Ton/m
ESTADO I		
MOMENTO VOLCADOR	Mvol	36,30 Ton-m
MOMENTO ESTABILIZADOR	Mest	147,71 Ton-m
EXCENTRICIDAD	e	0,27 m
ESFUERZO ADMISIBLE SUELO	δ_{s1}	21,41 Ton/m ²
	δ_{s2}	9,20 Ton/m ²
ESTADO II		
ESFUERZO ADMISIBLE MAXIMO	δ_{admMAX}	51,87 Ton-m
EXCENTRICIDAD	e	0,27 m
ESFUERZO ADMISIBLE CALCULADO	τ_s	31,49 Ton/m ²
ESTADO III		
MOMENTO ESTABILIZADOR	Mest	177,27 Ton-m
EXCENTRICIDAD	e	1,75 m
ESFUERZO ADMISIBLE SUELO	δ_{s1}	24,60 Ton/m ²
	δ_{s2}	29,04 Ton/m ²

ESTADO IV				
MOMENTO VOLCADOR		Mvol	72,14 Ton-m	
MOMENTO ESTABILIZADOR		Mest	173,42 Ton-m	
EXCENTRICIDAD		e	1,29 m	
ESFUERZO ADMISIBLE CALCULADO		τ_s	40,27 Ton/m ²	
ESTADO V				
MOMENTO VOLCADOR		Mvol	50,87 Ton-m	
MOMENTO ESTABILIZADOR		Mest	173,42 Ton-m	
EXCENTRICIDAD		e	0,48 m	
ESFUERZO ADMISIBLE SUELO		δ_{s1}	32,35 Ton/m ²	
		δ_{s2}	5,66 Ton/m ²	
DISEÑO DE LA ZAPATA				
ESFUERZO DEL SUELO		x	3,90 m	
EXCENTRICIDAD		e	1,85 m	
PUNTO DE EQUILIBRIO		L	0,60 m	
TALON	MOMENTO CALCULADO		(-) 79,44 Ton-m	
	CORTANTE CALCULADO		34,24 Ton	
DEDO	MOMENTO CALCULADO		39,93 Ton-m	
	CORTANTE CALCULADO		34,24 Ton	
ESFUERZO DE CORTANTE ULTIMO		Vu	6,71 Kg/cm ²	
ESFUERZO RESISTENTE DEL CONCRETO		Vc	8,37 Kg/cm ²	
ARMADO TALON				
b (cm)	d (cm)	Mu (Ton-m)	ρ	As (cm²)
100,00	60,00	79,74	0,00618	37,05
ARMADURA		1 \varnothing 25 mm @ 14 cm		
ARMADO DEDO				
b (cm)	d (cm)	Mu (Ton-m)	ρ	As (cm²)
100,00	60,00	39,93	0,00301	18,08
ARMADURA		1 \varnothing 18 mm @ 17 cm		
As DE REPARTICIÓN				
As (cm²)	10,80	1 \varnothing 16 mm @ 34 cm		
DISEÑO PANTALLA				
ESFUERZO DE CORTANTE ULTIMO		Vu	4,26 Kg/cm ²	
ESFUERZO RESISTENTE DEL CONCRETO		Vc	8,37 Kg/cm ²	
ARMADO 1				
b (cm)	d (cm)	Mu (Ton-m)	ρ	As (cm²)
100,00	120,00	111,06	0,00208	24,94
ARMADURA		1 \varnothing 22 mm @ 17 cm		
As DE REPARTICIÓN HORIZONTAL				
As (cm²)	24,00	CARA INT.	3 \varnothing 18 mm	
		CARA EXT.	6 \varnothing 18 mm	

ARMADO 2				
b (cm)	d (cm)	Mu (Ton-m)	ρ	As (cm²)
100,00	100,00	61,10	0,0016	16,40
ARMADURA		4 \varnothing 22 mm		
ARMADO 3				
b (cm)	d (cm)	Mu (Ton-m)	ρ	As (cm²)
100,00	60,00	34,53	0,00260	15,58
ARMADURA		4 \varnothing 22 mm		

Tabla 95. RESUMEN DE LA SUBESTRUCTURA DEL PUENTE SOBRE LA QUEBRADA QUILLÁN.

Elaborado por: Avellaneda Carina – Samaniego José.

OBRAS COMPLEMENTARIAS		
DISEÑO DE APOYOS ELASTOMÉRICOS		
ANCHO DE LA VIGA	bf	40,00 cm
LARGO DEL APOYO	b	35,00 cm
ANCHO DEL APOYO	w	30,00 cm
ESPESOR DEL APOYO	tt	4,00 cm
CARGAS GRAVITATORIAS	Q	312,20 Ton
REACCIONES DE LAS VIGAS	V	39,03 Ton
TENSION ADMISIBLE DEL NEOPRENO	δ	70,00 Kg/cm ²
DUREZA - SHORE 60°	Go	11 Kg/cm ²
FACTOR DE FORMA	T	2,02

Tabla 96. RESUMEN DE LAS OBRAS COMPLEMENTARIAS DEL PUENTE SOBRE LA QUEBRADA QUILLÁN.

Elaborado por: Avellaneda Carina – Samaniego José.

CAPÍTULO VII

7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

- Una vez terminado el levantamiento topográfico se obtuvieron los planos topográficos donde se encuentra delimitada el área requerida para el proyecto, ubicado a 3.472 m.s.n.m en la quebrada Quillán en las coordenadas de referencia (774.164,42 E, 9°8'18.189,64 S).
- El Tráfico Promedio Diario Anual (T.P.D.A.) es de 1.420 vehículos proyectado a 50 años para el diseño del puente, da como resultado un ancho recomendable de la vía de 7 m. (ver Anexo 4) El vehículo que predomina en el sector de la quebrada de Quillán, es el de tipo liviano.
- En los estudios geológicos a través de los diferentes ensayos realizados se determinaron que: el tipo de suelo del proyecto es una grava-arcillosa, ángulo de fricción interna $\phi = 47^\circ$, densidad $D = 1,92 \text{ T/m}^3$ y trabajo admisible de $Qa = 3,90 \text{ Kg/cm}^2$, con una cimentación de 4,00 m medidos a partir del nivel actual del terreno.
- Por medio de la utilización del programa HEC-RAS se logró modelar la máxima crecida que tiene la quebrada de Quillán, en condiciones críticas lo que nos permite implantar nuestro puente en las cotas 3.132,00 m.s.n.m con la demarcación de zonas inundables se puede establecer el nivel de máxima crecida = 3.111,40 m.s.n.m. y el nivel de estiaje = 3.110,40 m.s.n.m. con un caudal de 1,54 m³/s, indicando un galibo mínimo de 20,30 m, entre el nivel de máxima crecida de la quebrada y la cara inferior de la viga.
- El puente sobre la quebrada Quillán tendrá las siguientes características geométricas: luz de 22,50 m., un tablero armado (10,40 x 22,50 x 0,20 m.); se compondrá de 4 vigas (1,60 x 0,40 m. x 22,50), se asentará sobre 8 apoyos elastoméricos (0,35 x 0,30 x 0,05 m.) y 2 estribos abiertos de 9 m de altura

7.1 RECOMENDACIONES.

- Cada uno de los estudios de ingeniería básica, así como el diseño estructural se fundamentan en criterios y normativas, mismos que se deben tomar en cuenta; con el fin de que los resultados que se obtengan sean los más apegados a la realidad.
- Utilizar las normas, códigos o programas de cálculo son una herramienta muy útil al momento de realizar cálculos y procesar datos, por lo que se debe tener un cuidado especial en revisar cada uno de los resultados obtenidos.
- Los materiales a usarse deben ser de buena calidad como se indican en las especificaciones técnicas del M.T.O.P., y es indispensable que su almacenamiento preste las garantías necesarias para no alterar sus propiedades.

CAPÍTULO VIII

8. PROPUESTA.

8.1 TÍTULO DE LA PROPUESTA.

“Diseño y trazado geométrico de los accesos al puente sobre la quebrada Quillán,
parroquia Químiag, cantón Riobamba, provincia de Chimborazo”

8.2 OBJETIVOS.

8.2.6 OBJETIVO GENERAL.

- Realizar el diseño y trazado geométrico de los accesos al puente sobre la quebrada Quillán; en base a los parámetros de diseño establecidos para esta clase de proyectos; con el fin de proporcionar una transición de movilidad adecuada entre el puente y sus respectivos accesos.

8.2.7 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.

- Definir el alineamiento horizontal y el perfil longitudinal del eje en los tramos de los accesos al puente.
- Establecer las características geométricas (ancho de la calzada) en las diferentes zonas de corte y relleno de los accesos.
- Elaborar un listado y la ubicación de la respectiva señalización en el tramo de estudio.

8.3 FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICA – TÉCNICA.

8.3.6 DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DEL PROYECTO.

Los acceso al puente sobre la quebrada Quillán, se encuentran entre las comunidades de Puelazo y Chañag San Miguel al norte de la parroquia de Químiag, al sur oriente de la provincia de Chimborazo, a 9,00 Km del cantón Riobamba, a una altura de 2.730 m.s.n.m.; inicia en el sector de Bayopogyopamba y atraviesa la quebrada Quillán hasta el sector de Santa Ana de Saguán; los beneficiarios directos de este estudio serán los habitantes de las comunidades:

Puelazo, Chañag San Miguel, Chilcal Pucará, Laguna San Martín, Palacio San Francisco, San Pedro de Iguazo, Santa Ana de Saguán, Verdepamba y la cabecera parroquial.

Se realizó el recorrido de campo del proyecto para el diseño de los accesos del puente sobre la quebrada Quillán, determinándose así que la actual ruta en algunos tramos tiene las condiciones apropiadas para ser utilizada, sin realizar variantes significativas, reduciendo de algún modo el costo de inversión; por otro lado los acceso propiamente dichos hacia el puente si requieren de verificaciones de trazado, lo que se procurará es tratar de enmarcarse en las normas vigentes, dando los ensanchamientos necesarios a las curvas y cumpliendo con los radios mínimos requeridos.

Se respetará en lo posible las construcciones que se encuentren cerca de la vía y se proporcionará una señalización adecuada para su seguridad.

Condiciones climáticas.- En las montañas la temperatura disminuye con la altitud, mientras que aumentan las precipitaciones, al menos hasta un cierto nivel altimétrico. Presenta unas temperaturas invernales negativas y unas estivales positivas, aunque la temperatura media anual se establece en torno a los 0 °C; la oscilación térmica es inferior a los 20 °C y las precipitaciones, más abundantes en verano que en invierno, superan los 1.000 mm. anuales.

Descripción de la vía existente.- Actualmente la vía se compone de un lastrado conformado por un material de mejoramiento que ha cumplido con su vida útil, presenta muchas falencias a causa de las características físicas y climatológicas de la zona, se ubica a 5,62 Km de la parroquia de Químiag del cantón Riobamba en la provincia de Chimborazo.

UBICACIÓN POLÍTICA	
Lugar	Quebrada Quillán
Comunidad	Chañag San Miguel
Parroquia	Químiag
Cantón	Riobamba
Provincia	Chimborazo

UBICACIÓN GEOGRÁFICA	
X	774.164,42 m E
Y	9°818.189,64 m S
Altitud	3.133 m.s.n.m.

Tabla 97. UBICACIÓN DEL PROYECTO.

Elaborado por: Avellaneda Carina – Samaniego José.

8.3.7 CARACTERÍSTICAS DE TRÁFICO.

El conteo de tráfico es una parte muy importante del estudio de la vía, el objetivo es poder determinar la demanda de movilización vehicular, los datos obtenidos son procesados en la oficina, ya que estos son un elemento fundamental para el diseño geométrico y para establecer las capas que conformaran el pavimento de la vía, cuyas proyecciones se las realizaran para un período de 20 años.

Alcance del trabajo:

El alcance del trabajo, consiste en la realización de los estudios de tráfico mediante los aforos o conteos manuales de los vehículos que transitan por la zona en base a una clasificación.

El conteo de tráfico se ejecutará durante una semana completa, tomando datos las 24 horas del día ininterrumpidamente. Con esto se determinará el volumen existente en la zona y se logrará hacer una proyección a 20 años utilizando las tasas de crecimiento establecidas para la provincia que en nuestro caso es la provincia de Chimborazo.

Metodología empleada:

Para el estudio de tráfico se realizó conteos manuales como ya se mencionó anteriormente clasificando a los vehículos de la siguiente manera:



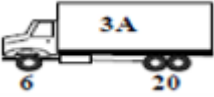

TIPO	DISTRIBUCIÓN MÁXIMA DE CARGA POR EJE	DESCRIPCIÓN
2DA		Camión de 2 ejes medianos
2DB		Camión de 2 ejes grandes
3-A		Camión de 3 ejes (tándem posterior)
4-C		Camión de 4 ejes (tridem posterior)

Tabla 98. CLASIFICACIÓN SEGÚN EL TIPO DE VEHÍCULO.

Fuente: Ministerio de Transporte y Obras Públicas 2002.

Livianos.- Las características de operación son las de un automóvil, en esta categoría se encuentran las camionetas de dos ejes con tracción sencilla y tracción doble, así como también las camionetas de cajón y camiones livianos de reparto.

Buses.- Son aquellos que tienen dos o más ejes, es decir seis o más ruedas, están destinados al transporte de pasajeros, dentro de estos se encuentran todos los vehículos de servicio público con un peso de 1.500 Kg o más.

Pesados.- En esta categoría se encuentran los vehículos destinados al transporte de mercadería y carga, poseen uno o más ejes sencillos o de doble llanta, tienen seis o más ruedas y estos pueden ser: volquetas, camiones, remolques y semi remolques.

Estaciones de conteo:

La estación de conteo se colocó en la abscisa 0+560 aproximadamente de acuerdo a nuestro abscisado del proyecto, se realizó el conteo colocando cámaras en la estación mencionada, registrando datos de una semana completa desde el martes 08 de diciembre hasta el lunes 14 de diciembre del 2015.

Trafico actual:

Tomando en cuenta las disposiciones emitidas por el M.T.O.P. 2002 (Ministerio de Transporte y Obras Públicas), en las que se indica que en el proyecto motivo de nuestro estudio los caminos son caminos existentes, el tráfico actual se debe considerar al tráfico existente.

Tráfico Existente:

El tráfico existente es el obtenido en la carretera antes del estudio, a través de los estudios de tráfico, es decir de los conteos.

DÍA	HORAS CONTADAS	VEHÍCULO TIPO				TOTAL
		LIVIANOS	BUSES	2DB	3-A	
Martes, 08 de diciembre del 2015	24	184	13	39	9	245
Miércoles, 09 de diciembre del 2015	24	151	18	41	17	227
Jueves, 10 de diciembre del 2015	24	135	29	31	20	215
Viernes, 11 de diciembre del 2015	24	157	18	32	18	225
Sábado, 12 de diciembre del 2015	24	168	22	48	15	253
Domingo, 13 de diciembre del 2015	24	167	20	39	13	239
Lunes, 14 de diciembre del 2015	24	163	18	33	18	232
TOTAL SEMANAL						1.636
PROMEDIO DIARIO						233,71

Tabla 99. CONTEO VEHICULAR ESTACIÓN ABSCISA 0+560.

