UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN GLOBAL Y FUNCIONALIDAD TÉCNICA DE LAS OBRAS DE ARTE DE LA CARRETERA CA-105, KM 65+000 AL KM 78+000, CHOTA

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL

Presentado por: NEISER ALDAIR IDROGO DELGADO

Asesor: Mg. Ing. MIGUEL ÁNGEL SILVA TARRILLO

Chota – Perú

2022

FORMATO DE AUTORIZACIÓN PARA PUBLICACIÓN DE TESIS Y TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN, PARA OPTAR POR GRADOS ACADÉMICOS Y TÍTULOS PROFESIONALES EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL DIGITAL – UNACH

1. DATOS DEL AUTOR:

Apellidos y nombres: IDROGO DELGADO NEISER ALDAIR
Código del alumno**: 2014050142** Teléfono/Cel: 917141612
Correo electrónico: 2014050142@unach.edu.pe DNI: 74658903
neiser0609@gmail.com

2. MODALIDAD DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN:

( ) Trabajo de investigación ( ) Trabajo de suficiencia profesional
( ) Trabajo académico (X) Tesis

3. TÍTULO PROFESIONAL O GRADO ACADÉMICO:

( ) Bachiller ( ) Licenciado (X) Título
( ) Magister ( ) Segunda especialidad ( ) Doctor

4. TÍTULO DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN:

EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN GLOBAL Y FUNCIONALIDAD TÉCNICA DE LAS OBRAS DE ARTE DE LA CARRETERA CA-105, KM 65+000 AL KM 78+000, CHOTA.

5. FACULTAD DE: Ciencias de la Ingeniería
6. ESCUELA PROFESIONAL DE: Ingeniería Civil
7. ASESOR:

Apellidos y Nombres: SILVA TARRILLO MIGUEL ÁNGEL Teléfono/Cel: 967904967

Correo electrónico: masilvat@unach.edu.pe D.N.I: 45606229

A través de este medio autorizo a la Universidad Nacional Autónoma de Chota, publicar el trabajo de investigación en formato digital en el Repositorio Institucional Digital, Repositorio Nacional Digital de Acceso Libre (ALICIA) y el Registro Nacional de Trabajos de Investigación (RENATI).

Asimismo, por la presente dejo constancia que los documentos entregados a la UNACH, versión digital, son las versiones finales del trabajo sustentado y aprobado por el jurado y son de autoría del suscrito en estricto respeto de la legislación en materia de propiedad intelectual.



FIRMA: NEISER ALDAIR IDROGO DELGADO
DNI. 74658903

FECHA:30/11/2022

Evaluación de la condición global y funcionalidad técnica de las obras de arte de la carretera CA-105, km 65+000 al km 78+000, Chota

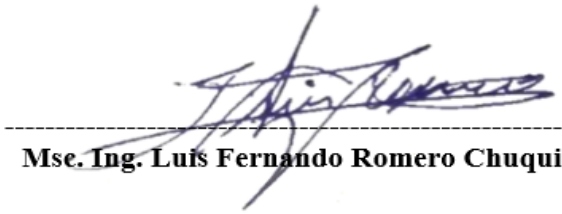
POR:

Neiser Aldair Idrogo Delgado

Presentada a la Facultad de Ciencias de la Ingeniería de la Universidad Nacional Autónoma de Chota para optar el título de

INGENIERO CIVIL

APROBADA POR EL JURADO INTEGRADO POR



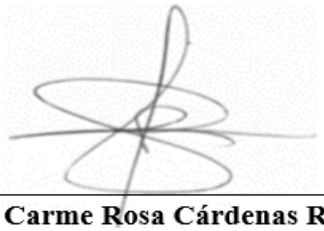
Mse. Ing. Luis Fernando Romero Chuquilin

PRESIDENTE



Dr. Ing. Luis Alberto Orbegoso Navarro

SECRETARIO



Dra. Ing. Carme Rosa Cárdenas Rosales

VOCAL

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

Siendo las veinte horas con veinticinco minutos del día 24 de agosto del 2022, reunidos los miembros del Jurado de Tesis, integrada por:

1. Ing. Mg. Luis Fernando Romero Chuquilin. Presidente
2. Ing. Dr. Luis Alberto Orbegoso Navarro. Secretario
3. Ing. Dr. Carmen Rosa Cárdenas Rosales Vocal

A través del aplicativo teams.microsoft.com, con la finalidad de escuchar la defensa de la Tesis titulada: ***Evaluación de la condición global y funcionalidad técnica de las obras de arte de la carretera CA-105, km 65+000 al km 78+000, Chota***, por parte del Bach. Neiser Aldair Idrogo Delgado, candidato al Título Profesional de Ingeniero Civil.

El presidente del jurado inicia el acto académico solicitando al Ing. Dr. Luis orbegoso Navarro, secretario de jurado, la lectura de la Resolución N°220-2022-FCI/UNACH, de fecha 22 de agosto, que legaliza el proceso de sustentación de tesis.

Acto seguido, otorga el tiempo suficiente para que el Bachiller haga la exposición correspondiente a su trabajo de investigación.

Después de escuchada la sustentación, el Sr. Presidente de Jurado, invita a los integrantes del jurado, a presentar sus preguntas y/u observaciones; correspondió en primer lugar a la Ing. Dra. Carmen Cárdenas Rosales; luego al Ing. Dr. Luis Orbegoso Navarro, para terminar con las preguntas del mismo presidente; en cada caso, los miembros del jurado recibieron respuestas por parte del Bachiller Neiser Aldair Idrogo Delgado.

Al término de las preguntas del jurado, el Sr. Presidente, pide a todos los asistentes a la reunión virtual abandonar la sala para que se de inicio a la deliberación del trabajo de investigación, el mismo que fue declarado **APROBADO**, con el calificativo de **QUINCE** (15).

Finalmente, se acordó elevar la presente Acta al Coordinador de Facultad de Ciencias de la Ingeniería, a fin de que se le declare **EXPEDITO** para conferirle el **TÍTULO de INGENIERO CIVIL.**

Siendo las veintiún horas con cuarenta y cinco minutos del mismo día, se firma la presente en señal de conformidad.

Ing. Luis Fernando Romero Chuquilín.
Presidente Jurado Evaluador.

Ing. Dr. Luis Orbegoso Navarro
Secretario Jurado Evaluador.

El Fedatario de la Universidad Nacional Autónoma de Chota CERTIFICA Que la presente Fotocopia corresponde a su original que se puso a la vista
Chota .....22 NOV. 2022.....

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA V° B° CHOTA - UNACH

Abog. Arnulfo Bustamante Mejia
SECRETARIO GENERAL - UNACH

Dra. Carmen R. Cardenas Rosales

Ing. Dra. Carmen Rosa Cárdenas Rosales
Miembro Jurado Evaluador

.....

Ing. MIGUEL ANGEL SILVA TARRILLO
Asesor de tesis

Chota, 24 de agosto del 2022

El Fedatario de la Universidad Nacional Autónoma de Chota CERTIFICA Que la presente Fotocopia corresponde a su original que se puso a la vista
Chota ..... 22 NOV. 2022

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA V° B° CHOTA - UNACH

Abog. Arnulfo Bustamante Mejía
SECRETARIO GENERAL - UNACH

AGRADECIMIENTOS

A la UNACH, alma mater del conocimiento y hogar de mi formación profesional.

A mi asesor el Ing. Miguel Ángel Silva Tarrillo, por ser el principal colaborador, quien con su apoyo y dedicación me permitió concretar este logro académico.

A todos los docentes, de la FIC, por toda su dedicación, enseñanzas y conocimientos compartidos.

A mi novia Yuliza Ruiz Barboza por su apoyo y aliento para continuar y seguir adelante en los instantes más arduos.

A todas las instituciones, compañeros de estudios, amigos y familiares que de una u otra manera con su apoyo brindado contribuyeron al desarrollo de esta investigación.

DEDICATORIA

A Dios por darme la vida, paciencia y sabiduría, darme fuerzas y guiarme en mi formación profesional.

A mi abuela Mavila Edquén Benavides, por su apoyo incondicional, y sus palabras de aliento, para ser una mejor persona.

A mi madre Rosa Elvia Delgado Saldaña por siempre estar conmigo en las buenas y en las malas, por los maravillosos consejos y enseñanzas que siempre llevaré conmigo a donde vaya, por confiar en mí, por el esfuerzo, dedicación, paciencia y por todo lo que me ha dado a lo largo de mi carrera y de mi vida.

A mi padre Miguel Idrogo Edquén por ser el héroe quien jamás se rinde en la lucha de sacar adelante a la familia y ayudarme a llegar hasta aquí, por enseñarme el valor de las cosas, la humildad, a confiar en mí, a nunca desistir a los sueños y que con esfuerzo y dedicación todo se logra concretar en la vida.