Elaborado por: Avellaneda Carina – Samaniego José.

Factores de variación para el cálculo del T.P.D.A.:

$$T.P.D.A. = T_o \times F_H \times F_D \times F_S \times F_M$$

Tráfico observado (To):

Volumen de tráfico en un tiempo determinado.

TRÁFICO OBSERVADO (Conteo realizado durante 8 horas)						
		VEHICULO TIPO				TOTAL
FECHA	HORA	LIVIANOS	BUSES	2DB	3-A	
Sábado, 12 de diciembre del 2015	06:00 A 14:00	81	8	28	9	117

Tabla 100. TRÁFICO OBSERVADO.

Elaborado por: Avellaneda Carina – Samaniego José.

Factor Horario (F_H).- Este factor nos permite expandir el volumen de tráfico en un determinado número de horas a volumen diario promedio.

$$F_H = \frac{C}{J}$$

Siendo:

C = Número de vehículos registrados en el día T_o.

J = Numero de vehículos registrados en un periodo determinado.

$$F_H = \frac{253,00}{117,00} = 2,16$$

Factor Diario (F_D).- Se utiliza para transformar el volumen de tráfico diario promedio en volumen semanal promedio.

$$F_D = \frac{I}{C}$$

Siendo:

I = Número de vehículos promedio de la semana.

C = Número total de vehículos registrados en el día T_0 .

$$F_D = \frac{233,71}{117,00} = 2,00$$

Factor Semanal (F_S).- Utilizado para transformar el volumen semanal promedio del tráfico en volumen mensual promedio.

Semana = 7 días

Días mes de Diciembre = 31 días

Días del mes / 4 semanas = 7,75

$$F_S = \frac{7,00}{7,75} = 1,11$$

Factor Mensual (F_M).- Este factor transforma el volumen mensual promedio de tráfico hasta el valor anual o tráfico promedio diario anual T.P.D.A.

$$F_M = 1 + \text{Factor mensual aplicado}$$

$$F_M = 1 + \frac{11,20}{100} = 1,112$$

FACTOR MENSUAL APLICADO	
Enero	7,80 %
Febrero	7,50 %
Marzo	8,00 %
Abril	8,20 %
Mayo	7,80 %
Junio	8,10 %
Julio	8,50 %
Agosto	8,50 %

Septiembre	8,40 %
Octubre	7,90 %
Noviembre	7,80 %
Diciembre	11,20%

Tabla 101. FACTOR MENSUAL APLICADO.

Fuente: Ministerio de Transporte y Obras Públicas 2002.

Separando según el tipo de vehículo y sumando el tráfico actual más los factores horario, diario, semanal y mensual se obtiene:

VEHÍCULO TIPO				TOTAL
LIVIANOS	BUSES	2DB	3-A	
431	43	149	48	670

Tabla 102. T.P.D.A. POR TIPO DE VEHÍCULO.

Elaborado por: Avellaneda Carina – Samaniego José.

Tráfico Futuro:

El tráfico futuro es aquel que se realiza una proyección a un número determinado de años utilizando tasas de crecimiento ya establecidas.

DESCRIPCIÓN	ITEM	LIVIANOS	BUSES	CAMIONES
i = índice de crecimiento vehicular (MTO, 2010 - 2015)	i =	3,44 %	1,17 %	2,90 %
i = índice de crecimiento vehicular (MTO, 2015 - 2020)	i =	3,10 %	1,05 %	2,61 %
i = índice de crecimiento vehicular (MTO, 2020 - 2030)	i =	2,82 %	0,96 %	2,38 %
n = número de años de proyección vial	n =	20	20	20

Tabla 103. ÍNDICES DE CRECIMIENTO VEHICULAR M.T.O.P. 2002.

Fuente: Ministerio de Transporte y Obras Públicas 2002.

PERIODO	LIVIANOS	BUSES	2DB	3-A	TOTAL
0	431	43	149	64	687
10	604	48	198	64	914
20	847	54	264	85	1250

Tabla 104. T.P.D.A. UTILIZANDO TASAS DE CRECIMIENTO VEHÍCULAR.

Elaborado por: Avellaneda Carina – Samaniego José.

Tráfico Atraído:

Es aquel atraído desde otras carreteras o medios de transporte, una vez que la vía mejorada entre en servicio, en razón de ahorros de tiempo, distancia de costos. Para nuestro proyecto utilizaremos el 10 % del tráfico que circula por la carretera.

$$\text{Tráfico atraído} = \text{T.P.D.A. actual} \times 10 \%$$

PERIODO	LIVIANOS	BUSES	2DB	3-A	TOTAL
0	43	4	15	6	68
10	60	5	20	6	91
20	85	5	26	9	125

Tabla 105. TRÁFICO ATRAÍDO.

Elaborado por: Avellaneda Carina – Samaniego José.

Tráfico Generado:

El tráfico generado está constituido por aquel número de viajes que se efectuarán solo si las mejoras propuestas ocurren, y lo constituyen: viajes que no se efectuaron anteriormente, viajes que se realizaron anteriormente a través de unidades de transporte público, viajes que se efectuaron anteriormente hacia otros destinos y con las nuevas facilidades han sido atraídos hacia la carretera propuesta.

Para nuestro proyecto utilizaremos el 20% del tráfico que circula por la carretera.

$$\text{Tráfico Generado} = 20\% \times \text{T.P.D.A. actual.}$$

PERIODO	LIVIANOS	BUSES	2DB	3-A	TOTAL
0	86	9	30	13	138
10	121	10	40	13	184
20	169	11	53	17	250

Tabla 106. TRÁFICO GENERADO.

Elaborado por: Avellaneda Carina – Samaniego José.

T.P.D.A. del proyecto:

El pronóstico del volumen y composición del tráfico se basa en el tráfico actual. Los diseños en el presente estudio se basan en una predicción del tráfico a 20 años lo cual nos permite tener las consideraciones del caso, para la realización de los diseños geométricos como para diseñar la estructura del pavimento.

$$\text{T.P.D.A. Proyecto} = \text{T.P.D.A. Futuro} + \text{Tráfico Atraído} + \text{Tráfico Generado}$$

PERIODO	LIVIANOS	BUSES	2DB	3-A	TOTAL
0	560	56	194	83	893
10	785	63	258	83	1189
20	1101	70	343	111	1625

Tabla 107. T.P.D.A. DEL PROYECTO.

Elaborado por: Avellaneda Carina – Samaniego José.

Mediante la determinación de T.P.D.A. del proyecto y tomando en cuenta la propuesta del diseño geométrico de los accesos al puente sobre la quebrada Quillán, determinamos que la clasificación de la vía es la siguiente:

$$\text{T.P.D.A. Proyecto} = 1.625 \text{ veh/día}$$

$$\text{VELOCIDAD DE DISEÑO} = 70 \text{ KPH (MONTAÑOSO)}$$

Determinación de la clase de vía:

Con los conteos de tráfico y su proyección al futuro obtendremos el T.P.D.A., proporcionándonos criterios para el diseño de las carreteras, de acuerdo a las normas de diseño geométrico del M.T.O.P. podemos clasificar a las vías de acuerdo a la siguiente Tabla:

Clasificación de carreteras en función del tráfico proyectado.	
Clase de carretera	Tráfico proyectado T.P.D.A.
R - I o R - II	más de 8.000
I	de 3.000 a 8.000
II	de 1.000 a 3.000
III	de 300 a 1.000
IV	de 100 a 300
V	menos de 100

El T.P.D.A. indicado es el volumen de tráfico promedio diario anual proyectado a 15 a 20 años. Cuando el pronóstico de tráfico para el año sobrepasa los 7.000 vehículos debe investigarse la posibilidad de construir una autopista. Para determinación de la capacidad de una carretera, cuando se efectúa el diseño definitivo, debe usarse tráfico en vehículos equivalentes.

Tabla 108. CLASIFICACIÓN DE CARRETERAS EN FUNCIÓN DEL T.P.D.A.

Fuente: Ministerio de Transporte y Obras Públicas 2002.

En el presente proyecto según el T.P.D.A. determinado anteriormente consideramos una carretera de **Clase II** ya que el Tráfico Promedio Diario Anual de la vía se encuentra entre los 1.000 a 3.000 vehículos/día.

De acuerdo a las normas de diseño del M.T.O.P. para el criterio de las bases de la estructura de la red vial del país del nuevo milenio, se presenta la relación entre la función jerarquía y la clasificación de las carreteras.

FUNCIÓN	CLASE DE CARRETERAS	T.P.D.A. (año final de diseño)
Corredor	RI - RII (2)	> 8.000
Arterial	I	3.000 - 8.000
	II	1.000 - 3.000
	III	300 - 1.000
Vecinal	IV	100 - 300
	V	< 100

Tabla 109. CLASIFICACIÓN DE LA FUNCIÓN DE LA CARRETERA DE ACUERDO AL T.P.D.A.

Fuente: Ministerio de Transporte y Obras Públicas 2002.

8.3.8 TRABAJOS TOPOGRÁFICOS.

Descripción Topográfica:

Topográficamente el área definida para el desarrollo del proyecto presenta un relieve regular con altitudes que van desde los 3.150 m.s.n.m. hasta los 3.111 m.s.n.m.; el proyecto de los accesos al puente sobre la quebrada Quillán, tiene una longitud de 761,92 m; éste inicia en el sector de Santa Ana de Saguan en las coordenadas de referencia (773.568,43 E, 9°818.053,06 N) y termina aproximadamente en las coordenadas de referencia (773.529,63 E, 9°817.748,44 N) en el sector de Bayopogyopamba.

Trabajos de campo:

Localización el Eje.- Mediante el centrado de las tangentes al centro del camino existente se realizó la localización del eje, se ha procurado que el diseño tenga características ajustadas a las normas establecidas por el M.T.O.P. en cuanto a requerimientos mínimos en el caso de ser necesario lo respecto al trazado horizontal y el vertical ha tenido que ser cuidadosamente realizado.

Una vez definidos los diseños tanto horizontal y vertical se procedió al replanteo del eje vial, utilizando equipos de precisión tales como G.P.S. estacionario y estación total, previa obtención de datos de replanteo establecidos en oficina, el abscisado se realizará cada 20 m. en tangentes y en curvas se marcarán puntos importantes necesarios para la adecuada implantación de datos en el campo.

Se colocaron marcas del abscisado en lo posible en cercas vivas o árboles para que el abscisado del camino pueda ser fácilmente localizado.

Nivelación Geométrica.- Para realizar la nivelación geométrica con ida y retorno, se colocaron hitos para la identificación de los puntos más importantes, antes de iniciar la nivelación esta fue enlazada a la red de control vertical del I.G.M. para poder disponer de cotas reales en lo que se refiere al diseño vertical.

Se realizaron comprobaciones mediante enlaces a la red de control vertical del I.G.M. a lo largo del camino, el resto de la nivelación además de realizar el retorno se aplicó el método del doble punto, a fin tener absoluta seguridad en la nivelación.

Referencias.- Se colocaron estacas de madera con una altura de 30 cm. en las intersecciones de tangentes **Pi** o punto de triangulación de curva; fuera de la vía se colocaron las referencias a fin de que no las destruyan y puedan ser ubicadas rápida y fácilmente.

8.3.9 DISEÑOS GEOMÉTRICOS.

Normas de Diseño:

Las normas que se utilizaron en el estudio del diseño de los accesos al puente sobre la quebrada Quillán, básicamente son las descritas en el Manual de Trazado Geométrico de Carreteras del Ministerio de Transporte y Obras Públicas.

Alternativa de Ruta Seleccionada:

La ruta que se ha elegido para el diseño de los accesos del puente sobre la quebrada Quillán, inicia en el sector de Santa Ana de Saguán en las coordenadas de referencia (773.568,43 E, 9'818.053,06 N) (abscisa de inicio 0+000) continua en el mismo camino en servicio hasta la abscisa 0+240 donde comienza el rediseño del acceso a la salida del puente en la abscisa 0+388,51 hasta la abscisa 0+410,85 donde termina e inicia el acceso de entrada al puente hasta la abscisa 0+540 donde termina, desde este punto se enlaza al camino existente hasta el sector de Bayopogyopamba donde finaliza el trazado en las coordenadas de referencia (773.529,63 E, 9'817.748,44 N) (abscisa final 0+761,92).



Ilustración 106. RUTA SELECCIONADA PARA EL DISEÑO Y TRAZADO DE LOS ACCESOS AL PUENTE SOBRE LA QUEBRADA QUILLÁN.

Elaborado por: Avellaneda Carina – Samaniego José.

Especificaciones de Diseño:

Aplicando las especificaciones que constan en el manual indicado, se ha tratado de escoger el orden adecuado de la vía según de volumen del tráfico, obteniendo una vía de *Clase II*; lo cual nos permite escoger los elementos geométricos tanto para el proyecto vertical como horizontal.

Las normas de diseño abarcan los siguientes elementos:

○ Valores básicos de diseño, tales como:

- Velocidad
- Radios mínimos
- Pendientes longitudinales
- Pendientes transversales
- Peraltes
- Curvas de transición.

○ Alineamiento horizontal.

○ Alineamiento vertical.

Valores Básicos de Diseño:

De acuerdo a las especificaciones técnicas indicadas y el T.P.D.A. los valores de diseño recomendados para vías de *Clase II* son los indicados en la (*Anexo 4*).

Alineamiento Horizontal:

En el alineamiento horizontal se trata de establecer un conjunto de alineaciones rectas llamadas tangentes sobre la faja topográfica, que poseen pendientes establecidas, las cuales se enlazan mediante curvas circulares o de transición, con la finalidad de poseer un diseño equilibrado que brinde seguridad al transitar a la velocidad de diseño establecida.

En un diseño en planta, se consideran todos los elementos de diseño que garanticen la estabilidad de los vehículos que circulen por la misma a la velocidad de diseño, estos son: velocidad de diseño, velocidad de circulación, ancho de calzada, pendientes longitudinales y transversales, radios mínimos de curvatura, condiciones de visibilidad, peraltes y sobre anchos.

En busca de proporcionar obras de larga duración se recomienda utilizar un pavimento flexible para la carpeta de rodadura; en base a lo recomendado por las normas del M.T.O.P.

Velocidad de Diseño:

La velocidad de diseño que se escoge para diseñar la vía, se caracteriza por ser la máxima velocidad de circulación de vehículos en condiciones de seguridad; una vez seleccionada la velocidad de diseño, todos los elementos deberán relacionarse con ella para obtener un diseño equilibrado.