A mis hermanas Keidid Seleni y Ángela Daimara por todo el apoyo, las anécdotas vividas y por cada día luchar juntos por un mañana mejor.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

RESUMEN ..... **xiii**

ABSTRACT ..... **xiv**

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN **15**

1.1. Planteamiento del problema **15**

1.2. Formulación del problema **18**

1.3. Justificación e importancia **18**

1.4. Delimitación de la investigación **19**

1.5. Limitaciones **19**

1.6. Objetivos **20**

1.6.1. Objetivo general 20

1.6.2. Objetivos específicos 20

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO **21**

2.1. Antecedentes de la investigación **21**

2.1.1. Antecedentes internacionales 21

2.1.2. Antecedentes nacionales 23

2.1.3. Antecedentes regionales 25

2.2. Marco teórico **26**

2.2.1. Obras de arte 26

2.2.2. Puentes y pontones 28

2.2.3. Elementos de un puente 36

2.2.4. Condición global y funcionalidad técnica de puentes 38

2.2.5. Inspección visual de puentes 40

2.2.6. Inspección física 43

2.2.7. Análisis hidráulico 45

2.2.8. Acciones ejecutivas 58

2.2.9. Diseño de puentes 60

2.3. Definición de términos **77**

CAPÍTULO III. PLANTEAMIENTO DE LA HIPÓTESIS Y VARIABLES.....78

3.1. Hipótesis 78

3.2. Variables 78

3.2.1. Variables independientes 78

3.3. Operacionalización de variables 79

CAPÍTULO IV. MARCO METODOLÓGICO 80

4.1. Ubicación geográfica del estudio 80

4.2. Unidad de análisis, población y muestra 81

4.2.1. Población 81

4.2.2. Muestra 84

4.3. Tipo y descripción del diseño de investigación 85

4.3.1. Tipo de investigación 85

4.3.2. Diseño de investigación 86

4.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos 88

4.4.1. Técnicas de recolección de los datos 88

4.4.2. Instrumentos para la recolección de los datos 88

4.5. Técnicas para el procesamiento y análisis de información 90

4.5.1. Procedimiento de recolección de información 90

4.5.2. Procesamiento de la información 100

4.5.3. Análisis de la información 101

4.6. Matriz de consistencia metodológica 101

CAPÍTULO V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN 102

5.1. Presentación de resultados 102

5.1.1. Inspección visual de las obras de arte 102

5.1.2. Inspección física de las obras de arte 110

5.1.3. Análisis hidráulico de las obras de arte 116

5.2. Análisis, interpretación y discusión de resultados 137

5.3. Contrastación de hipótesis 143

CAPÍTULO VI. PROPUESTA 153

6.1. Formulación de la propuesta para la solución del problema 153
6.1.1. Encauzamiento del cauce e incremento del ancho de la sección transversal . 153
6.1.2. Estudios básicos 157
6.1.3. Diseño del puente losa 158
6.1.4. Cálculo de la socavación 161
6.1.5. Diseño del estribo 161
CONCLUSIONES 164
RECOMENDACIONES Y/O SUGERENCIAS 166
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS 167
ANEXOS 175
Anexo A. Matriz de consistencia 175
Anexo B. Panel fotográfico 176
Anexo C. Documentación 189
Anexo D. Sistema de calificación de daños en puentes 194
Anexo E. Fichas de inspección visual de puentes y pontones 207
Anexo F. Ficha de inspección visual de alcantarillas 208
Anexo G. Ensayo de esclerometría 209
Anexo H. Parámetros geomorfológicos de las microcuencas 210
Anexo I. Cálculo de caudales máximos de las microcuencas 211
Anexo J. Estudio de tránsito vehicular 212
Anexo K. Estudio de mecánica de suelos 213
Anexo L. Modelamiento hidráulico del cauce de la propuesta 214
Anexo M. Modelamiento en CSI Bridge del puente losa 227
Anexo N. Diseño del puente losa 250
Anexo O. Cálculo de socavación para el diseño del estribo 251
Anexo P. Diseño del estribo 252
Anexo Q. Planos 253
Anexo Q.1. Plano clave de obras de arte 254
Anexo Q.2. Planos de la microcuenca 255
Anexo Q.3. Planos topográficos 256
Anexo Q.4. Planos de la propuesta de puente losa 257

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Criterios de Calificación de la Condición Global del Puente 43
Tabla 2 Exámenes Físicos más Usuales para Puentes 44
Tabla 3 Categorización de los Sistemas Hidrológicos 46
Tabla 4 Formas de la Cuenca según K 47
Tabla 5 Categorización de las Cuencas según la Pendiente Media 48
Tabla 6 Tr según Tipo de Obra 54
Tabla 7 Escorrentía, Áreas Rurales 56
Tabla 8 Escorrentía, Método Racional 57
Tabla 9 Clasificación de las Carreteras por Demanda 64
Tabla 10 Incremento por Carga Dinámica, IM 68
Tabla 11 Altura de Suelo Equivalente para Carga Vehicular sobre Estribos Perpendiculares al Tráfico 75
Tabla 12 Matriz de Operacionalización de Variables 79
Tabla 13 Obras de Arte, 65 al 78 km en la Carretera CA-105 81
Tabla 14 Tipo de Investigación 85
Tabla 15 Fuentes, Técnicas e Instrumentos 89
Tabla 16 Datos de la Inspección de Puentes y Pontones 102
Tabla 17 Resumen de Estado de las Alcantarillas 109
Tabla 18 Resistencia promedio de los elementos estructurales de puentes y pontones, según el ensayo de esclerometría 110
Tabla 19 Ensayo de Esclerometría, Pontón Tipo Arco, P2 111
Tabla 20 Ensayo de Esclerometría, Puente N° 1, P3 112
Tabla 21 Ensayo de Esclerometría, Puente N° 2, P4 113
Tabla 22 Ensayo de Esclerometría, Pontón Tipo Losa, P5 115
Tabla 23 Parámetros geomorfológicos, Microcuenca 1 117
Tabla 24 Caudales Máximos según Tiempo de Retorno, Microcuenca 1 118
Tabla 25 Parámetros Geomorfológicos, Microcuenca 2 121
Tabla 26 Caudales Máximos según Tiempo de Retorno, Microcuenca 2 122
Tabla 27 Parámetros Geomorfológicos, Microcuenca 3 125
Tabla 28 Caudales Máximos según Tiempo de Retorno, Microcuenca 3 126
Tabla 29 Parámetros Geomorfológicos, Microcuenca 4 129
Tabla 30 Caudales Máximos según Tiempo de Retorno, Microcuenca 4 130
Tabla 31 Parámetros Geomorfológicos, Microcuenca 5 133
Tabla 32 Caudales Máximos según Tiempo de Retorno, Microcuenca 5 134
Tabla 33 Inspección Visual de Puentes y Pontones 138

Tabla 34 Ensayo de Esclerometría 139
Tabla 35 Parámetros Geomorfológicos de las Microcuencas 140
Tabla 36 Caudales Máximos según Tr 141
Tabla 37 Borde Libre del Cauce, para Precipitaciones Extremas, en Puentes y Pontones..... 142
Tabla 38 Datos de Condición Visual de Puentes y Pontones, para Análisis Estadístico ANOVA 144
Tabla 39 Análisis de Varianza, para Inspección Visual 144
Tabla 40 Prueba Estadística: t-student, para Inspección Visual 146
Tabla 41 Número de Rebotes del Ensayo de Esclerometría..... 147
Tabla 42 Análisis de Varianza, Inspección Física 148
Tabla 43 Borde Libre de Puentes y Pontones, frente a Máximas Avenidas..... 150
Tabla 44 Análisis de Varianza, Inspección Hidráulica 150
Tabla 45 Prueba Estadística: t-student, para Inspección Hidráulica 152
Tabla 46 Características del Suelo 157
Tabla 47 Metrado de Cargas en Superestructura..... 158
Tabla 48 Socavación Total en Estribos, Tr= 50 años..... 161
Tabla 49 Chequeo de Estabilidad..... 161

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Estado de Emergencia Vial en Perú, según Tipo 2018 15
Figura 2 Puentes y Pontones 27
Figura 3 Tipos de Alcantarillas 27
Figura 4 Tipos y Formas de Cunetas 28
Figura 5 Categorización de Puentes 29
Figura 6 Puentes Tipo Losa 30
Figura 7 Puentes Tipo Losa con Vigas 30
Figura 8 Puentes Tipo Arco 31
Figura 9 Puentes Tipo Reticulados 31
Figura 10 Puentes Tipo Colgantes 32
Figura 11 Puente Tipo Atirantados 32
Figura 12 Elementos de un Puente Tipo ducto Cajón 33
Figura 13 Tipos de Puentes Arco 34
Figura 14 Partes del Puente Losa 35
Figura 15 Elementos del Puente Tipo Viga Losa 36
Figura 16 Elementos estructurales de un Puente 37
Figura 17 Flujograma del Proceso Descrito en la "Guía para Inspección de Puentes" 39
Figura 18 Daños en Componentes de Concreto 42
Figura 19 Corte Longitudinal del Esclerómetro C 181 N 45
Figura 20 Subdivisión de una Cuenca Hidrográfica en Microcuencas 46
Figura 21 Cambio de la Curva Hipsométrica según Edad del Cauce 48
Figura 22 Métodos de Ordenación de los Segmentos y Cursos Fluviales 50
Figura 23 Precipitación Promedio, Polígono de Thiessen 51
Figura 24 Precipitación Promedio, Isoyetas 52
Figura 25 Curvas I-D-F 55
Figura 26 Acciones Ejecutivas para Mantener la Seguridad Vial en Puentes 60
Figura 27 Proceso del Estudio de Hidrología e Hidráulica 61
Figura 28 Proceso del Estudio Geológico y Geotécnico 63
Figura 29 Ancho de Vía 65
Figura 30 Drenaje en Puentes 66
Figura 31 Gálibos en Puentes 66
Figura 32 Camión de Diseño 67
Figura 33 Tándem de Diseño 67
Figura 34 Carga de Carril 68