Se deberá tomar en cuenta para escoger la velocidad de diseño las siguientes consideraciones:

- Tipo de terreno.
- Orden de vía.
- Volumen de tráfico.

CLASE II					
1.000 – 3.000 T.P.D.A.					
RECOMENDABLE			ABSOLUTA		
LL	O	M	LL	O	M
100	90	70	90	80	50

Tabla 110. VELOCIDADES DE DISEÑO PARA VÍAS DE CLASE II.

Fuente: Ministerio de Transporte y Obras Públicas 2002.

La velocidad de diseño de nuestro proyecto será de 70 K.P.H.

Velocidad de Circulación:

Llamada también velocidad de operación vehicular, es aquella que lleva un vehículo en un tramo específico de carretera, se obtiene de la división entre la distancia recorrida por el vehículo y el tiempo empleado.

La velocidad de circulación según la A.A.S.H.T.O. (American Association of State Higways Officials) se la puede determinar mediante las siguientes expresiones, dependiendo del tráfico existente en el proyecto:

Para volúmenes de tráfico (T.P.D.A. < 3.000) se usará la siguiente ecuación:

$$V_c = 1,32 \times V_d^{0,89}$$

En donde:

V_c = Velocidad de circulación, expresada en kilómetros por hora.

V_d = Velocidad de diseño, expresada en kilómetros por hora.

Como el proyecto presenta un tráfico comprendido en el rango de (1.000 – 3.000 T.P.D.A.), aplicamos la ecuación anterior:

$$V_c = 1,32 \times (70)^{0,89} = 47,90 \text{ K.P.H.} \cong 50,00 \text{ K.P.H.}$$

Donde se obtiene que la velocidad de circulación para el proyecto será de 50 K.P.H.

Curvas Horizontales:

Son la proyección sobre un plano horizontal de las rectas que unen las curvas, estas se pueden clasificar en curvas circulares o de transición, se las utiliza dependiendo de la necesidad de diseño.

Curvas Circulares:

Entre dos tangentes consecutivas en la configuración del alineamiento horizontal se hace indispensable intercalar un arco de una curva circular, que proporcionan el correspondiente cambio direccional al diseño vial, para la utilización de las curvas se tomará en cuenta las normas vigentes.

Las curvas circulares pueden ser simples, compuestas o reversas, la curva circular simple es la más utilizada, tanto las curvas compuestas y reversas se usa en casos especiales, en donde las bondades de la curva circular simple no puedan satisfacer las necesidades del diseño.

Radio Mínimo de Curvatura:

El radio mínimo de curvatura es el menor valor que puede tener el radio de una curva horizontal, que posibilita la circulación de los vehículos con seguridad, a una velocidad de diseño dada.

El radio mínimo de la curva circular se debe fijar, para asegurar que exista suficiente visibilidad y evitar el deslizamiento transversal. Se determinará mediante la ecuación:

$$R = \frac{V^2}{127 \times (e + f)}$$

Dónde:

R = Radio mínimo de la curvatura

V = Velocidad del proyecto

e = Peralte

f = Coeficiente de fricción transversal de acuerdo a la ecuación:

$$f = -0,000626 \times V + 0,19$$

Siendo inversa la relación entre el radio y el peralte, es obvio que el valor del radio mínimo corresponde al máximo valor del peralte. De acuerdo a estas consideraciones se presenta un cuadro de acuerdo a la velocidad de diseño y valores límites del peralte y coeficiente de fricción. El M.T.O.P. presenta un cuadro para determinar el radio mínimo de curvatura de acuerdo a la clase de camino que se tenga.

CLASE II					
1.000 – 3.000 T.P.D.A.					
RECOMENDABLE			ABSOLUTA		
LL	O	M	LL	O	M
350	275	160	275	210	75

Tabla 111. RADIOS MÍNIMOS DE CURVATURA PARA VÍAS CLASE II.

Fuente: Ministerio de Transporte y Obras Públicas 2002.

Los radios mínimos se deben utilizar cuando las condiciones de diseño son críticas, como en nuestro caso, debido a que la topografía de la zona en estudio es bastante irregular.

Tangente Intermedia Mínima:

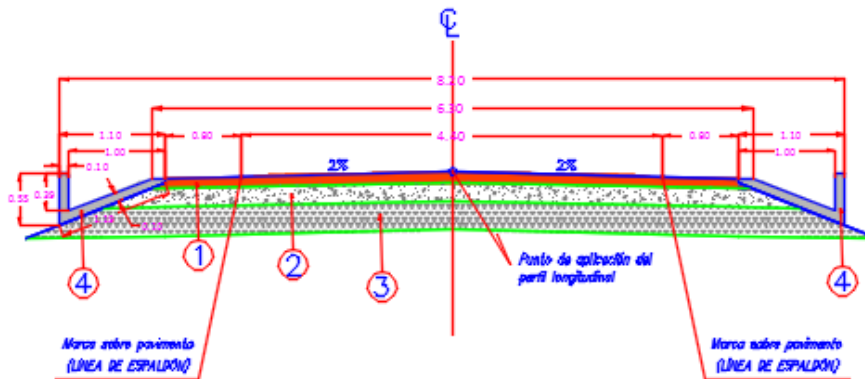
Si se presentan condiciones críticas en el diseño geométrico para unir curvas horizontales consecutivas se utiliza la tangente intermedia con una longitud mínima, permitiendo adaptar el proyecto a las condiciones topográficas en la zona y condiciones de seguridad para que el vehículo que termina de circular en una curva se estabilice totalmente antes de entrar a la siguiente curva. La longitud de esta tangente es de 2 a 3 veces la longitud del vehículo tipo, en nuestro caso es de 20.00 metros.

Sección Transversal Tipo:

La sección transversal tipo es un corte transversal del plano horizontal define elementos del camino y su disposición con relación al terreno, que además de la calzada también se encuentran los espaldones y cunetas las secciones típicas que constan en los planos (*Anexo 5g*), describen y regulan la construcción de una carretera.

SECCIÓN TÍPICA PROPUESTA

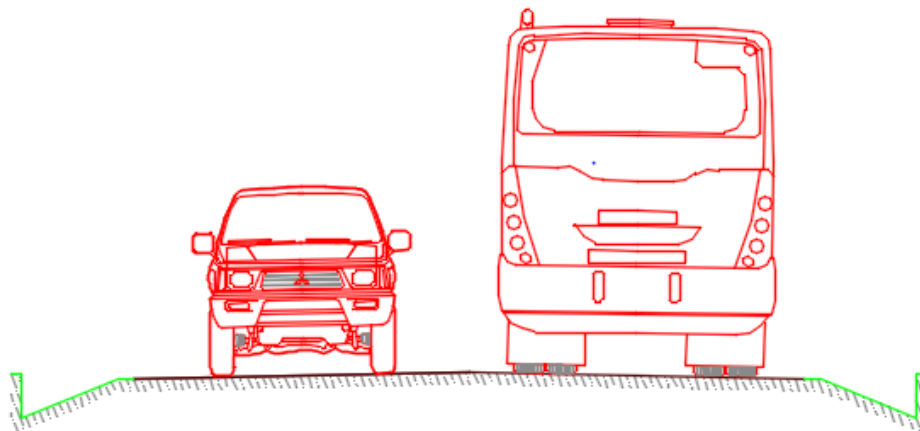
Escala: 1:50



- ① Capa de Rodadura (C.R.A.) e = 5 cm
- ② Capa de Base (B) e = 10 cm
- ③ Capa de Sub-base (S.B.) e = 15 cm
- ④ Cuneta

Ilustración 107. SECCIÓN TÍPICA.

Elaborado por: Avellaneda Carina – Samaniego José.



SECCIÓN TÍPICA ILUSTRATIVA

Ilustración 108. SECCIÓN TÍPICA ILUSTRATIVA.

Elaborado por: Avellaneda Carina – Samaniego José.

Sección Transversal.- Comprende el ancho de la vía y cunetas.

Obra Básica.- Comprende a más de la sección transversal el talud de corte y relleno.

Calzada.- Es el sector de la sección transversal del camino destinada a la circulación de los diferentes vehículos que ocupen la vía.

Cunetas.- Es una parte de la sección transversal que sirve para recoger las aguas lluvias que cae sobre la calzada para luego poderlas conducir a un sitio de desfogue.

Eje del Camino.- Es la línea media construida en la calzada.

Línea de Rasante.- Es el nivel en donde debe quedar el eje de la vía una vez terminada la construcción incluida el pavimento de la calzada.

Línea de Subrasante.- Es el nivel al cual deben llegar las obras de tierra en condiciones de recibir el pavimento.

Pendientes Transversales:

A la pendiente transversal se la denomina también bombeo, es la pendiente que se da a cada lado de la rasante de la vía para facilitar el escurrimiento de las aguas lluvias depende del tipo de superficie de rodadura en el siguiente cuadro propuesto por el M.T.O.P. se puede apreciar varios valores de bombeo.

TIPOS DE SUPERFICIE DE RODADURA		BOMBEO (%)
MUY BUENO	Superficie con cemento hidráulico, asfáltico tendido con extendedora mecánica	1,00 a 2,00
BUENO	Superficie con mezcla asfáltica tendida con motoconformadora carpeta de riego	1,50 a 3,00
REGULAR A MALA	Superficie de tierra o grava	2,00 a 4,00

Tabla 112. TIPO DE SUPERFICIE DE RODADURA.

Fuente: Ministerio de Transporte y Obras Públicas 2002.

En nuestro proyecto utilizaremos un bombeo del 2,00 %

Peraltes:

Peralte es una pendiente transversal adicional que se coloca en la sección transversal de la vía, en tramos de curvas horizontales, su función es proporcionar estabilidad al vehículo sin que se produzca volcamiento, puesto que está afectado por la acción de la fuerza centrífuga; esto se logra gracias a sobre elevar el carril exterior de la calzada y por efecto del peso propio del vehículo permanece estable, gracias al coeficiente de fricción transversal.

Bajo estas condiciones el radio de curvatura queda en función del peralte y el factor de fricción lateral, el peralte varía desde 0 a un valor máximo de 10 % en forma inversamente proporcional al radio de curvatura. Por lo tanto al valor del radio mínimo le corresponde el peralte máximo.

En este proyecto se utilizan peraltes máximos del 12,00 %.

Empíricamente se ha determinado que **f** varía desde 0,16 a 0,40 según las normas A.S.S.H.T.O. el valor de **f** para peralte se obtiene de:

$$f = 0,19 - 0,000626 \times V$$

En un análisis teórico se debe plantear la forma en que la fuerza centrífuga varía el valor cero (alineación recta) al valor **f** (curva de radio **R**) para lo que se establece una distancia **L** en la que el vehículo circula con una velocidad constante **V**, durante un tiempo **T**, tiempo necesario para variar el valor de la fuerza centrífuga de cero a **F**.

$$L_C = 0,036 \times \frac{V^3}{R}$$

Dónde:

L_C = Longitud de transición en metros.

V = Velocidad de diseño (K.P.H.).

R = Radio (m).

Cuando **e máx.** = 10% (peralte máximo).

$$L_c = 0,036 \times \frac{(70)^3}{160} = 77,175 \text{ m} \cong 80 \text{ m}$$

Sobreanchos:

Se debe dar un ancho adicional a la sección curva conocida como sobreancho, con esto se evita que el conductor invada el carril contrario y se da una mejor condición de operación de los vehículos. Si un automotor pasa a través de una curva, el ancho de la sección transversal que ocupa es mayor que aquel que cuando circula en tangente.

Las normas de diseño del M.T.O.P. recomiendan calcular el sobreancho con las siguientes expresiones.

$$E = A_c - A_t$$

$$A_c = 2(H + L) + F + Z$$

En donde:

E = Ensanchamiento de la curva de los carriles, expresado en metros.

A_c = Ancho total necesario para la curva expresado en metros.

A_t = Ancho del pavimento en **Tg**, expresado en metros.

H = Ancho de la huella de un vehículo; entre casos extremos de las llantas expresado en metros.

L = Ancho libre para cada vehículo; se asume $0,60 \leq L \leq 0,90$ m

F = Ancho adicional requerido en la curva para la parte de la carrocería del vehículo que sobresale a un lado de la llanta delantera, expresado en metros.

Z = Ancho adicional necesario en las curvas para la maniobra del vehículo expresado en metros.

Para poder calcular los elementos indicados se utiliza las siguientes fórmulas:

$$H = R + 2,60 - (R^2 - 37)^{\frac{1}{2}}$$

$$F = (R^2 + 16)^{\frac{1}{2}} - R$$

$$Z = \frac{V}{9,50} \times R^{\frac{1}{2}}$$

En donde:

R = Radio de la curva en metros.

V = Velocidad de diseño en K.P.H.

De acuerdo a las fórmulas descritas se ha elaborado un cuadro de resumen el mismo que se refiere al caso en particular:

RADIO (m)	SOBREANCHO (m)
20	1,00
30	0,85
40	0,80
50	0,75
60	0,70
70	0,60
80	0,58
90	0,55
100	0,50
120	0,45
140	0,38
150	0,35
200	0,30
250	S/Sobreeancho

Tabla 113. SOBREENCHOS.

Elaborado por: Avellaneda Carina – Samaniego José.

Alineamiento Vertical:

Existen dos clases de curvas verticales las cóncavas y las convexas y el diseño de estas debe ser realizado de tal manera que aseguren la distancia de visibilidad para que exista un tránsito vehicular fluido, cómodo y seguro. El alineamiento vertical, se compone de tramos rectos con gradientes, unidos por curvas verticales.

En el diseño vertical se toma en cuenta la misma información que se tiene en el proyecto horizontal, es decir: la velocidad de diseño, la topografía predominante y especialmente el perfil longitudinal del terreno obtenido del plano horizontal.

Gradientes de Diseño:

Las gradientes de diseño que se toman en un proyecto vial dependen del tipo de topografía del terreno por donde ira el trazado y de la clase de vía o camino a diseñar.

El Ministerio de Transportes y Obras Públicas (M.T.O.P.) establece normas y especificaciones de diseño para caminos y carreteras en nuestro país de las cuales debemos tomar muy en cuenta para la toma de valores que están tabulados en cuadros, procurando establecer gradientes máximas y mínimas, a fin de no limitar la velocidad ni el flujo de los vehículos en especial de los pesados, pero a su vez se establecerá una buena pendiente para el drenaje del camino o vía.

Longitud Crítica de Pendiente:

Es la máxima longitud que podemos colocar en el proyecto con pendiente positiva y en su máximo valor permitido, siendo su valor aquel que permita que un camión cargado recorra esa distancia con una razonable disminución de velocidad y sin producir interferencia al tráfico. La longitud crítica de gradiente es variable de acuerdo con la disminución de velocidad del vehículo que circula cuesta arriba; esto es, a menor reducción de la velocidad se tiene una mayor longitud crítica de gradiente. En el proyecto se utilizará la fórmula para determinar la longitud crítica de gradiente.

$$G\% = \frac{240}{(Lgc)^{0,705}}$$

Según especificaciones la gradiente y longitud máxima varían de acuerdo a los siguientes valores:

Longitud de 1.000 m. para gradientes del 8 – 10 %

Longitud de 800 m. para gradientes del 10 – 12 %

Longitud de 500 m. para gradientes del 12 – 14 %

Gradiente Longitudinal Máxima.

Es la mayor pendiente que se permite en el proyecto y se empleará cuando justifique los intereses desde el punto de vista económico.

En el diseño vial se denominan pendientes altas aquellas que se aproximan a valor máximo, su uso será siempre restringido, solo para los casos en los cuales no tengamos otra alternativa de diseño porque no se puede utilizar este pendiente en cualquier longitud, sin embargo las dificultades del terreno hacen susceptible su empleo con cierta frecuencia.

Gradientes Mínimas.

Gradiente mínima es la que se fijará para el drenaje. Siendo la mínima gradiente utilizada del 0,50 %, para garantizar el buen funcionamiento de las cunetas.

Curvas Verticales.

Estos elementos enlazan las tangentes, el tipo de curva vertical más utilizada en el perfil de una vía es una parábola simple que se aproxima a una curva circular debido a que se adaptan con mayor facilidad a la transición o cambio gradual de una pendiente a otra, por tener la inclinación de la tangente una variación constante.

Existen dos tipos de curvas verticales, las convexas y las cóncavas.

Curvas Verticales Convexas.- En el diseño de las curvas verticales convexas predomina el factor de distancia de visibilidad de parada y rebasamiento, así como seguridad y comodidad en el tráfico. Existe formulas simplificadas para el cálculo de la longitud de la curva con la siguiente expresión:

$$L_{CV} = K \times A$$

Dónde:

L_{CV} = Longitud de curva vertical.

A = Diferencia algébrica de gradientes.

K = Factor para la determinación de la longitud, específico para curvas convexas.

Utilizamos el valor de K de 2 como valor mínimo.

Curvas Verticales Cóncavas.- En este tipo de curvas el diseño de la longitud está basado en la distancia de alcance de los rayos de luz de los faros de un vehículo sea aproximadamente igual a la distancia de visibilidad de parada.

Para el cálculo se utilizó la formula simplificada con la siguiente expresión:

$$L_{CV} = K \times A$$

Dónde:

L_{CV} = Longitud de curva vertical.

A = Diferencia algébrica de gradientes.

K = Factor para la determinación de la longitud, específico para curvas convexas.

Utilizamos el valor de K de 3 como valor mínimo.

$$L_{MÍN} = 0,70 \times V \rightarrow \text{Es decir} \rightarrow 0,70 \times 70,00 = 49,00 \text{ m}$$

Asumiremos una longitud mínima de 50,00 metros.

Presentamos un cuadro resumen de la longitud mínima en función de la velocidad de diseño.

LONGITUDES MÍNIMAS DE CURVAS VERTICALES CÓNCAVAS Y CONVEXAS						
VELOCIDAD DE DISEÑO (Km /h)	30	40	50	60	70	80
LONGITUD MÍNIMA	20	25	30	35	43	50

Tabla 114. LONGITUDES MÍNIMAS DE CURVAS VERTICALES.

Elaborado por: Avellaneda Carina – Samaniego José.

Para el diseño de los accesos del puente sobre la quebrada Quillán se tomaron las normas establecidas por el Ministerio de Transportes y Obras Publicas del Ecuador en la tabla de Valores recomendados para carreteras de dos carriles y caminos vecinales de construcción.

8.3.10 DISEÑO DE OBRAS DE ARTE MENOR.

Antecedentes:

Es indispensable la hidrología e hidráulica de la zona en la evaluación de las obras de arte menor existentes, para el nuevo mejoramiento del sistema de drenaje vial. Básicamente en este capítulo nos enmarcaremos en determinar los caudales de diseño, los que deberán ser captados, conducidos, y evacuados por el sistema de drenaje diseñado.

Cartografía y Topografía:

Para obtener la cartografía y la topografía de la zona se utilizó la carta topográfica digitalizada de la provincia de Chimborazo emitida por el Instituto Geográfico Militar (I.G.M.) (escala de 1:50.000), además se tiene la faja topográfica (escala 1:1.000) levantada en campo, que abarca toda el área de influencia del proyecto vial.

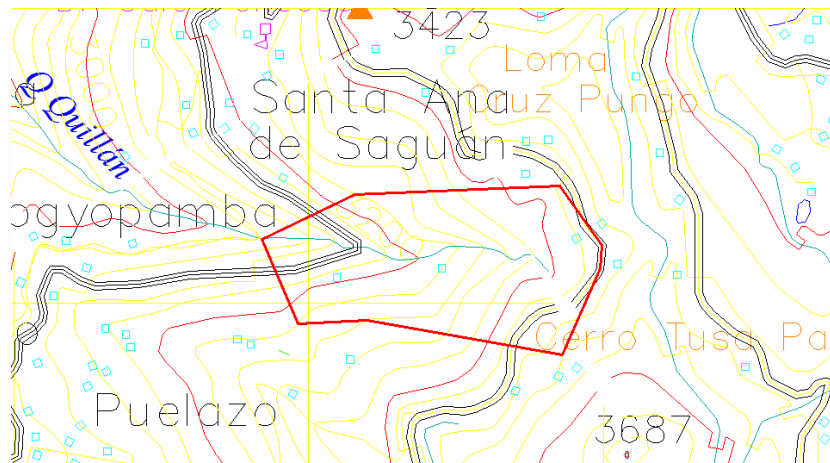


Ilustración 109. CARTA TOPOGRÁFICA DE LA ZONA.

Fuente: Instituto Geográfico Militar (I.G.M.).

Bioclima y ecología:

Para el proyecto se cuenta con datos medios de lluvias mensuales de la estación M0133 Guaslan en el año 2001. Las máximas precipitaciones se presentan en el mes de abril con un 16 % de las lluvias anuales, mientras que las mínimas precipitaciones se presentan en el mes de marzo con un valor de 3 % de las lluvias anuales respectivamente. La precipitación se ubica en el orden de los 621,70 mm por año. Se cuenta con datos de temperatura de la estación M0133 Guaslan en el año 2001. La temperatura de la zona oscila entre los 24° y 3,50 °C. Existe una variación notable de temperatura a lo largo del año, la temperatura media anual es 13, 75 °C.

Hidrología:

En el proyecto se realizó un análisis hidrológico de la única quebrada que se encuentra en la zona del proyecto vial que es la quebrada Quillán.

Evaluación y diagnóstico del sistema de drenaje vial existente:

Actualmente los accesos al puente sobre la quebrada Quillán, no cuentan con ningún tipo de estructura de evacuación de aguas lluvias.

Calculo del caudal:

En ausencia de series de datos de caudales máximos instantáneos y considerando las áreas aportantes, la determinación de los caudales de crecida para las obras de drenaje menor se realizó utilizando la fórmula racional; cuya expresión general está dada por:

$$Q = \frac{C \times I \times A}{360}$$

Coefficiente de Escorrentía (C):

La selección del valor del coeficiente de escorrentía deberá sustentarse en considerar los efectos de:

- Características de la superficie
- Tipo de área urbana o rural
- Pendiente del terreno
- Condición futura dentro del horizonte de vida del proyecto
- Porosidad del subsuelo, almacenamiento por depresiones del terreno

El coeficiente de escorrentía para el caso de áreas de drenaje con condiciones heterogéneas será estimado como un promedio ponderado de los diferentes coeficientes correspondientes a cada tipo de cobertura vegetal. La tabla que a continuación se presenta puede usarse para la determinación de los coeficientes de escorrentía **C**, para la ecuación racional.

COBERTURA VEGETAL	TIPO DE SUELO	PENDIENTE DEL TERRENO				
		PRONUNCIACIÓN > 30 %	ALTA 20 %	MEDIANA 5 %	SUAVE 1 %	DESPRECIACIÓN < 1 %
SIN VEGETACIÓN	IMPERMEABLE	0,80	0,75	0,70	0,65	0,6
	SEMIPERMEABLE	0,70	0,65	0,60	0,55	0,5
	PERMEABLE	0,50	0,45	0,40	0,35	0,3
CULTIVOS	IMPERMEABLE	0,70	0,65	0,60	0,55	0,5
	SEMIPERMEABLE	0,60	0,55	0,50	0,45	0,4
	PERMEABLE	0,40	0,35	0,30	0,25	0,2
PASTOS, VEGETACIÓN LIGERA	IMPERMEABLE	0,65	0,60	0,55	0,5	0,45
	SEMIPERMEABLE	0,55	0,50	0,55	0,40	0,35
	PERMEABLE	0,35	0,3	0,25	0,2	0,15

HIERBA, GRAMA	IMPERMEABLE	0,60	0,55	0,50	0,45	0,4
	SEMIPERMEABLE	0,50	0,45	0,40	0,35	0,3
	PERMEABLE	0,30	0,25	0,20	0,15	0,1
BOSQUES, DENSE VEGETACIÓN	IMPERMEABLE	0,55	0,50	0,45	0,40	0,35
	SEMIPERMEABLE	0,45	0,40	0,35	0,30	0,25
	PERMEABLE	0,25	0,20	0,15	0,10	0,05

Tabla 115. COEFICIENTE DE ESCORRENTÍA “C”.

En el presente estudio, por las características presentes en las cuencas se adoptará un valor de $C = 0,30$.

Tiempo de duración de la precipitación

Se determina el llamado tiempo de concentración mediante la fórmula de Kirpich:

Dónde:

T_c = Tiempo de concentración en minutos.

L = Longitud del cauce principal en metros.

H = Desnivel medio de la cuenca en metros.

Intensidad de Precipitación (I)

Los datos meteorológicos, necesarios para el cálculo de las crecidas, consisten en las intensidades de diseño para diferentes periodos de retorno, considerando duraciones del mismo orden de magnitud que los tiempos de concentración de la subcuenca. El cálculo se efectuó a partir de las intensidades obtenidas de las curvas Intensidad - Duración - Frecuencia elaboradas con la ecuación de Intensidades Máximas (ZONA 33), sobre la base de los datos generados por el Estudio de Lluvias Intensas publicado por el Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (I.N.A.M.H.I.) en 1999. Las curvas I.D.F. obtenidas se presentan en el *Gráfico 11*.

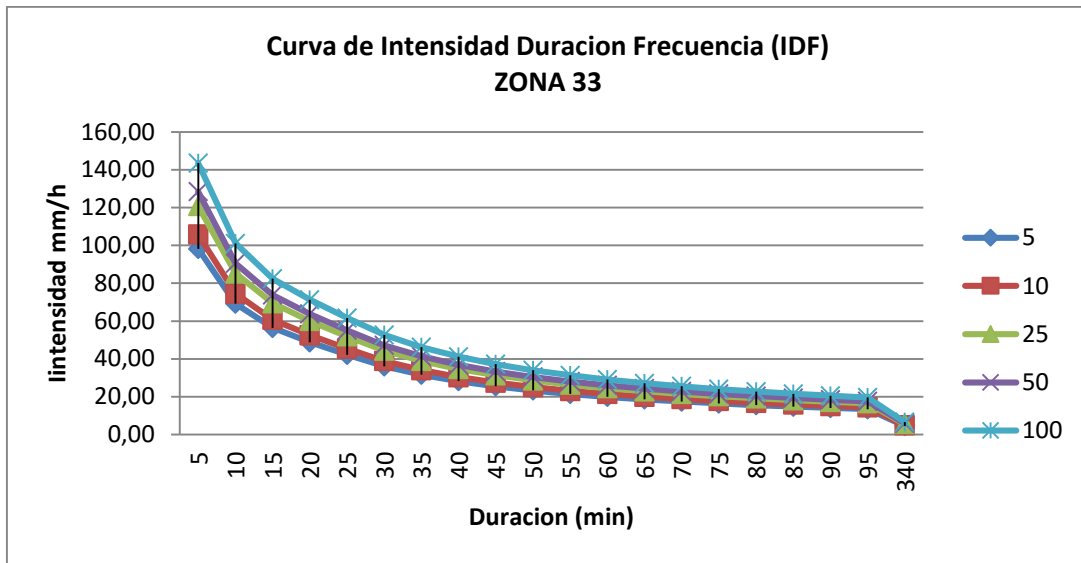


Gráfico 11. CURVA DE INTENSIDAD DURACIÓN DE FRECUENCIA I.D.F. Y ZONA 33.

Fuente: Intensidad de lluvia zona 33 según zonificación del I.N.A.M.H.I.

$$I_{dTR} = 170,39 \times t^{-0,5052} \times I_{24TR} \text{ para } t > 5 \text{ min} < 23 \text{ min}$$

$$I_{dTR} = 515,76 \times t^{-0,5052} \times I_{24TR} \text{ para } t > 23 \text{ min} < 1.440 \text{ min}$$

TIEMPO t_c (minutos)	PERIODO DE RETORNO (años)				
	5	10	25	50	100
5	98,24	105,79	120,91	128,46	143,57
10	69,21	74,54	85,19	90,51	101,16
15	56,39	60,73	69,41	73,74	82,42
20	48,76	52,52	60,02	63,77	71,27
25	43,57	46,92	53,62	56,97	63,67
30	39,73	42,79	48,90	51,96	58,07
35	36,76	39,58	45,24	48,07	53,72
40	34,36	37,00	42,29	44,93	50,22
45	32,37	34,86	39,84	42,33	47,31
50	30,70	33,06	37,78	40,14	44,86
55	21,42	23,06	26,36	28,00	31,30
60	19,87	21,40	24,46	25,99	29,04
65	18,55	19,98	22,83	24,26	27,11
70	17,41	18,75	21,42	22,76	25,44
75	16,40	17,67	20,19	21,45	23,98
80	15,52	16,71	19,10	20,29	22,68

85	14,73	15,86	18,13	19,26	21,53
90	14,03	15,10	17,26	18,34	20,50
95	13,39	14,42	16,48	17,51	19,57
100	12,81	13,80	15,77	16,75	18,72

Tabla 116. INTENSIDADES DE LLUVIA EN VARIOS PERIODOS DE RETORNO.

Elaborado por: Avellaneda Carina – Samaniego José.

Período de retorno (T):

El sistema menor de drenaje deberá ser diseñado para un periodo de retorno mínimo de 10 años. El periodo de retorno está en función de la importancia económica.

En nuestro caso el sistema de drenaje deberá ser diseñado para un periodo de retorno de 25 años.

Áreas de Aportación:

Debe determinarse el tamaño y la forma de la cuenca o sub-cuenca bajo consideración utilizando mapas topográficos actualizados. Los intervalos entre las curvas de nivel deben ser lo suficiente para poder distinguir la dirección del flujo superficial.