Figura 35 Predimensionamiento de Estribo en Voladizo 74
Figura 36 Cargas Típicas en Estribo 76
Figura 37 Mapa de Ubicación de la Ruta CA-105 80
Figura 38 Mapa de Ubicación de los Puentes y Pontones 83
Figura 39 Mapa de Ubicación de las Alcantarillas 83
Figura 40 Diseño de Investigación 87
Figura 41 Inspección Visual de Puentes 90
Figura 42 Ensayo de Esclerometría 91
Figura 43 Delimitación de Microcuenca 92
Figura 44 Isoyetas de las Estaciones Pluviométricas 94
Figura 45 Modelamiento Hidráulico de Puentes y Pontones 95
Figura 46 Estación de Conteo Vehicular 96
Figura 47 Ubicación de la Calicata N° 1 98
Figura 48 Modelamiento del Puente 99
Figura 49 Análisis de la Estructura del Puente por áreas 100
Figura 50 Calificación de la Condición Visual, P1 103
Figura 51 Calificación de la Condición Visual, P2 104
Figura 52 Pontón P2 105
Figura 53 Calificación de la Condición Visual, P3 105
Figura 54 Puente P3 106
Figura 55 Calificación de la Condición Visual, P4 107
Figura 56 Puente P4 107
Figura 57 Calificación de la Condición Visual, P5 108
Figura 58 Pontón P5 108
Figura 59 Ensayo de Esclerometría, Pontón Tipo Arco, P2 111
Figura 60 Ensayo de Esclerometría al estribo izquierdo, Puente N° 1, P3 112
Figura 61 Ensayo de Esclerometría a la viga izquierda, Puente N° 1, P3 113
Figura 62 Ensayo de Esclerometría al estribo derecho, Puente N° 2, P4 114
Figura 63 Ensayo de Esclerometría a la viga izquierda, Puente N° 2, P4 114
Figura 64 Ensayo de Esclerometría, Pontón Tipo Losa, P5 115
Figura 65 Microcuenca 1 117
Figura 66 Vista del Levantamiento Topográfico sobre el Cauce, Pontón N° 1, P1 119
Figura 67 Vista de la Sección Transversal del Pontón N° 1, Tr de 25 años, P1 120
Figura 68 Vista de la Sección Transversal del Pontón N° 1, para un Tr de 50 años, P1 120
Figura 69 Microcuenca 2 121
Figura 70 Vista del Levantamiento Topográfico sobre el Cauce, Pontón N° 2, P2 123
Figura 71 Vista de la Sección Transversal del Pontón N° 2, Tr de 25 años, P2 124

Figura 72 Vista de la Sección Transversal del Pontón N° 2, para un Tr de 50 años, P2..... 124
Figura 73 Microcuenca 3 125
Figura 74 Vista del Levantamiento Topográfico sobre el Cauce, Puente N° 1, P3 127
Figura 75 Vista de la Sección Transversal del Puente N° 1, Tr de 25 años, P3..... 128
Figura 76 Vista de la Sección Transversal del Puente N° 1, para un Tr de 50 años, P3..... 128
Figura 77 Microcuenca 4 129
Figura 78 Vista del Levantamiento Topográfico sobre el Cauce, Puente N° 2, P4 131
Figura 79 Vista de la Sección Transversal del Puente N° 2, Tr de 25 años, P4..... 132
Figura 80 Vista de la Sección Transversal del Puente N° 2, para un Tr de 50 años, P4..... 132
Figura 81 Microcuenca 5 133
Figura 82 Vista del Levantamiento Topográfico sobre el Cauce, Pontón N° 3, P5..... 135
Figura 83 Vista de la Sección Transversal del Pontón N° 3, Tr de 25 años, P5 136
Figura 84 Vista de la Sección Transversal del Pontón N° 3, para un Tr de 50 años, P5..... 136
Figura 85 Gráfica de Residuos para la Inspección Visual..... 145
Figura 86 Estadística Descriptiva para el Grado de Daño, Inspección Visual..... 146
Figura 87 Gráfica de Residuos para N° de Rebotes del Ensayo de Esclerometría 148
Figura 88 Estadística Descriptiva para la Resistencia a Compresión, Inspección Física..... 149
Figura 89 Gráfica de Residuos para Borde Libre, Inspección Hidráulica..... 151
Figura 90 Estadística Descriptiva para Borde Libre, Inspección Hidráulica 152
Figura 91 Perfil Longitudinal, Tr 50 años..... 154
Figura 92 Vista 3D, Quebrada 2, Tr 50 años 154
Figura 93 Vista del Tablero en Elevación, P2..... 155
Figura 94 Vista del Puente en 3D 155
Figura 95 Vista del Puente, para un Caudal de Tr 50 años 155
Figura 96 Vista del Borde Libre para un Caudal de Tr 25 años..... 156
Figura 97 Vista del Borde Libre para un Caudal de Tr 50 años..... 156
Figura 98 Geometría del Puente..... 159
Figura 99 Vista, Losa del Puente 160
Figura 100 Control de Deflexión del Puente..... 160
Figura 101 Disposición de Armadura de Acero en Estribo 162
Figura 102 Vista en Planta, Puente Tipo Losa de 8.00 m 163
Figura 103 Isométrico del Puente Tipo Losa de 8.00 m 163

RESUMEN

Las obras de arte tienen un importante papel en el progreso de un país (Günal & Günal, 2017), por lo que, es primordial que se encuentren en buen estado (Venanzi et al., 2019). Siendo así, la investigación tuvo por objetivo evaluar la condición global y funcionalidad técnica de las obras de arte de la carretera CA-105, Km 65+000 al Km 78+000, Chota. La muestra fueron cinco puentes y pontones ubicados en la carretera CA-105, Km 65+000 al Km 78+000, los cuales pasaron por inspección visual, física e hidráulica en base a la "Guía para inspección de puentes" del MTC (2006). Determinando que, el estado visual del puente N° 2 es bueno, el puente N° 1 y el pontón N° 1, están en estado regular, el pontón N° 3 en mal estado, y el pontón N° 2 en muy mal estado. Los elementos estructurales del puente N° 1 y N° 2, según el ensayo de esclerometría, tienen f'c promedio de 245.10 y 276.40 kg/cm2, mientras que, el pontón N° 2 y N° 3, solo alcanzan 114.40 y 176.60 kg/cm2. Así mismo, del análisis hidráulico, se ha determinado que el pontón N° 1, puente N° 1, puente N° 2 y pontón N° 3, tienen un borde libre o galibo, para caudales máximos con un Tr de 25 años, de 50, 30, 40 y 60 cm, en cambio, el pontón N° 2, ve superada su capacidad hidráulica. Finalmente, se concluyó que la obra hidráulica en estado más crítico es el pontón N° 2, del cual se planteó su diseño estructural, para un puente tipo losa.

Palabras clave: Puente, pontón, obra de arte, inspección visual, esclerometría, modelamiento hidráulico.

ABSTRACT

Works of art have an important role in the progress of a country (Günal & Günal, 2017), therefore, it is essential that they are in good condition (Venanzi et al., 2019). Being so, the research aimed to evaluate the overall condition and technical functionality of the works of art of the CA-105 road, Km 65+000 to Km 78+000, Chota. The sample consisted of five bridges and pontoons located on the CA-105 highway, Km 65+000 to Km 78+000, which underwent visual, physical and hydraulic inspections based on the "Guide for Bridge Inspection" of the MTC (2006). The visual condition of bridge N° 2 is good, bridge N° 1 and pontoon N° 1 are in fair condition, pontoon N° 3 is in poor condition, and pontoon N° 2 is in very poor condition. The structural elements of bridge N° 1 and N° 2, according to the sclerometry test, have an average f'c of 245.10 and 276.40 kg/cm2, while pontoons N° 2 and N° 3 only reach 114.40 and 176.60 kg/cm2. Likewise, from the hydraulic analysis, it was determined that pontoon No. 1, bridge No. 1, bridge No. 2 and pontoon No. 3 have a free edge or gauge of 50, 30, 40 and 60 cm for maximum flows with a Tr of 25 years, while pontoon No. 2's hydraulic capacity is exceeded. Finally, it was concluded that the hydraulic work in the most critical condition is pontoon No. 2, whose structural design was proposed for a slab-type bridge.

Key words: Bridge, pontoon, engineering work, visual inspection, sclerometry, hydraulic modeling.

CAPÍTULO I.