Las áreas de drenaje se pueden medir sobre las cartas topográficas editadas por el I.G.M., en nuestro proyecto tenemos la carta topográfica de la provincia de Chimborazo a escala 1:50.000.

Subdrenes:

Estos elementos sirven para sitios especiales con exceso de humedad. No se encuentra en esta vía. Durante las inspecciones de campo no se detectaron obras de subdrenaje. Es suficiente con la construcción de cunetas a los dos lados.

Cunetas laterales:

La cuneta recomendada es de forma triangular de 0,40 m. de profundidad y de 1,00 m. de ancho (ver *Ilustración 93*), revestida con hormigón simple de $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$.

Las cunetas se colocarán a ambos lados de los accesos, es decir, aproximadamente 739,42 m. de cada lado.

Estas estructuras tienen como misión fundamental la de coleccionar y conducir la escorrentía superficial producto de la precipitación pluvial, la cual procede desde la calzada y taludes de corte adyacentes, adoptándose las dimensiones y características señaladas en las secciones típicas propuestas de la vía para una longitud determinada en dependencia del caudal transportado.

La cuneta propuesta puede descargar en el sitio más desfavorable un caudal de hasta $0,31 \text{ m}^3/\text{s}$.

Para la obtención de caudales se utiliza el método racional con un coeficiente de escorrentía C equivalente a 0,50 correspondiente a un período de retomo de 10 años y duración de aguacero de 10 minutos, el mismo que se encuentra detallado en el cuadro de caudales representativos.

El caudal en el tramo crítico de cuneta es:

$$Q = \frac{C \times I \times A}{360}$$

$$Q = 0,31 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$$

$Q.\text{calculado} < Q.\text{de la cuneta propuesta.}$

$$0,31 \frac{\text{m}^3}{\text{s}} < 0,40 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$$

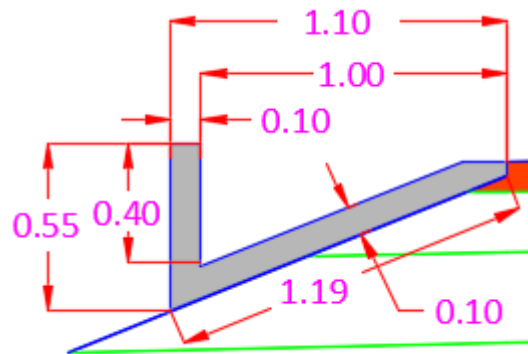


Ilustración 110. CUNETA TIPO.

Elaborado por: Avellaneda Carina – Samaniego José.

Debido a que la capacidad hidráulica de la sección adoptada depende de sus dimensiones y gradiente longitudinal, en el siguiente gráfico adjunto se presenta la máxima longitud a la que teóricamente es posible descargar el escurrimiento superficial conducido por la cuneta lateral para una pendiente longitudinal determinada y velocidad máxima admisible (3.00 m/s).

8.3.11 DISEÑO DE PAVIMENTO.

Concepción de la estructura del pavimento:

La definición de la estructura del pavimento se fundamenta en el Método de Diseño de la A.A.S.H.T.O. 1993, factores de tipo ambiental, básicamente relacionada con los niveles de precipitación, el tráfico, la humedad relativa, estabilidad de las geoformas superficiales y estabilidad de la capa de rodadura ante los agentes atmosféricos y naturales.

Del análisis de estos parámetros, el pavimento será del tipo flexible, constituido por una *carpeta asfáltica* con mezcla elaborada en caliente, *base granular clase 4* y *subbase granular clase 3* para la longitud total de los accesos al puente.

La capa de mejoramiento existente en la vía, no se toma en cuenta en el diseño del pavimento, por cuanto en el diseño vertical se producirán cambios en los que esta capa será retirada.

La finalidad de este estudio es diseñar una estructura de *pavimento flexible*, conformado por diferentes capas de material granular seleccionado, con una capa de rodadura de concreto asfáltico en caliente mezclado en planta, las mismas que deberán tener el suficiente espesor con la finalidad de absorber las cargas de tráfico previstas.

Concepto de pavimento flexible:

Llamamos pavimento a toda la estructura que descansa sobre la sub rasante y que se halla formado por diferentes capas: sub-base, base, capa de rodamiento. El espesor de estas capas depende de la capacidad portante del terreno de fundación o llamada sub rasante.

Los parámetros que se deben considerar para el diseño de pavimentos son, tráfico y sus cargas (ejes equivalentes). Las características de la sub rasante, los materiales a utilizarse en la construcción del pavimento y las condiciones climáticas y ambientales de la zona del proyecto.

Tráfico diario inicial y tráfico futuro:

Los datos se tomaron del estudio del tráfico, descrito en el capítulo IV (*Estudio de Tráfico y Proyección Vehicular*); se diseñarán los accesos para un periodo de 20 años.

RESMEN CÁLCULO T.P.D.A. PROYECTO		VEHÍCULO TIPO				TOTAL
		LIVIANOS	BUSES	2DB	3-A	
<i>TRÁFICO FUTURO 0 AÑOS</i>		431	43	149	64	623
TRÁFICO ATRAÍDO	10,00 %	43	4	15	6	62
TRÁFICO GENERADO	20,00 %	86	9	30	13	125
T.P.D.A. PROYECTO 0 AÑOS		560	56	194	83	893
<i>TRÁFICO FUTURO 10 AÑOS</i>		604	48	198	64	850
TRÁFICO ATRAÍDO	10,00 %	60	5	20	6	85
TRÁFICO GENERADO	20,00 %	121	10	40	13	171
T.P.D.A. PROYECTO 10 AÑOS		785	63	258	83	1.189
<i>TRÁFICO FUTURO 20 AÑOS</i>		847	54	264	85	1.165

TRÁFICO ATRAIDO	10,00 %	85	5	26	9	116
TRÁFICO GENERADO	20,00 %	169	11	53	17	233
T.P.D.A. PROYECTO 20 AÑOS		1.101	70	343	111	1.625

Tabla 117. T.P.D.A. QUEBRADA QUILLÁN.

Elaborado por: Avellaneda Carina – Samaniego José.

PERIODO	LIVIANOS	BUSES	2DB	3-A	TOTAL
0	560	56	194	83	893
10	785	63	258	83	1.189
20	1.101	70	343	111	1.625

Tabla 118. T.P.D.A. DEL PROYECTO DE DISEÑO DE LOS ACCESOS DEL PUENTE SOBRE LA QUEBRADA QUILLÁN.

Elaborado por: Avellaneda Carina – Samaniego José.

TIPO	T.P.D.A. INICIAL	%	T.P.D.A. FINAL
2DB	263	70,51	333
3-A	110	29,49	106
TOTAL	373	100,00	439

Tabla 119. EQUIVALENCIA DEL TRÁFICO EN PORCENTAJE.

Elaborado por: Avellaneda Carina – Samaniego José.

Suelo de fundación o sub rasante y sus características:

Otro de los parámetros que se analiza dentro del diseño de pavimentos es el *suelo de fundación* o llamado *sub rasante*, que es el suelo natural encontrado en el proyecto, y sobre el cual va la estructura del pavimento.

Depende de la calidad de la subrasante, para que los espesores de las distintas capas de la estructura tengan determinado espesor, a mejor calidad de la subrasante las capas de la estructura tendrán menor valor. Para ello se debe tomar en campo datos de C.B.R. (California Bearing Ratio) de la subrasante.

Con los datos de laboratorio de C.B.R. tomados, se realiza un diagrama de frecuencias, y se obtendrá un valor de C.B.R. de diseño, y por correlación el módulo de resiliencia de la subrasante.

Se determinó el valor de C.B.R. de diseño el cual es del 8 %. El siguiente paso es la determinación del *módulo de resiliencia* el cual se realiza mediante las correlaciones con el C.B.R. con la siguiente expresión:

Resistencia del suelo de fundación:

$$\text{Si } C.B.R. < 10 \% = M_r(P.S.I.) = 1.900 \times (C.B.R.)^{0,70}$$

$$\text{Si } C.B.R. \geq 10 \% = M_r(P.S.I.) = 2.555 \times (C.B.R.)^{0,64}$$

Para el valor de C.B.R. 8 % tenemos un modulo de resiliencia de la subrasante de 8.145,478 P.S.I.

Materiales empleados y sus características:

Los materiales a emplearse, nos proporcionan datos principalmente para obtener los coeficientes estructurales de los materiales de subbase, base y carpeta asfáltica, los cuales son uno de los parámetros para el diseño y determinación del espesor de las capas de la estructura.

Característica del medio ambiente:

Al ser el agua el mayor peligro para la estructura vial, se considerará a este factor, como uno de los factores principales que no deberá permanecer en la estructura, tanto el agua superficial como la subterránea deberá ser captada, conducida y evacuada. Para ello el método de diseño considera un factor de drenaje.

Este coeficiente de drenaje está en función del tiempo que el agua permanece en la estructura y el tiempo que esta tarda en drenar; se asigna un coeficiente de drenaje, de acuerdo a las características de los materiales en función del tiempo de drenaje, este coeficiente se lo representa como “m”, el cual también interviene en el cálculo del número estructural.

Diseño de pavimentos flexibles utilizando el método A.A.S.H.T.O. 93:

En la propuesta que se presenta el pavimento será del tipo flexible, constituido por una carpeta de mezcla asfáltica en caliente y preparada en planta, base granular y subbase granular para la longitud total de los accesos.

Para determinar los espesores de las capas de pavimento se utiliza el método de diseño de la A.A.S.H.T.O. utilizando la siguiente expresión:

$$\text{Log}W_{18} = Z_R \times S_O + 9,36 \times \log(SN - 1) - 0,20 \frac{\log \left[\frac{\Delta P.S.I.}{4,20 - 1,50} \right]}{0,40 + \frac{1094}{(SN + 1)^{5,19}}} + 2,32 \times \log M_R - 8,07$$

Dónde:

W_{18} = Número previsto de ejes equivalentes de 18 Kip (18.000 lb).

Z_R = Nivel de confiabilidad R en la curva de distribución normalizada.

S_O = Desviación estándar general.

$\Delta P.S.I.$ = Diferencia entre el índice de servicio inicial y final).

M_R = Módulo de resiliencia de la subrasante.

SN = Número estructural indicativo del pavimento.

Cargas de diseño:

De acuerdo a la metodología empleada para el diseño de pavimentos se utilizan únicamente las cargas de los vehículos pesados.


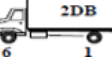
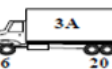

TIPO	DISTRIBUCIÓN MÁXIMA DE CARGA POR EJE	DESCRIPCIÓN	PESO BRUTO VEHICULAR P.B.V. (Ton)	PESO VEHICULO VACIO (Promedio)	LONGITUDES MAXIMAS PERMITIDAS (m)		
					LARGO	ANCHO	ALTO
2DA		Camión de 2 ejes medianos	10,00	4,00	7,50	2,60	3,50
2DB		Camión de 2 ejes grandes	18,00	7,00	12,00	2,60	4,10
3-A		Camión de 3 ejes (tándem posterior)	26,00	11,00	12,20	2,60	4,10
4-C		Camión de 4 ejes (tridem posterior)	30,00	12,00	12,20	2,60	4,10

Tabla 120. PESOS Y DIMENSIONES MÁXIMAS PERMITIDAS.

Fuente: Ministerio de Transporte y Obras Públicas 2002.

Ejes equivalentes:

Los pavimentos se proyectan para que resistan determinado número de cargas durante su vida útil. El tránsito está compuesto por vehículos de diferente peso y número de ejes, y a los efectos de cálculo, se los transforma en un número equivalente de ejes tipo de 80 K.N. con el nombre de E.S.A.L.s. (Carga de eje simple equivalente). Las diferentes cargas actuantes sobre un pavimento producen diferentes tensiones y deformaciones en el mismo, además, diferentes espesores de pavimentos y materiales responden de diferente manera a una misma carga.

Debido a esta diferente respuesta en el pavimento, las fallas serán distintas según la intensidad de la carga y las características del pavimento. Para tener en cuenta esta diferencia, el tránsito es reducido a un número equivalente de ejes de una determinada carga que producirá el mismo daño que toda la composición de tránsito. Esta carga tipo A.A.S.H.T.O. es de 80 K.N. la conversión se hace a través de los factores equivalentes de carga.

De acuerdo con esto el valor de tráfico futuro proyectado a 20 años, deberá ser transformado a un número establecido de ejes equivalentes, los cuales serán afectados primeramente por el factor de daño que causa cada tipo de vehículo, posterior a ello, se deberá afectar por los coeficientes o factores de distribución por dirección y distribución por carril.

Para esto, cada vehículo tiene un factor de daño como se indica a continuación, Cabe indicar que para el diseño de pavimentos solamente se tomara los vehículos tipo buses y pesados, desechando los livianos.

Factor de carga equivalente de 8,20 toneladas:

$$Fss(\text{eje simple}) = \left(\frac{Lss}{6,60}\right)^4$$

$$Fsd(\text{eje doble}) = \left(\frac{Lss}{8,20}\right)^4$$

$$Fss(\text{eje tandem}) = \left(\frac{Lt}{15,00}\right)^4$$

$$Fss(\text{eje tridem}) = \left(\frac{Ltr}{23,00}\right)^4$$

TIPO	C TOTAL (Ton)	C x EJE (Ton)	%	F.C.E. x EJE
2DB	18	6	70,04	0,48
		12		3,21
3A	26	6	29,96	0,20
		20		0,95
			FCE	4,84

Tabla 121. EJES EQUIVALENTES.

Elaborado por: Avellaneda Carina – Samaniego José.

Para los factores de distribución por carril y por dirección ya se ha tomado como una vía Clase II, nuestro T.P.D.A. es de 1.625 veh/día, la cual tendrá dos sentidos y un carril por cada sentido.

FACTOR DE DISTRIBUCIÓN POR DIRECCIÓN	
Nº de carriles en ambas direcciones	LD
2	0,50
4	0,45
6 o más	0,40

Tabla 122. FACTOR DE DISTRIBUCIÓN POR DIRECCIÓN.

Fuente: Guía para el diseño de estructuras de pavimento A.S.H.T.O. 93.

FACTOR DE DISTRIBUCIÓN POR CARRIL	
Nº de carriles en una sola dirección	LC
2	0,80 - 1,00
4	0,60 - 0,80
6 o más	0,50 - 0,75

Tabla 123. FACTOR DE DISTRIBUCIÓN POR CARRIL.

Fuente: Guía para el diseño de estructuras de pavimento A.S.H.T.O. 93.

Para el proyecto emplearemos:

Factor de distribución por dirección igual a 0,50 = F_d

Factor de distribución por carril igual a 0,80 = F_c

Cálculo del número de ejes de 8,20 toneladas:

$$N_{(8,20\text{ Ton})} = \left[\frac{T.P.D.A.INICIAL + T.P.D.A.FINAL}{2} \right] \times 365 \times F_d \times F_c \times n \times F.C.E.$$

Resultados:

DATOS	
T.P.D.A. INICIAL	267
T.P.D.A. FINAL	439
FD	0,50
FC	0,80
n	20
FCE	4,84
N (8,20 Ton)	6'878.673,151

Tabla 124. CALCULO DE NÚMEROS DE EJES DE 8,20 TONELADAS.

Elaborado por: Avellaneda Carina – Samaniego José.

Nivel de confiabilidad (Zr).

El nivel de confiabilidad es un factor de seguridad, en el cual se considera: el tipo de vía y la zona donde se desarrolla.

CLASE DE VÍA	CONFIABILIDAD	
	ZONA URBANA	ZONA RURAL
Rutas interestatales autopistas	85,00 – 99,90	80,00 – 99,90
Arterias principales	80,00 – 99,00	75,00 – 99,00
Colectoras	80,00 – 95,00	75,00 – 95,00
Locales	50,00 – 80,00	50,00 – 80,00

Tabla 125. CONFIABILIDAD EN FUNCIÓN DE LA CLASE DE VÍA.

Fuente: Guía para el diseño de estructuras de pavimento A.S.H.T.O. 93.

Seleccionado el valor de confiabilidad, que para este caso será de 70,00 %, por tratarse de una vía local; ingresamos este valor a la *Tabla 117* para obtener la desviación estándar que es – 0,524.

DESVIACIÓN ESTÁNDAR	
60,00	- 0,253
70,00	- 0,524
75,00	- 0,674
80,00	- 0,841
85,00	- 1,037
90,00	- 1,282
95,00	- 1,645
98,00	- 2,054
99,00	- 2,327
99,99	- 3,090

Tabla 126. VALORES DE LA DESVIACIÓN ESTÁNDAR.

Fuente: Guía para el diseño de estructuras de pavimento A.S.H.T.O. 93.

Desviaciones estándar (S_0):

Se recomienda utilizar valores que van desde 0,35 – 0,40, para pavimentos flexibles y construcciones nuevas, por lo que se asume el valor de 0,40.

Índice de servicio (P.S.I.):

Está relacionado con la capacidad de la estructura vial para servir al volumen y composición del tráfico para el cual fue diseñado, varía desde valores de 5 y 0, siendo 5 el valor máximo es decir condiciones perfectas y 0 condiciones pésimas.

En éste caso se consideró los valores:

- Índice de servicio inicial $\rightarrow P_o = 4,20$
- Índice de servicio final $\rightarrow P_f = 2,00$
- Diferencia entre inicial y final.

$$\Delta P.S.I. = P_o - P_f$$

$$\Delta P.S.I. = 2,20$$

Módulo de resiliencia de la subrasante:

Como se indicó, se obtiene de correlaciones con valores de C.B.R. de diseño.

$$M_r = 1900 \times (C.B.R.)^{0,70} \rightarrow (P.S.I.) C.B.R. < 10 \%$$

$$M_r = 2555 \times (C.B.R.)^{0,64} \rightarrow (P.S.I.) C.B.R. \geq 10 \%$$

Para nuestro caso con un C.B.R. de diseño es de 8 %, nuestro módulo de resiliencia de la subrasante será de 8145.478 P.S.I.

$$C.B.R. < 10 \% \rightarrow M_r(P.S.I.) = 1900 \times (C.B.R.)^{0,70} = 8.145,4783$$

Número estructural:

El número estructural, es el producto de una ecuación anteriormente descrita, y es la representación de la resistencia estructural de un pavimento con relación al valor soportante del suelo expresado en el módulo de resiliencia, índice de servicio, cargas equivalentes entre otros parámetros.

Para éste proyecto se utilizó el programa Ecuación AASHTO 93.

The screenshot shows the 'Ecuación AASHTO 93' software interface. The window title is 'Ecuación AASHTO 93'. The interface is divided into several sections:

- Tipo de Pavimento:** Radio buttons for 'Pavimento flexible' (selected) and 'Pavimento rígido'.
- Confiabilidad (R) y Desviación estándar (So):** A dropdown menu and a text box for 'So' with the value 0.40.
- Serviciabilidad inicial y final:** Text boxes for 'PSI inicial' (4.20) and 'PSI final' (2).
- Módulo resiliente de la subrasante:** Text box for 'Mr' (8145.4783 psi).
- Información adicional para pavimentos rígidos:** Four empty text boxes for 'Módulo de elasticidad del concreto - Ec (psi)', 'Módulo de rotura del concreto - Sc (psi)', 'Coeficiente de transmisión de carga - (J)', and 'Coeficiente de drenaje - (Cd)'.
- Tipo de Análisis:** Radio buttons for 'Calcular SN' (selected) and 'Calcular W18'. A text box shows 'W18 = 5227673'.
- Número Estructural:** A text box shows 'SN = 3.64'.
- Buttons:** 'Calcular' and 'Salir' buttons at the bottom.

Ilustración 111. CALCULO DEL NÚMERO ESTRUCTURAL MEDIANTE EL PROGRAMA Ecuación AASHTO 93.

Fuente: Ecuación A.A.S.H.T.O. 1993. Programa de cálculo.

Obteniendo mediante este programa un valor de *número estructural* de $SN = 3,64$ para el proyecto.

Transformación del número estructural a espesores de capas:

La finalidad del estudio de pavimentos, es convertir al número estructural requerido en espesores de cada capa de la estructura del pavimento.

Coefficientes estructurales de capa (A_i):

Capacidad relativa de un material de espesor unitario para que funcione como un componente estructural del pavimento o es la indicación de la contribución estructural de un material a la estructura del pavimento.

COEFICIENTE DE CAPAS (CM) PARA EL DISEÑO DE PAVIEMENTOS FLEXIBLES (MÉTODO A.A.S.H.T.O. 93)		
CLASE DE MATERIAL	NORMAS	COEFICIENTE (CM)
Capa de superficie:		
Concreto asfáltico	Estabilidad de Marshall 1.000 – 1.800 L.B.S.	0,134 – 0,173
Arena asfáltica	Estabilidad de Marshall 500 – 600 L.B.S.	0,079 – 0,118
Carpeta bituminosa mezclada en el camino	Estabilidad de Marshall 300 – 600 L.B.S.	0,059 – 0,098
Capa de base:		
Agregados triturados graduados uniformemente	P.I. 0 – 4, C.B.R. > 100 %	0,047 – 0,056
Grava graduada uniformemente	P.I. 0 – 4, C.B.R. > 30 - 60 %	0,028 – 0,051
Concreto asfáltico	Estabilidad de Marshall 1.000 – 1.600 L.B.S.	0,098 – 0,138
Arena asfáltica	Estabilidad de Marshall 500 – 600 L.B.S.	0,059 – 0,098
Agregado asfáltico estabilizado con cemento	Resistencia a la compresión 28 – 46 Kg/cm ²	0,079 – 0,139
Agregado asfáltico estabilizado con cal	Resistencia a la compresión 7 Kg/cm ²	0,089 – 0,119
Suelo - cemento	Resistencia a la compresión 18 – 32 Kg/cm ²	0,047 – 0,079
Capa de sub – base:		
Arena – grava, graduada uniformemente	P.I. 0 – 6, C.B.R. > 30 %	0,032 – 0,043

Suelo - cemento	Resistencia a la compresión 18 – 22 Kg/cm ²	0,025 – 0,071
Suelo - cal	Resistencia a la compresión 8 Kg/cm ²	0,059 – 0,071
Mejoramiento de subrasante:		
Arena o suelo seleccionado	P.I. 0 – 10	0,020 – 0,025
Suelo con cal	3 % mínimo de cal en peso de los suelos	0,028 – 0,029
Tratamiento de subrasante:		
Triple riego		* 0,40
Doble riego		* 0,25
Simple riego		* 0,15
* Usar estos valores para los diferentes tipos de tratamientos bituminosos, sin calcular espesores.		

Tabla 127. COEFICIENTES (CM) DE CAPA DE PAVIMENTOS.

Fuente: Guía para el diseño de estructuras de pavimento A.A.S.H.T.O. 93.

Ajustan los coeficientes estructurales de materiales no tratados para tomar en cuenta los efectos de drenaje en el desempeño de los pavimentos en función de:

- Calidad del drenaje.
- Tiempo de saturación.

Calidad del drenaje	Porcentaje de tiempo con la estructura expuesta a niveles de humedad próximos a la saturación			
	Menor 1%	1 - 5%	5 - 25%	Mayor 25%
Excelente	1,40 - 1,35	1,35 - 1,30	1,30 - 1,20	1,20
Bueno	1,35 - 1,25	1,25 - 1,15	1,15 - 1,00	1,00
Regular	1,25 - 1,15	1,15 - 1,05	1,00 - 0,80	0,80
Pobre	1,15 - 1,05	1,05 - 0,80	0,80 - 0,60	0,60
Muy pobre	1,05 - 0,95	0,95 - 0,75	0,75 - 0,40	0,40

Tabla 128. COEFICIENTES DE DRENAJE RECOMENDADOS POR LA A.A.S.H.T.O.

Fuente: Guía para el diseño de estructuras de pavimento A.S.H.T.O. 93.

Para nuestro proyecto se utilizó un valor de $m_2 = 0,80$ y $m_3 = 0,80$.

Para la transformación del número estructural a espesores de capas tenemos la siguiente expresión:

$$SN = a_1 \times D_1 + a_2 \times D_2 \times m_2 + a_3 \times D_3 \times m_3$$

Dónde:

a_i = Coeficiente de la capa i.

D_i = Espesor de la capa i.

m_i = Coeficiente de drenaje de la capa i.

Es así que obtenemos los siguientes datos: *PARA 20 AÑOS*:

DATOS	
$SN =$	3,64
$a1 =$	0,14
$a2 =$	0,045
$a3 =$	0,071
$m2 =$	1,00
$m3 =$	0,80

Tabla 129. DATOS UTILIZADOS PARA CÁLCULO DE LA ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO.

Elaborado por: Avellaneda Carina – Samaniego José.

Aplicando la ecuación para determinar espesores de pavimentos tenemos:

$$NE = a_1 \times D_1 + a_2 \times D_2 \times m_2 + a_3 \times D_3 \times m_3$$

Dónde:

NE = Número estructural.

a_1, a_2, a_3 = Coeficientes estructurales.

m_2, m_3 = Coeficientes de drenaje.

$D_1 + a_2 \times D_2 \times m_2 + a_3 \times D_3 \times m_3$ = Espesores de las distintas capas.

Los espesores tomados para la estructura del pavimento en el proyecto serán de:

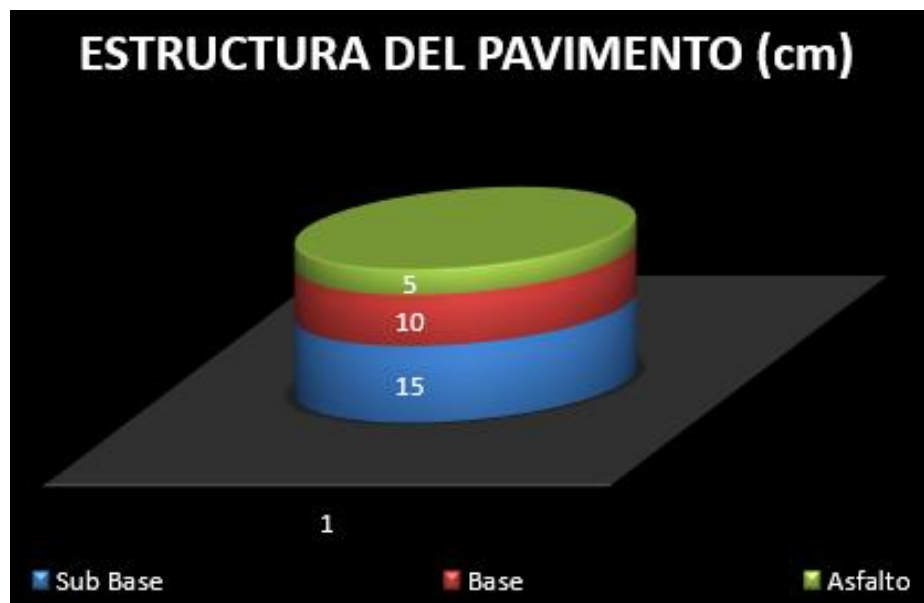


Gráfico 12. ESPEORES DE CAPA DE PAVIMENTO.

Elaborado por: Avellaneda Carina – Samaniego José.

8.3.12 DISEÑO DE LA SEÑALIZACIÓN VIAL.

Introducción:

Las normas reguladoras de tránsito y la responsabilidad de los usuarios de la vía componen el principal punto en la seguridad vial. Sin una organización por parte del estado y sin la moderación de las conductas humanas (particulares o colectivas) no es posible lograr un óptimo resultado.

Las señales de tránsito deben ser efectivas o estar convenientemente iluminadas, a fin de garantizar su visibilidad en las horas de oscuridad. Otro aspecto importante a tener en cuenta es el diseño de las señales, de tal forma que la combinación de sus dimensiones, colores, forma, composición y visibilidad, llamen apropiadamente la atención del conductor, de manera que reciba el mensaje en forma clara, a fin de que pueda dar una respuesta inmediata. Otro aspecto importante por considerar es el mantenimiento de las señales de tránsito, con énfasis preferencial en su limpieza, de manera que sea legible en todo tiempo y así garantizar su eficiente operación.

El reemplazo oportuno de estas señales que por circunstancias del tráfico sufren deterioros, roturas y otros desperfectos debe efectuarse de inmediato, para el cumplimiento de su misión de ordenamiento y control de la circulación vial.

En conclusión, se puede establecer que la correcta señalización de una carretera, garantiza el tránsito vehicular en forma normal, sin riesgos ni accidentes, salvo que persista la imprudencia de algún conductor, que haga caso omiso a las señales colocadas en la calzada.

Señalización:

Luego de que las obras de mejoramiento hayan terminado, se colocará rotulación permanente con pintura reflectante y anticorrosiva, que cumpla con las normas de tránsito, turismo o cuidado del ambiente.

Los temas a los que se referirá la señalización para esta vía pueden ser identificados dentro de la siguiente clasificación:

General: Se refiere a la señalización sobre poblados y sitios de referencia, servicios públicos y turísticos, etc.

Vial: Velocidad límite, curvas, altas pendientes, estrechamientos, cruces de vías, resaltos, etc. Dependiendo del contenido, será clasificada como reglamentaria o preventiva.

Seguridad: Identificará áreas de riesgo de derrumbes, aluviones, abismos, alta accidentalidad, etc. Estas podrán ser del tipo reglamentario o preventivo según los estándares de señalización del M.T.O.P. siguiendo las especificaciones de la norma.