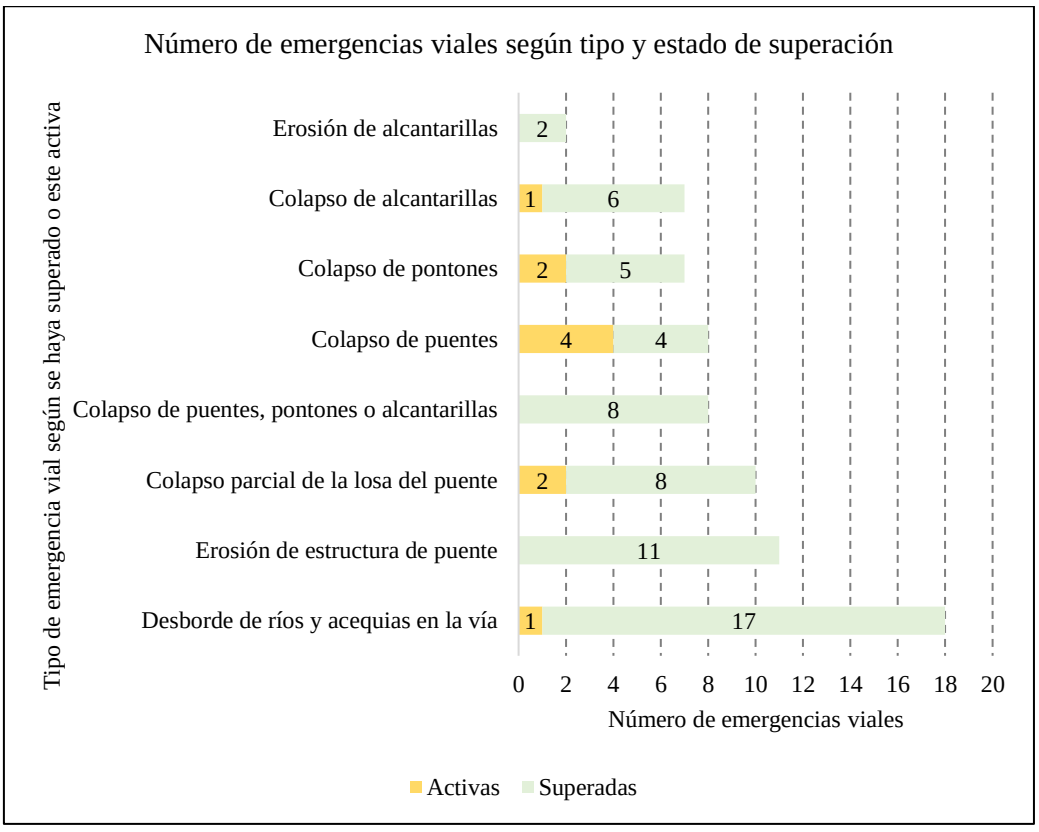
INTRODUCCIÓN

1.1. Planteamiento del problema

La infraestructura viaria es un activo público sustancial, por lo que se espera que las carreteras tengan geometría uniforme, firme confortable y obras de arte en buen estado (Venanzi et al., 2019). Las obras de arte sin duda tienen un importante papel en el progreso de un país, su diseño y construcción tiene en cuenta muchos aspectos técnicos y de ingeniería (Günal & Günal, 2017), así mismo, se busca extender su vida útil a través de estrategias y tecnologías de mantenimiento (Kripka et al, 2019), determinadas a partir de la evaluación de su condición global y funcionalidad técnica (Venanzi et al, 2019).

Figura 1

Estado de Emergencia Vial en Perú, según Tipo 2018



Nota: (Provias Nacional, 2019).

Perú es un país susceptible al suceso de anomalías naturales, tal como, el fenómeno del Niño, del año 2017, que terminó ocasionado el colapso de 180 puentes, 30% de ellos debido a la falta de mantenimiento (Andina, 2017), así mismo, Provias Nacional en el año 2019 informó sobre distintos daños y/o colapso de puentes, pontones y alcantarillas, donde muchos de ellos a fines del 2018 aún no habían sido reconstruidos (Fig. 1).

En la región de Cajamarca, las obras de arte más comunes en una carretera son alcantarillas, puentes y pontones. Las alcantarillas son estructuras de poca altura que se utilizan para descargar al canal adecuado en el cruce de una vía (Patel et al., 2019), estas pueden ser de caja o de arco (Krishna & Rajasekhar, 2018). Los puentes y pontones, son estructuras requeridas para atravesar un accidente geográfico u obstáculo (Elareshy et al., 2020), que según Mendoza (2020) y Huanca (2018), tienen como diferencia la longitud de cruce, puesto que según el MTC (2018) los pontones cubren distancias menores a 6 m.

El distrito de Chota, región Cajamarca, se caracteriza por sus fuertes precipitaciones pluviales de hasta 115.05 mm/h (Senamhi, 2021), que muchas veces terminan afectando a viviendas, vías de comunicación y obras de arte, tal como asevera INDECI, el 23 de marzo de 2021, la infraestructura de la carretera Chota – Santa Rosa – Cañafisto se vio afectada; estos son algunos de los centros poblados por los que pasa la carretera CA-105, 65 al 78 km, esta ruta conecta a la ciudad de Chota con el centro poblado Chaupelanche, por el cual se accede a la carretera 3N (vía que conecta a la ciudad de Chiclayo con la ciudad de Cajamarca), siendo así está ruta es de gran importancia para la conectividad vial, permite que los vehículos que vienen de distritos ubicados al norte de Chota, cómo Conchán, Chalamarca, entre otros, puedan acceder de forma más rápida a la vía 3N.

La ruta CA-105, del 65 al 78 km, tiene en su recorrido diversos tipos de obras de arte, de los cuales destacan los puentes y pontones, cuya construcción de estos últimos es mayor a los 50 años, cumpliendo su tiempo de vida útil; no obstante, a pesar de su importancia para la integración vehicular nacional (con la vía 3N), sus obras de arte no han sido analizadas para orientar decisiones que garanticen la continuidad de la transitabilidad de la infraestructura, por lo que son elementos expuestos frente a lluvias intensas.

De allí ha surgido la necesidad de verificar la condición global de las obras de arte, para ello el MTC (2006) dispone de una guía para inspección de puentes, donde describe la forma para verificar el estado superficial de estas estructuras, no obstante, también es a priori considerar el estudio funcional de estas obras hidráulicas, a través de la delimitación de las cuencas hidrográficas con el software ArcGIS 10.5, análisis de intensidades y caudales máximos con el software HidroEsta vs 2.0, y estimar el nivel de agua en el punto de ubicación de los puentes y pontones con el software HEC-RAS 5.0.4, para verificar que estas obras de arte sigan cumpliendo su finalidad de diseño, así mismo, según el estado técnico y funcional que estas obras de cruce vehicular presenten se pueden plantear alternativas de mantenimiento, mejoramiento, rehabilitación o reconstrucción. Siendo así el objetivo del estudio fue “Evaluar la condición global y funcionalidad técnica de las obras de arte de la carretera CA-105, 65 al 78 Km, Chota, con la finalidad de proponer el diseño del puente o pontón en estado más crítico”.

1.2. Formulación del problema

¿Cuál es la condición global y funcionalidad técnica de las obras de arte de la carretera CA-105, Km 65+000 al Km 78+000?

1.3. Justificación e importancia

Las obras de arte, como puentes y/o pontones, inciden en la continuidad del servicio de transporte, pero son los componentes más vulnerables del sistema nacional de carreteras, por lo que su mantenimiento preventivo adecuado, garantiza la eficiencia de la infraestructura vial. En la región de Cajamarca, han existido sucesos de emergencia, en los puentes de la red vial, de todas sus provincias y distritos, debido a la falta de inspección visual, mantenimiento de estructuras, sobrecarga, efectos meteorológicos, entre otros (Pecho, 2017).

La carretera CA-105, del 65 al 78 Km, que conecta a la ciudad de Chota con la carretera 3N pasando por el centro poblado Chaupelanche, presenta puentes y/o pontones, con evidente estado de deterioro, pero a pesar de ello no reciben atención por parte de las entidades gubernamentales, lo que convierte a estos en elementos vulnerables, frente a las fuertes precipitaciones de la ciudad, que pueden terminar generando eventos extremos que afecten a la estructura de estas obras de cruce, no obstante, la guía para inspección de puentes (MTC, 2006), establece un procedimiento para verificar la condición global de estas obras hidráulicas, a fin de prevenir su mantenimiento, mejoramiento, rehabilitación o reconstrucción. Es así, como ha nacido la idea de evaluar las obras de arte de la carretera CA-105, del 65 al 78 Km, a fin de garantizar que puentes y pontones tengan una buena condición global y funcionalidad técnica, para que no se pierda la conectividad de la zona norte del distrito de Chota, con la ruta nacional 3N de conexión sierra – costa.

Así mismo, con un sistema de gestión de obras de arte, basado en el análisis de la condición global y funcionalidad técnica, se podrá evitar el colapso de puentes y/o pontones, priorizando el mantenimiento y rehabilitación de estas obras hidráulicas, según el nivel de intervención que requieran; por tanto, el estudio brinda, información científica – técnica notable para la toma de decisiones de las autoridades locales que garanticen la conservación vial, cumpliendo así con el fin institucional de la UNACH, que es la responsabilidad social universitaria.

1.4. Delimitación de la investigación

En la carretera CA-105, Km 65+000 al Km 78+000, del distrito de Chota, esta ruta conecta a la ciudad de Chota con la vía 3N pasando por el centro poblado Chaupelanche. Se ha llevado a cabo en un lapso de 12 meses, teniendo como población las obras de arte de la ruta, donde la muestra son los puentes y/o pontones de esta vía, con la finalidad de verificar su condición global y funcionalidad técnica a partir de la aplicación de la guía de inspección de puentes (MTC, 2006) para proponer el diseño del puente o pontón en estado más crítico. Como parte de la investigación se ha realizado la inspección visual de alcantarillas, puentes y pontones, también se realizaron ensayos de esclerometría en los elementos estructurales de puentes y pontones, el levantamiento topográfico 100 m arriba y 100 m debajo de cada uno de estos para el análisis hidráulico, y el estudio de tránsito vehicular y mecánica de suelos en el puente o pontón más crítico, para proponer su diseño estructural.