Protección ecológica: Identificará ríos, sitios de valor ecológico y sitios ambientales frágiles que requieran especial atención para la protección de cobertura vegetal y la fauna nativa, cruces de ganado, etc.

Promoverá normas de respeto al ambiente, en especial aquellas relacionadas con el manejo apropiado de desechos y la higiene en general, y estará dirigida tanto a los moradores de la zona como para los usuarios de la vía.

Señales preventivas:

Las señales de prevención tienen por objeto, advertir a los usuarios de la vía, la existencia de una condición peligrosa y la naturaleza de ésta. Se identifican por el código **P** seguido por un número, deberán ser de forma cuadrada de 75 cm de lado y serán colocadas con la diagonal correspondiente en forma vertical. Tendrán un fondo amarillo, figuras y bordes negros.

Señales Reglamentarias:

Este tipo de señales tienen por objeto indicar a los usuarios las limitaciones, prohibiciones o restricciones sobre el uso.

Estas señales se identifican por el código general **R** seguido por un número, deberán tener forma circular de 75 cm de diámetro, con fondo blanco, figuras negras y con borde rojo, con excepción de la señal “*PARE*” que es octogonal con fondo rojo y letras blancas y la de “*CEDA EL PASO*” que será triangular y de borde rojo.

Señales Informativas:

Las señales de información guían al usuario de la vía, dándole la información necesaria, en lo que se refiere a la identificación de localidades, destinos, direcciones, sitios de interés especial, intersecciones, prestación de servicios personales, etc. Estas señales se identifican con el código general *I* seguidas de un número de identificación.

Codificación de señales:

El sistema de codificación utilizado en el presente estudio comprende lo siguiente:

Una letra de identificación de la señal que se usa convenientemente si se trata de señales reglamentarias, preventivas, informativas, etc. Como se indica más adelante.

Un número que indica la serie o grupo de señales.

Un número de la señal dentro de la serie o grupo.

Las letras *D* o *I* cuando la señal tiene un significado direccional.

Una letra que indica el tamaño de la señal (por ejemplo: *A*, *B*, *C*, etc. Siendo *A* la señal más pequeña, *B* el siguiente tamaño, etc.)

Ejemplo:

R2 – 6 (D) o (I) [A] → Indica una señal de regulación en la serie direccional *R2*; la señal es la sexta dentro de la serie, es la más pequeña y tiene un significado direccional.

Letras de identificación:

Las letras de identificación usadas son las siguientes:

R = Señales reglamentarias

P = Señales preventivas

I = Señales informativas

T = Señales y dispositivos para trabajos en la vía y propósitos especiales

D = Otros dispositivos de control

Formas de las señales:

Existen formas definidas para indicar o alertar a los usuarios sobre las limitaciones, peligros y demás existentes en la vía. Las formas que se utilizarán serán las siguientes:

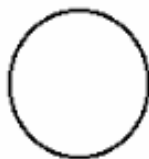
Octógono: Se reserva exclusivamente para la señal de PARE.



Rectángulo: El rectángulo con el eje más largo vertical se usa generalmente para señales reglamentarias diferentes de aquellas para las que se prescribe una forma específica.



Círculo: Se usa para señales reglamentarias asociadas con la seguridad peatonal, y señales de mano.



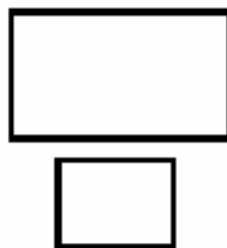
Rombo: Se usa para señales preventivas.



Triángulo preventivo equilátero: Con el vértice hacia arriba se reserva exclusivamente para ciertas señales preventivas.



Rectángulo: Este rectángulo tiene el eje horizontal más largo y se usa para señales de guía e información, señales para obras en las vías y propósitos especiales, así como placas suplementarias para señales preventivas.



Color de las señales:

Los colores normalizados utilizados en las señales son los que se indican a continuación:

Rojo: Se usa como color de fondo en las señales de pare, señales de autovía relacionadas con movimientos de flujo prohibidos y reducción de velocidad, señales especiales de peligro.

Se usa también como un color de leyenda en señales de prohibición de estacionamiento; como un color de borde en triángulos preventivos; como un color asociado con símbolos o ciertas señales de regulación.

Negro: Se usa como color de leyenda para las señales que tienen fondo blanco, amarillo o naranja, marcas de peligro, marcas de ancho, tableros de vistas e intersecciones en *T* y ciertas señales adicionales.

Blanco: Se usa como color de fondo para las señales reglamentarias, señales de flecha y de nomenclatura de calles, como un color de leyendas, símbolos y otras en las señales que tienen fondo verde, azul, negro, rojo o café.

Amarillo: Se usa como un color de fondo para señales preventivas.

Naranja: Se usa como color de fondo para señales y dispositivos para trabajos en las vías y propósitos especiales.

Verde normal: Se usa como color de fondo para la mayoría de las señales informativas.

Azul: Se usa como un color de fondo para marcas de jurisdicción vial, señales informativas de servicio y reglamentarias como pasos obligados, turismo, entre otros.

La ubicación longitudinal y transversal de las señales para el control del tránsito han sido diseñados de acuerdo a los Manuales de Procedimientos para Señalización y Seguridad Vial del M.T.O.P. e I.N.E.N., es así que, para este estudio, la señalización se la ha dividido en dos grupos:

- Señalización vertical.
- Señalización horizontal.

○ **Señalización vertical:**

Las señales verticales son tableros fijados en postes o estructuras que contienen símbolos y leyendas cuyo objeto es prevenir a los conductores sobre la existencia de peligros y su naturaleza, además de indicar determinadas restricciones que limiten sus movimientos y finalmente proporcionar información necesaria para facilitar su viaje.

Tanto en nuestro país como en el resto del mundo la señalización vertical se encuentra uniformizada y clasificada en tres tipos: preventivas, reglamentarias o restrictivas e informativas.

Ubicación lateral de las señales:

Todas las señales se colocarán al lado derecho de la vía, considerando el sentido de circulación del tránsito, en forma tal que el plano frontal de la señal y el eje de la vía forme un ángulo comprendido entre 85° y 90° para que su visibilidad sea óptima al usuario. En caso de que la visibilidad al lado derecho no sea completa, debe colocarse una señal adicional a la izquierda de la vía.

En carreteras, la distancia de la señal medida desde su extremo interior hasta el borde del pavimento, deberá estar comprendida entre 1,80 m y 3,60 m. En las zonas urbanas serán instaladas de tal forma que la distancia de la señal medida desde su extremo más sobresaliente hasta el borde del andén no sea menor de 0,30 m.

Para las señales elevadas los soportes verticales que sostienen la señal, se instalarán a una distancia mínima desde el borde exterior de la berma, o de la cara exterior del sardinel, en el caso de existir éste, de 1,80 m en zonas urbanas y de 2,20 m en carretera.

Cuando se proyecten soportes verticales intermedios, estos pueden localizarse en un separador siempre y cuando su ancho sea suficiente para que el soporte vertical deje distancias laterales no menores de 0,60 m.

Ubicación longitudinal:

En la sección correspondiente a cada una de las clases de señales verticales, se definen los criterios para la colocación de éstas a lo largo de las vías.

En condiciones especiales, en donde no exista la distancia suficiente que permita colocar dos señales verticales individuales separadas, se podrán adosar dos tableros de señales verticales en un solo poste.

En este caso, la distancia mínima será el equivalente, en metros (m), a la velocidad de operación de la vía en kilómetros por hora (Km/h), por ejemplo: distancia (m) 30 velocidad de operación (Km/h) 30, distancia (m) 80 Velocidad de operación (Km/h) 80. En vías con aceras, para evitar obstrucciones a los peatones, la altura libre de la señal no debe ser menor a 2,00 m desde la superficie de la acera hasta el borde inferior de la señal o 2,20 m para reducir la interferencia que pueden ocasionar vehículos estacionados.

Cuando no hay que tomar en cuenta a peatones ni a vehículos estacionados, como por ejemplo al colocar señales sobre una isla de tránsito o parterre, puede utilizarse la altura de 1,50 m que se usa en zonas rurales.

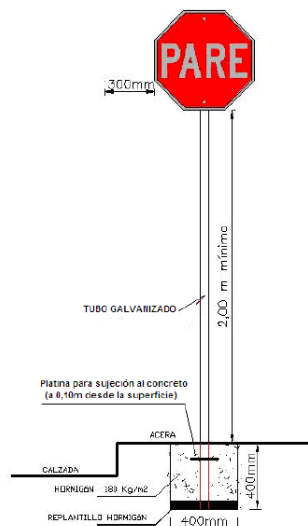


Ilustración 112. UBICACIÓN LONGITUDINAL DE LAS SEÑALES VERTICALES.

Fuente: Norma I.N.E.N. 004 Señalización vial, parte 1. [Señalización vertical].

Ubicación local de las señales:

Rural.- La altura de la señal medida desde su extremo inferior, hasta la cota del borde del pavimento, no será menor de 1,50 m. La distancia de la señal medida desde su extremo interior, hasta el borde del pavimento, estará comprendida entre 1,80 m y 3,60 m.

Urbano.- La altura de la señal medida desde su extremo inferior, hasta la cota del borde de la acera, no será menor de 2,00 m. La distancia de la señal medida desde su extremo interior, hasta el borde de la acera, no será menor de 0,30 m.

Ubicación de las señales a lo largo de la vía:

Las señales preventivas se colocarán antes del riesgo que traten de prevenir a las siguientes distancias:

En zona urbana de 60 m. a 80 m.

Orientación:

Para evitar el deslumbramiento desde las superficies de las señales, estas deben ser orientadas con un ángulo de 5° y en dirección al tránsito que estas sirven; en alineamientos curvos, el ángulo de instalación debe ser determinado por el curso de aproximación del tránsito antes que por el filo de la vía en el punto donde la señal es colocada.

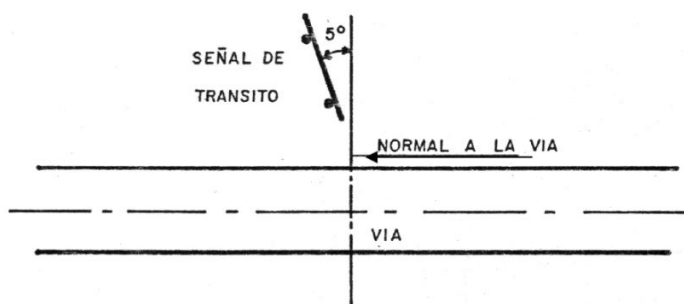


Ilustración 113. ORIENTACIÓN DE LAS SEÑALES VERTICALES RESPECTO A LA VÍA.

Fuente: Norma I.N.E.N. 004 Señalización vial, parte 1. [Señalización vertical].

○ **Señalización Horizontal:**

La señalización horizontal está constituida por marcas viales y delineadoras que tienen como función complementar las reglamentaciones o informaciones de otros dispositivos de tránsito o transmitir mensajes sin distraer la atención del conductor.

Las marcas viales deben hacerse mediante el uso de pintura, sin embargo, puede ser utilizado otro tipo de material, siempre que cumpla con las especificaciones de color y visibilidad en todo tiempo.

Líneas longitudinales:

Las líneas longitudinales se emplean para delimitar carriles y calzadas; para indicar zonas con y sin prohibición de adelantar y/o estacionar; para delimitar carriles de uso exclusivo de determinados tipos de vehículos, por ejemplo carriles exclusivos de bicicletas o buses.

Clasificación de líneas longitudinales:

Atendiendo al elemento de la vía que identifican, se clasifican en:

Clase I → Líneas de separación de flujos opuestos.

Clase II → Líneas de separación de carriles.

Clase III → Línea de continuidad.

Clase IV → Líneas de borde de calzada.

Clase V → Otras líneas

Colores:

Los colores de las señalizaciones de pavimento longitudinales deben ser conforme a los siguientes conceptos básicos:

A. Líneas amarillas definen:

- a. Separación de tráfico viajando en direcciones opuestas.
- b. Restricciones.
- c. Borde izquierdo de la vía (en caso de tener parterre)

B. Líneas blancas definen:

- a. La separación de flujos de tráfico en la misma dirección.
- b. Borde derecho de la vía.

C. Zonas de estacionamiento:

- a. Proximidad a un cruce cebra

Dimensiones:

Anchos y patrones de señalizaciones en pavimentos de las líneas longitudinales deben ser:

Una línea continua de color amarillo, prohíbe el cruce o rebasamiento.

El ancho mínimo de una línea es de 100 mm y máximo de 250 mm

Una línea doble consiste de dos líneas separadas por un espacio igual al ancho de la línea a utilizarse. Una línea doble indica restricciones especiales o máximas.

Una línea segmentada, consiste de segmentos pintados separados por espacios sin pintar; e indica una condición permisiva.

Las líneas segmentadas pueden ser adyacentes o pueden extender las líneas continuas.

Líneas de separación de flujos opuestos:

Serán siempre de color amarillo y se utilizan en calzadas bidireccionales para indicar donde se separan los flujos de circulación opuestos.

Se ubican generalmente en el centro de dichas calzadas; sin embargo, cuando la asignación de carriles para cada sentido de circulación es desigual, dicha ubicación no coincide con el eje central. Cuando existen juntas de construcción en la calzada, es conveniente desplazar levemente estas líneas para asegurar una mayor duración de las mismas.

El ancho de estas señalizaciones varía según el tipo de línea y la velocidad máxima permitida en la vía, como se detalla más adelante para cada tipo de línea.

Dada la importancia de esta línea en la seguridad del tránsito, ella debe señalizarse siempre en toda vía bidireccional cuya superficie lo permita y su calzada exceda los 6,00 m de ancho. Las líneas de separación de flujos opuestos pueden ser: simples y dobles; y además pueden ser continuas, segmentadas o mixtas.

Líneas segmentadas de separación de circulación opuesta:

Estas líneas deben de ser de color amarillo; pueden ser traspasadas con precaución y se emplean donde las características geométricas de la vía permitan el rebasamiento y los virajes.

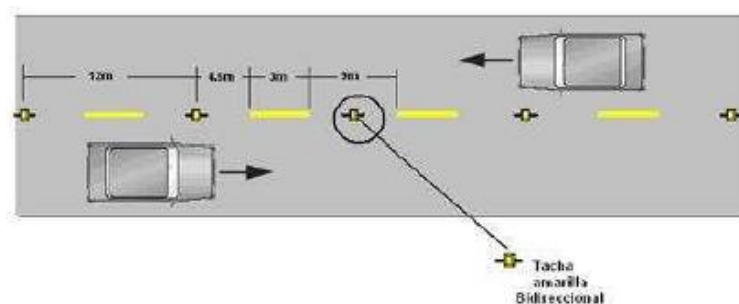


Ilustración 114. LÍNEAS SEGMENTADAS DE CIRCULACIÓN OPUESTA.