1.5. Limitaciones

La evaluación de la condición global por el método de inspección visual descrito en la “Guía para inspección de puentes” (MTC, 2006), no se puede desvincular del criterio del evaluador.

No se ha realizado el ensayo de esclerometría al pontón N° 1 tipo cajón, debido a que el cauce y acceso del mismo a los elementos estructurales (losa inferior y vigas laterales), se encuentran cubiertos por viviendas construidas sobre el lecho del río, impidiendo el paso del técnico de laboratorio, así mismo, el equipo de esclerometría no puede mantener el ángulo de 90°, con el área de ensayo, por el poco espacio libre.

Para el análisis hidrológico e hidráulico se sabe que el MTC (2014), sugiere utilizar el método racional modificado para microcuencas con área mayor a 10 km2, pero en el presente estudio por sugerencia del jurado, y considerando pertinente uniformizar los procesos realizados, para la microcuenca N° 3, que tiene un área de 13.25 km2, también se ha utilizado el método racional.

1.6. Objetivos

1.6.1. Objetivo general

Evaluar la condición global y funcionalidad técnica de las obras de arte de la carretera CA-105, Km 65+000 al Km 78+000, Chota, con la finalidad de proponer el diseño del puente o pontón en estado más crítico.

1.6.2. Objetivos específicos

- Constatar el estado visual de las obras de arte, utilizando la guía para inspección de puentes del MTC (2006).
- Estimar la resistencia a compresión de los elementos estructurales de puentes y/o pontones, mediante ensayos no destructivos (esclerometría).
- Verificar que la altura de puentes y pontones, sea mayor que los niveles de agua por caudales máximos para Tr de 25 años.
- Plantear el diseño estructural del puente o pontón en estado más crítico.

CAPÍTULO II.

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la investigación

2.1.1. Antecedentes internacionales

Bayane & Brühwiler (2020) evaluaron el estado de puentes de concreto armado basado en emisiones acústicas y mediciones de deformaciones. Realizaron el seguimiento durante un año del estado del viaducto de concreto armado, en servicio desde 1957, tiene dos carrieles con un ancho de 10.5 m, siete vanos articulados, vigas de 1.3 m de altura, fijadas por la losa de 0.17 m, formada por varillas de 10, 14 y 18 mm. Determinaron que el puente está en buen estado.

Ye et al. (2020) en su investigación utilizaron la tecnología para la evaluación del estado y desempeño de puentes viales, el caso de estudio fue el puente de autopista de 30 años en Nueva Jersey, que exhibe múltiples deficiencias de desempeño. Realizaron inspección visual, supervisión operativa, pruebas de carga controlada, sondas no destructivas, y supervisión a largo plazo, concluyendo que el puente estaba en mal estado, así mismo, el estudio demostró los desafíos de confiar solo en la inspección visual cuando una multitud de mecanismo interdependientes pueden causar daños y deterioros, por lo que sugirieron complementarlo con ensayos no destructivos.

Alsharqawi et al. (2018) revisaron las prácticas de inspección de puentes e identifican los principales signos de deterioro de los tableros de puentes concreto que generalmente no son capturados por la inspección visual y la evaluación no destructiva por separado, para unirlo en la implementación del método de función de la calidad (QFD). El modelo QFD se demuestra en un estudio de caso real y se compara con otros métodos de inspección de puentes. Finalmente, concluyeron

que el puente está en estado medio, por lo que el método es factible para la planificación seleccionada.

Salazar-Aguilar (2018) en su investigación utilizó el manual "Inspección de puentes" de Costa Rica, para evaluar los puentes del cantón de Buenos Aires, Puntarenas. Estudio puentes temporales y permanentes, tipo cercha y viga, respectivamente. Verificando que los puentes: Cordoncillo, Paso Real, Kori, Skra y Ditsiri están en buen estado, los puentes: Pilas, Brujo, rio Guineal en estado regular, los puentes: Ceibo Ujarrás, río Coto, río Sábado, río Coto Brus en estado deficiente y los puentes: Cacao, Guapinola y Peje en estado crítico.

Kim y Queiroz (2017) en su artículo científico recopilaron una data a partir de la evaluación del estado de los puentes construidos en carreteras de los Estados Unidos. Estos según el inventario de puentes comprenden 1002172, de los cuales en la zona 1, 2 y 3 tienen predominantemente estructuras de concreto (79, 72, 85%), mientras que las superestructuras de acero y madera representan el 51 y 21% en la zona 4. La probabilidad de deterioro de los puentes de la zona 1 y 3 es mayor que de los puentes de las zonas 2 y 4, así mismo las zonas 1 y 3 están sometidas a cargas de tráfico mayores. Finalmente, concluyeron que el deterioro de los puentes se desarrolla rápidamente en su vida útil temprana y se estabiliza con el tiempo debido a los esfuerzos de mantenimiento y reparación.

Aguayo (2017) en su investigación utilizó las guías de inspección de puentes de Costa Rica, Perú y de Ortiz y Sánchez para verificar el estado del puente sobre el río Chibunga de Ecuador, determinado que su estado era muy malo, por lo que requería intervención urgente, siendo así para su rediseño, obtuvo un tráfico promedio diario actual de 482 vehículos, siendo 92% vehículos ligeros, un caudal máximo para Tr de 50 años de 58.97 m3/s, dando una altura libre entre

base de viga y línea de agua de 2.78 m, la capacidad portante del suelo es 30 tn/m2. Finalmente, concluyó con la propuesta de diseño del puente.

Martínez (2017) en su investigación "Inspección y evaluación de puentes de concreto" utilizó los datos del formato de inspección de CAPUFE para analizar los puentes de las autopistas Córdoba – Veracruz y Monterrey – Nuevo Laredo, México, determinando que el 51, 48 y 1% de los puentes de ambas rutas estaban en buen, regular y mal estado. Concluyeron que 2 puentes de la ruta Córdoba – Veracruz y 1 puente de la ruta Monterrey – Nuevo Laredo, requieren atención inmediata, mientras que los otros puentes solo requieren mantenimiento.

Vargas-Barrantes et al. (2016a) en su investigación evaluaron la condición del puente sobre el río Rojo ruta nacional No. 32 – Costa Rica, llegando a determinar a través de procesos de inspección que la condición del puente era seria, se visualizaba socavación en la cimentación, inclinación de ambos bastiones, grietas estructurales, acumulación de sedimentos, ausencia de aceras desprendimiento de concreto, mal estado de demarcación horizontal entre otros, por lo que, realizaron recomendaciones para su sustitución o rehabilitación.

Vargas-Barrantes et al. (2016b) en su informe evaluaron la condición del puente sobre el río San Miguel ruta nacional No. 32 – Costa Rica, llegando a determinar a través de procesos de inspección que la condición del puente era seria, presenta agrietamiento del concreto, oxidación superficial de los elementos metálicos y desgaste generalizado. Concluyeron que por la edad y el estado de deterioro es conveniente su sustitución o rehabilitación.

2.1.2. Antecedentes nacionales

Montenegro (2020) realizó la inspección visual del puente Sanchez Cerro, determinando que la condición del puente era regular, siendo las juntas de

dilatación el elemento con mayor deterior presentando una mala condición, finalmente, concluyó con la producción del plan de mantenimiento del puente.

Blas y Fernandez (2020) utilizaron la guía del MTC para realizar una inspección inicial de 10 puentes, donde tomaron como muestra los puentes "Nicolás Dueñas", "El Ejército" y "Corpac"; a estos puentes le realizaron una inspección rutinaria donde verificaron la condición de los mismos, siendo el puente "Dueñas" el más afectado por problemas de socavación, corrosión, fisuras, drenaje, entre otros. Después, evaluaron estructuralmente el puente "Dueñas" por la metodología LRFR, concluyendo con la propuesta de mejora.

Vela (2020) en su investigación utilizó la sistemática SCAP del MTC, para verificar el estado del puente Huallaga de Huánuco, a través de la inspección visual de la superestructura y subestructura, llegando a determinar que el puente tiene una condición global regular, mientras que la superestructura, subestructura y apoyos tienen buena, buena y mala condición. Concluyó con sugerencias para mejorar la gestión del mantenimiento.

Saenz (2016) verificó el estado de la estructura del puente Chillón de 60 años, utilizando la guía del MTC, determinando que presenta grietas, obstrucción del drenaje y desprendimiento de concreto, por lo que su condición global es regular, así mismo, realizó una evaluación detallada, y pruebas no destructivas de esclerometría, en las que obtuvo una resistencia a compresión que representa el 31.77% del f'c 210. Concluyó que los problemas del Puente Chillón son por falta de mantenimiento.

Condori e Itusaca (2017) en su investigación realizó la comparación entre tres propuestas de diseño de puentes urbanos en Putina. Para plantear las propuestas determinó que los suelos tenían baja capacidad portante 1.30 Kg/cm2,

el caudal era 238.36 m3/s, el tirante de agua era 4.037 m. Con dichos datos planteó y comparó las tres alternativas según su funcionalidad, costo y armonía, concluyendo que era más viable una superestructura de sección compuesta.

2.1.3. Antecedentes regionales

A nivel regional no existen antecedentes recientes que tengan similitud con el presente estudio, por lo que se ha tomado como referente:

Barrantes (2017) en su investigación realizó ensayos no destructivos con esclerómetro siendo el valor más bajo 119.5 kg/cm2, el cual está por debajo de la resistencia de diseño 210 kg/cm2, no obstante, el autor afirma que el f'c de diseño debería haber sido 280 kg/cm2, así mismo estimó el IMD semanal de 6293 ve/día, donde el 59.46% era tráfico liviano, por último, modelo la estructura en el software CSI BRIDGE. Con lo que se concluye que el 58.22% de los componentes estructurales presentan patologías y daño estructural, por lo que la vulnerabilidad del puente Pakamuros es alta.

Castro (2014) en su estudio recopiló información de los puentes Pakamuros y Mesones Muro por medio de la observación, análisis hidráulico y ensayos no destructivos como esclerometría, concluyendo que los estribos y losas de ambos puentes todavía ofrecen la resistencia requerida, por tanto, la super y subestructura del puente Mesones está en regulares condiciones de conservación, mientras que el puente Pakamuros presenta subestructura en mal estado, notándose el desprendimientos de las aletas de los estribos del puente además de socavación local en el estribo izquierdo.

Bodadilla (2014) como parte de su disertación realizó pruebas de esclerometría verificando que los componentes estructurales cumplen con el ET, así mismo según la "Guía de inspección de puentes" este se califica en un grado

3, nivel de severidad media, no obstante, según el análisis hidráulico para un Tr de 500 años el caudal máximo es 420 m3/s, con un volumen de sedimentos acumulados en el estribo izquierdo de 69 m3 y profundidad de socavación de 1.21 m, sobrepasando en 0.21 m a la cimentación, por lo que concluyó que ocasionará asentamiento diferencial.

Moreno (2013) en su investigación determinó el nivel de deterioro de la estructura, del "Puente Orellana", siendo regular, por el aumento del tránsito vehicular, deformaciones, corrosión de los elementos de acero y socavación.

Polanco (2013) en su investigación mediante la observación directa y la aplicación de formatos de evaluación identifico la presencia de fallas en la sub y superestructural del puente Chonta, por lo que lo calificó como estado malo, con una ponderación de 3 según la "Guía de inspección de puentes" del MTC, y en la categoría B según la "Noma Mexicana".

2.2. Marco teórico

2.2.1. Obras de arte

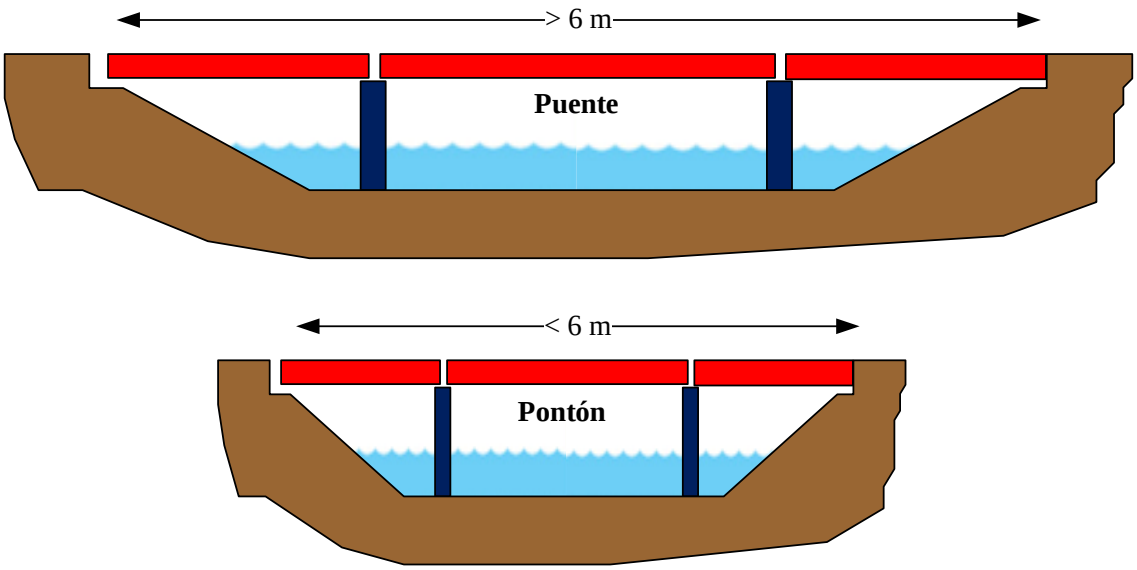
Obras que buscan tener control sobre la evacuación del agua pluvial y la canalización de los cursos de agua fluvial permanentes y temporales (Subgerencia de Caminos, Forestal Arauco, 2018). En una carretera pueden ser:

Puente. Obra que atraviesa un obstáculo, brindando continuidad en una vía, permite unir dos puntos inaccesibles horizontal o verticalmente. Los puentes están integrados por la superestructura, sub estructura y cimentación (Rodríguez, 2017).

Pontón. Estructura que permite atravesar un obstáculo tal como un puente, pero tienen como diferencia la longitud de cruce, puesto que lo pontones cubren distancias menores que los puentes (Mendoza, 2020). El MTC (2018) define a un puente, como, una estructura: con luz libre, mayor o igual a 6.00 metros.

Figura 2

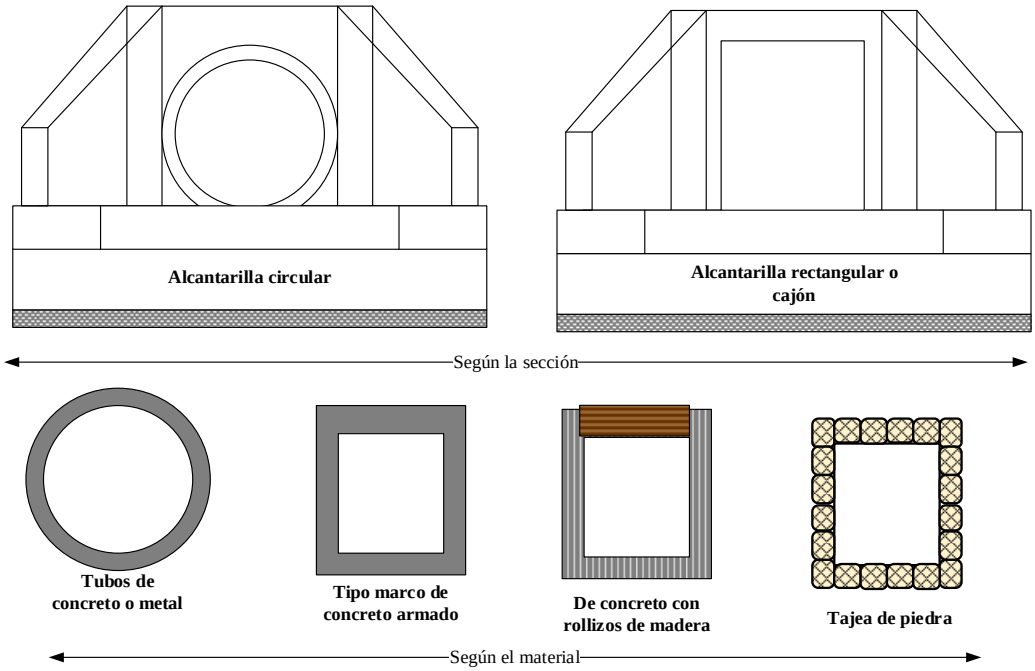
Puentes y Pontones



Alcantarillas. Canal cubierto, de corta longitud, que conduce el agua a través de un terraplén (Quispe, 2008). Puede llevar aguas de creciente, drenaje, corrientes naturales por debajo de la estructura de relleno, etc. (Carrasco, 2014).

Figura 3

Tipos de Alcantarillas

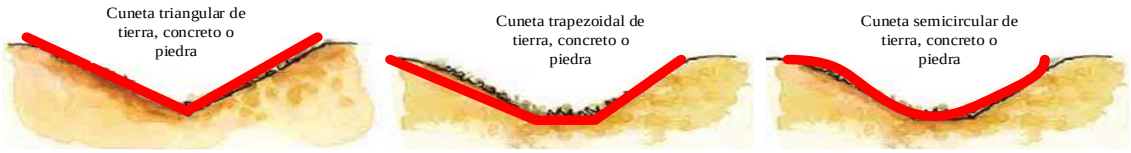


Badenes. Permite el paso vehicular, sobre quebradas de flujo estacional o menor, pero también, dan paso del agua sobre la faja de rodamiento (MTC, 2018).

Cunetas. Canales abiertos triangulares, trapezoidales o rectangulares construidos de lado a lo largo de la ruta, para transportar escurrimientos superficiales y subsuperficiales (Saldaña y Mera, 2014).