Fuente: Norma I.N.E.N. 004 Señalización vial, parte 2. [Señalización horizontal].

La tabla muestra la relación de la señalización de la línea de separación de circulación opuesta segmentada; mientras que la figura muestra las líneas segmentadas de separación de circulación opuesta.

VELOCIDAD MÁXIMA DE LA VÍA (Km/h)	ANCHO DE LA LÍNEA (mm)	PATRÓN (m)	RELACIÓN SEÑALIZACIÓN BRECHA
Menor o igual a 50	100	12,00	3 – 9
Mayor a 50	150	12,00	3 - 9

Tabla 130. SEÑALIZACIÓN LÍNEA DE SEPARACIÓN DE CIRCULACIÓN OPUESTA SEGMENTADA.

Fuente: Norma I.N.E.N. 004 Señalización vial, parte 2. [Señalización horizontal].

Patrón: Significa la distancia existente entre tacha y tacha.

Relación: Significa los segmentos pintados (3m) y sin pintar o de separación (9m).

Líneas de separación continuas dobles:

Estas líneas consisten en dos líneas amarillas paralelas, de un ancho de 100 mm con tachas a los costados, separadas por un espacio de 100 mm.

Se emplean en calzadas con doble sentido de tránsito, en donde la visibilidad en la vía se ve reducida por curvas, pendientes u otros, impidiendo efectuar rebasamientos o virajes a la izquierda en forma segura.

La señalización complementaria debe ser de color amarillo bidireccional e instalarse a los costados de líneas continuas manteniendo una distancia uniforme entre ellas.

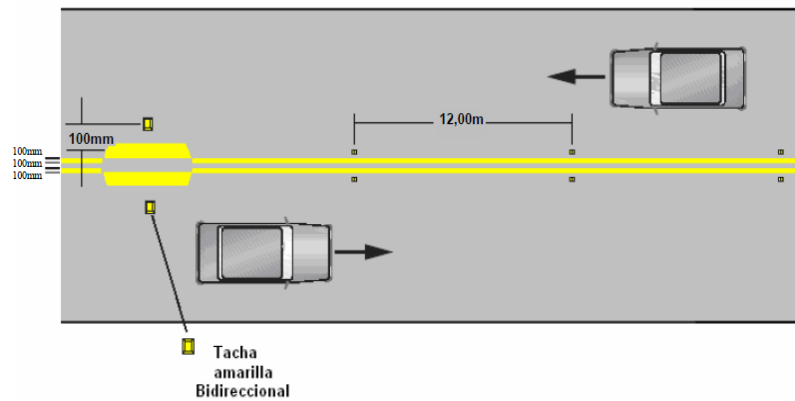


Ilustración 115. LÍNEAS DE SEPARACIÓN DE CIRCULACIÓN CONTINUÚAS DOBLES.

Fuente: Norma I.N.E.N. 004 Señalización vial, parte 2. [Señalización horizontal].

ANCHO (mm)	SEPARACIÓN ENTRE LÍNEAS (mm)
100	100
Tachas cada 12 m. a los costados de las líneas, con una distancia uniforme a cada lado	

Tabla 131. ESPACIAMIENTO ENTRE LÍNEAS DE SEPARACIÓN CONTINUAS DOBLES.

Fuente: Norma I.N.E.N. 004 Señalización vial, parte 2. [Señalización horizontal].

En el *Anexo 5g* se muestran las principales señales utilizadas en el proyecto.

LISTA DE SEÑALES POR ABCISAS DEL PROYECTO.

ABCISAS	LADO DE LA VÍA	TIPO	SEÑAL	DESCRIPCIÓN	DIMENSIONES (cm)
	DERECHO				
0+680	P1-4I	PREVENTIVA		CURVA Y CONTRA CURVA ABIERTA	60 x 60
0+660	R4-1B (50)	REGLAMENTARIA		VELOCIDAD MAXIMA	45 x 75
0+570	P6 - 6D	PREVENTIVA		ZONA DE DERRUMBES	60 x 60
0+530	R2 - I3	REGLAMENTARIA		NO REBASAR	45 x 45
0+490	P1-2I	PREVENTIVA		CURVA A LA IZQUIERDA	60 x 60
0+480	P4-1	PREVENTIVA		PUENTE	60 x 60
0+420	I1-C1I	INFORMATIVA		QUEBRADA QUILLAN	120 x 30
0+375	P1-2I	PREVENTIVA		CURVA A LA IZQUIERDA	60 x 60
0+370	P6 - 6D	PREVENTIVA		ZONA DE DERRUMBES	60 x 60
0+300	P1-4I	PREVENTIVA		CURVA Y CONTRA CURVA ABIERTA	60 x 60
0+210	A1 - 1AE	AMBIENTAL		INFORMACION DE CUIDADO AMBIENTAL	200 x 30










ABSCISA	LADO DE LA VÍA	TIPO	SEÑAL	DESCRIPCIÓN	DIMENSIONES (cm)
	IZQUIERDO				
0+005	P1-4I	PREVENTIVA		CURVA Y CONTRA CURVA ABIERTA	60 x 60
0+170	R4-1B (50)	REGLAMENTARIA		VELOCIDAD MAXIMA	45 x 75
0+210	R2 - I3	REGLAMENTARIA		NO REBASAR	45 x 45
0+275	P1-2D	PREVENTIVA		CURVA A LA DERECHA	60 x 60
0+290	P4-1	PREVENTIVA		PUENTE	60 x 60
0+380	I1-C2	INFORMATIVA		QUEBRADA QUILLAN	120 x 30
0+415	P1-2D	PREVENTIVA		CURVA A LA DERECHA	60 x 60
0+470	P1-4I	PREVENTIVA		CURVA Y CONTRA CURVA ABIERTA	60 x 60
0+750	A1 - 1AC	AMBIENTAL		INFORMACION DE CUIDADO AMBIENTAL	200 x 30

Tabla 132. SEÑALES DE ACUERDO AL ABSCISADO DEL PROYECTO.

Elaborado por: Avellaneda Carina – Samaniego José.

8.4 DESCRIPCIÓN DE LA PROPUESTA.

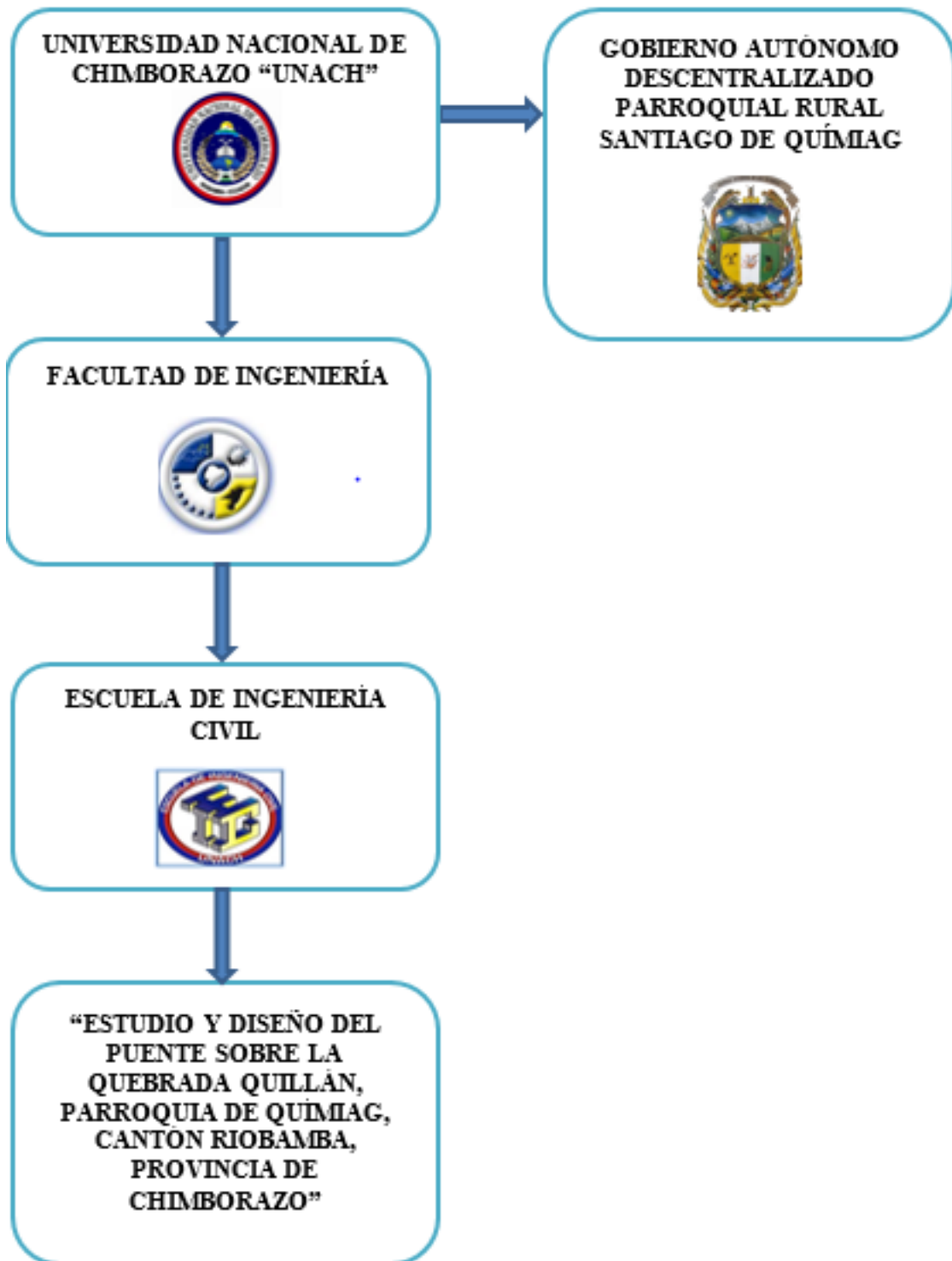
La investigación propuesta se enmarco prácticamente a determinar el diseño más adecuado para los accesos al puente sobre la quebrada Quillán, parroquia Químiag, cantón Riobamba, provincia de Chimborazo.

Para su desarrollo en primera instancia fueron necesarios los datos recopilados de la inspección técnica realizada a esta quebrada y a la información arrojada por los estudios básicos de ingeniería, con el fin de establecer las condiciones y dimensiones óptimas, para que los accesos al puente cumplan con cada una de las normativas vigentes en nuestro medio, y así, aportar con un proyecto que pueda ser ejecutado a futuro y beneficie a la calidad de vida de los habitantes del sector.

El tiempo durante el cual se realizaron estos estudios fue de 6 meses, en los cuales se procedió a la recopilación de la información, tabulación y análisis de resultados.

Dentro de los recursos utilizados están: los programas computacionales: HEC - RAS, AutoCAD, Excel, Word y Civil - 3D, en lo referente a la normativa se recurrió: a la norma norteamericana A.A.S.H.T.O. (American Association of State Highway and Transportation Official), por el método L.R.D.F. [Diseño por factores de carga y resistencia] y en cuanto a los requerimientos establecidos por normas nacionales se utilizaron las especificaciones generales para la construcción de caminos y puentes del Ministerio de Transporte y Obras Públicas M.O.P.–001–F-2002.

8.5 DISEÑO ORGANIZACIONAL.



CAPÍTULO IX

9. BIBLIOGRAFÍA

Gobierno Descentralizado Rural de la Parroquia Santiago de Químiag, (2012). *Plan de desarrollo y Ordenamiento Territorial de la Parroquia Químiag 2012-2021*, Químiag, Riobamba, Ecuador.

Ministerio de Coordinación de la Política y Gobiernos Autónomos Descentralizados, (2013). *Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización C.O.O.T.A.D.*, Registro Oficial Suplemento 303. Primera edición, Quito, Ecuador.

American Association of State Highway and Transportation Officials, (2012). *A.A.S.H.T.O. L.R.F.D. Bridge Desing Specifications*, (15TH Edition) U.S.A.

Ministerio de Transporte y Obras Públicas del Ecuador, (2013). *Especificaciones Generales para la Construcción de caminos y Puentes, Norma Ecuatoriana Vial NEVI-12.MTOP*, (Volumen 3), Quito, Ecuador.

Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda, (2015). *Norma Ecuatoriana de la Construcción, (NEC)*, Quito, Ecuador.

Torres. E., (2013). *Diseño de Puentes- Interpretación del Código A.A.S.H.T.O.*, Universidad Politécnica Salesiana, Quito, Ecuador.

Sandoval. G, (2013), *Puente sobre el Río Puembo Grande Parroquia el Tingo La Esperanza, Cantón Pujilí, Provincia de Cotopaxi*, Universidad Central del Ecuador, Facultad de Ingeniería, Ciencias Físicas y Matemáticas, Escuela Ingeniería Civil, Quito, Ecuador.

Hidalgo, Gustavo. (2000), *Elementos de Puentes. Escuela Politécnica del Ejército*, Quito, Ecuador.

Ampuero, John., (2008). *Análisis, Diseño y Construcción de Puentes*, Fondo Editorial ICG, (2da Edición), Lima, Perú.

Juan, M., (2002). *Manual de Diseño de Carreteras*, (2ra Edición), Quito, Ecuador.

Luis Neyra Tobar. (2004), *Diseño Geométrico de Viales y Trazado de Carreteras para técnicos de Formación Profesional*, (El saber Editores), Lima, Perú.

Instituto Ecuatoriano de Normalización I.N.E.N., (2012), *Señalización Vial*, Parte 1 – 2, Señalización Vertical – Horizontal, Quito, Ecuador.

CAPÍTULO X

10. APÉNDICES O ANEXOS

Anexo 1:

**Solicitud emitida por el
Gobierno Autónomo
Descentralizado
Parroquial Rural
Santiago de Químiag.**

Anexo 2:

**Anexos: Inspección visual y
evaluación técnica del paso
en la quebrada Quillán de
la vía que conecta las
comunidades de Puelazo y
Chañag San Miguel,
parroquia Químiag, cantón
Riobamba, provincia de
Chimborazo.**

Anexo 2a:

Check List.

Anexo 2b:

Formato Recolección de Datos.

Anexo 2c:

Levantamiento Fotográfico.

Anexo 3:

Conteos Manuales.

Anexo 4:

**Tabla de Valores
Recomendados por el
M.T.O.P. 2012.**

Anexo 5:

Planos.

Anexo 5a:

Planos Topográficos.

Anexo 5b:

Diseños Geométricos.

Anexo 5c:

Diseño Tablero.

Anexo 5d:

Diseño Vigas.

Anexo 5e:

Diseño Estribos.

Anexo 5f:

**Estructura de la Obra
Falsa.**

Anexo 5g:

**Diseño Señalización
Horizontal y Vertical.**