Figura 4

Tipos y Formas de Cunetas



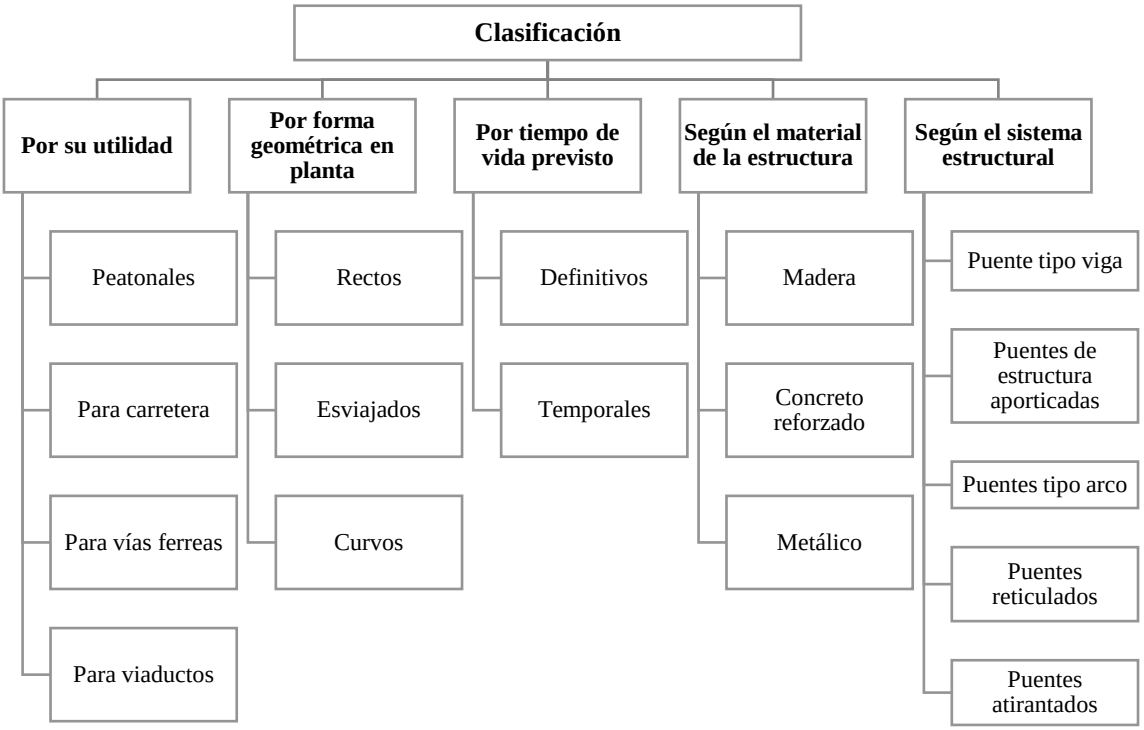
2.2.2. Puentes y pontones

Estructura que permiten la continuidad de una ruta través de un obstáculo natural (río, quebrada, lago o mar) o artificial, cuando se trata de una obra antrópica (Barrantes, 2017).

Los puentes según su utilidad pueden ser, peatonales, para carreteras, para vías férreas, para paso de tubería o viaductos. Según su forma geométrica en planta, pueden ser rectos, esviajados o curvos. Según el tiempo de vida previsto pueden ser puentes definitivos (Vida de servicio de 75 años) o temporales (no mayor de 5 años). El material de la estructura principal de un puente puede ser madera, concreto reforzado, metálicos, compuestos metal con concreto (MTC, 2018). Además, la calzada puede estar localizada en la vía inferior o superior.

Figura 5

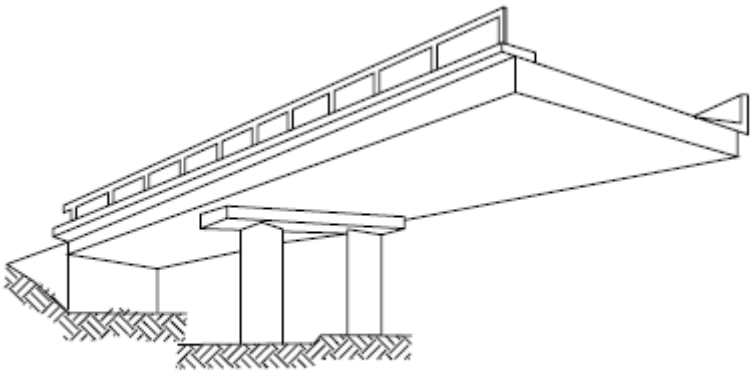
Categorización de Puentes



Otra categoría de clasificación es el sistema estructural, estos pueden ser: **Puentes tipo viga**, son las más comunes y sencillos, pueden ser a) simplemente apoyados, de losa maciza o de losa – viga, b) puentes en voladizo con apoyo interno o externo y c) puentes de vigas continuas; **puentes de estructura aporticadas**, unión rígida entre la estructura y los pilares y/o estribos, existen diferentes tipos de estructuras aporticadas; **puentes tipo arco**, en este caso la estructura principal es el arco, los arcos pueden ser: tri articulados, biarticulados, biarticulados con desplazamiento libre, y empotrados; **puentes reticulados**, conformado por dos retículos planos paralelos, el retículo está formado por el ensamblaje triangular de elementos rectos, p**uentes colgantes**, estructura para cubrir grandes luces, lo forman cables curvos que soportan y transmiten las cargas por medio de péndolas, a las torres y a los macizos de anclaje; p**uentes atirantados**, son más rígidos, viga colgada de tirantes que van directamente hacia las torres (Seminario, 2004).

Figura 6

Puentes Tipo Losa

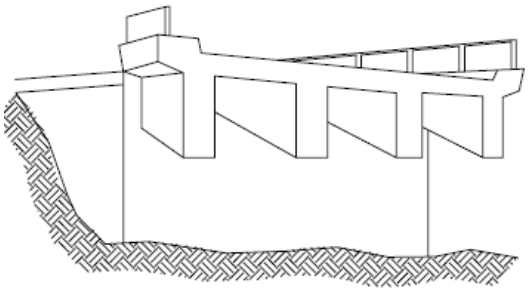


PUENTE LOSA

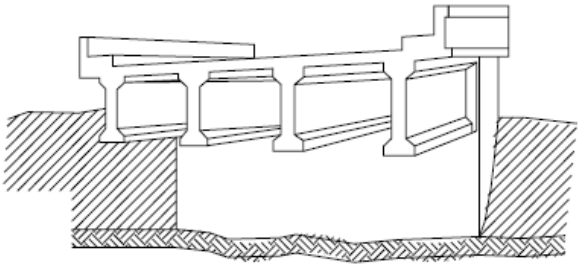
Nota: (MTC, 2006).

Figura 7

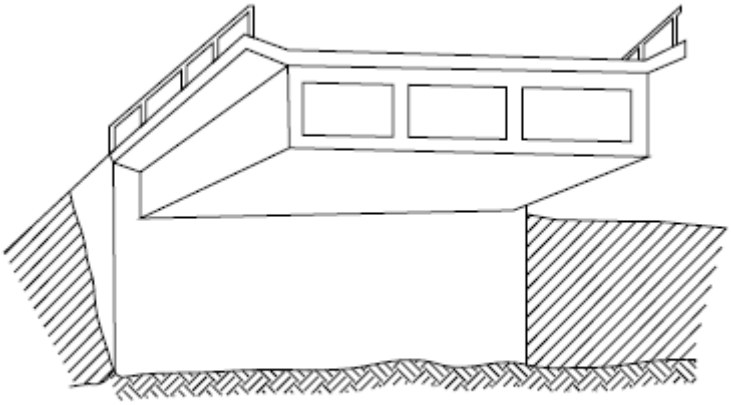
Puentes Tipo Losa con Vigas



PUENTE LOSA CON VIGA C.A.



PUENTE LOSA CON VIGA EN C°PRETENSADO

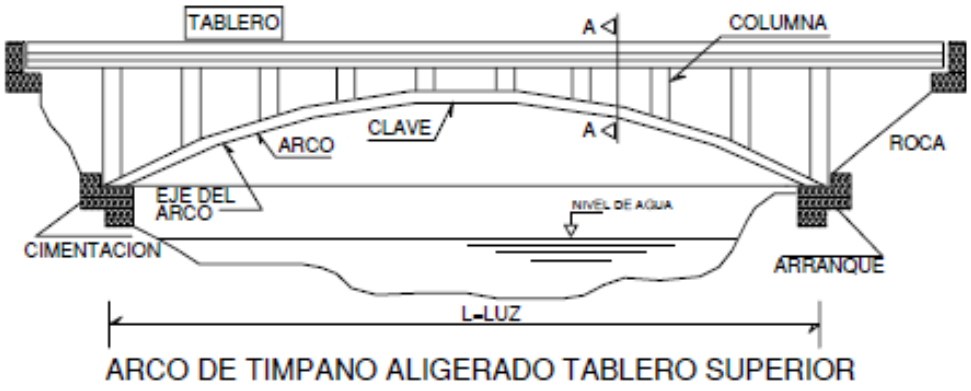


PUENTE VIGA CAJON

Nota: (MTC, 2006).

Figura 8

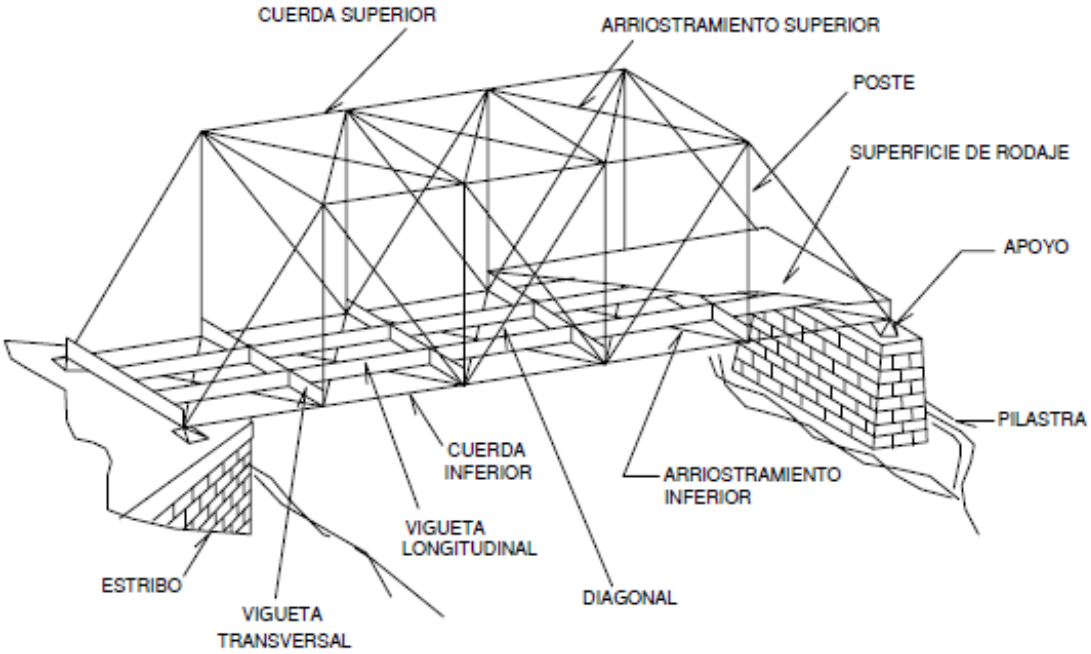
Puentes Tipo Arco



Nota: (MTC, 2006).

Figura 9

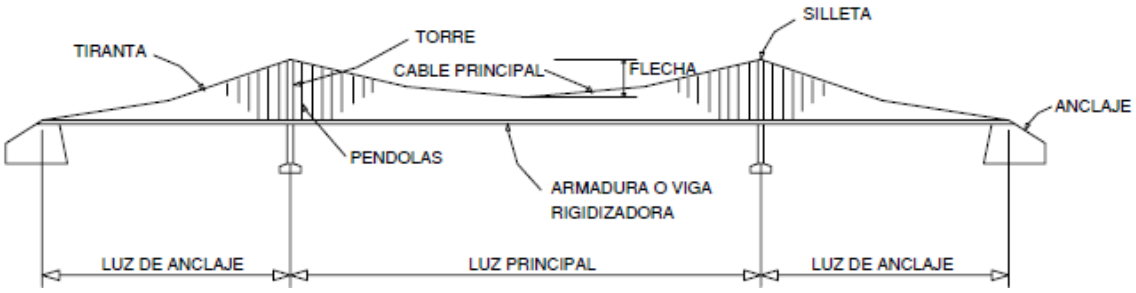
Puentes Tipo Reticulados



Nota: (MTC, 2006).

Figura 10

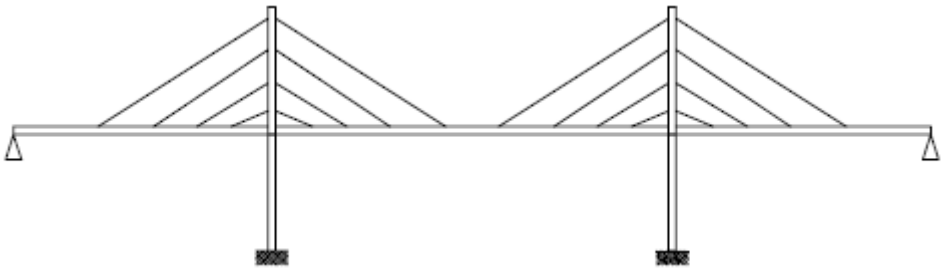
Puentes Tipo Colgantes



Nota: (MTC, 2006).

Figura 11

Puente Tipo Atirantados



Nota: (MTC, 2006).

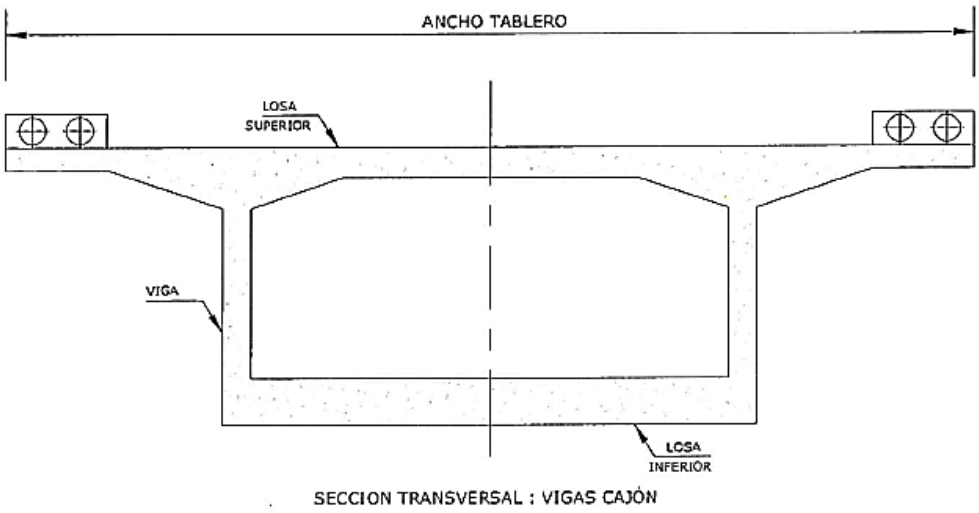
De los puentes clasificados según el sistema estructural, mencionados anteriormente por Seminario (2004), en el presente estudio se han observado puentes: tipo ducto cajón, tipo arco, tipo losa y tipo viga losa, siendo así, este tipo de puentes serán descritos con mayor detenimiento.

2.2.2.1.Puente ducto de cajón

Es una estructura de pequeña disposición, que se usa en rutas vecinales o vías principales, que son atravesadas por microcuencas, donde los caudales no son desproporcionados; cumplen tres funciones, lograr contener la socavación lateral, sirven como obra de drenaje y cumple la funcionalidad de puente. Este tipo de puentes cuya estructura es de concreto armado (formado por losa superior, vigas y losa inferior) son más económicos y fáciles de construir, que otros puentes de diferente configuración (Sinchire, 2019).

Figura 12

Elementos de un Puente Tipo ducto Cajón



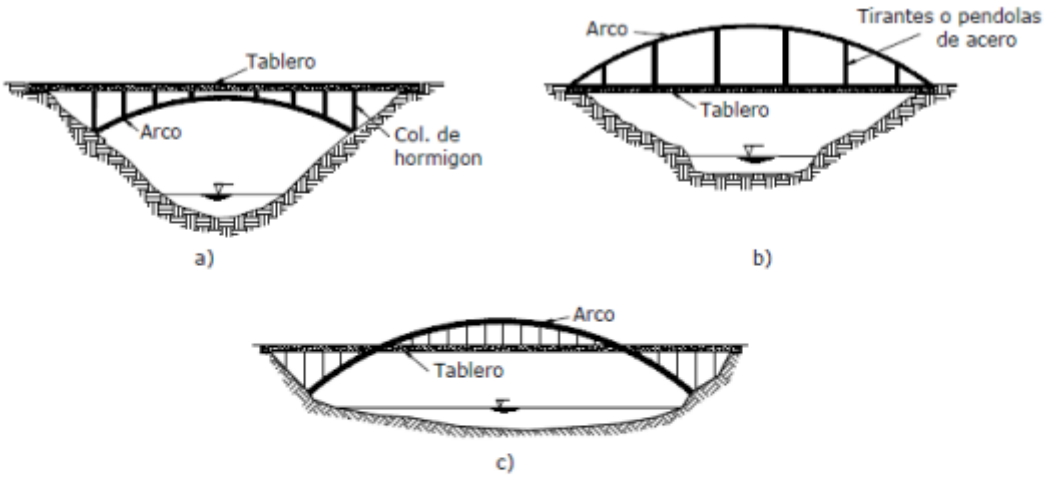
Nota: (MTC, 2018).

2.2.2.2.Puente tipo arco

Son aquellas estructuras que van de un punto a otro en forma de arco, trabajan transmitiendo el peso del propio puente y las sobrecargas de uso hacia los apoyos. El puente se integra en su superestructura por el tablero y el arco, mientras que, en la subestructura, por pilas y estribos con sus cimentaciones, asegurando la transmisión de las cargas desde el sistema primario hasta el terreno. Los puentes de arco, pueden estar construidos con arcos de mampostería, de concreto o de acero; según sus uniones pueden ser de una articulación, biarticulados, tri articulados y empotrados, de acuerdo a la posición del tablero pueden trabajar por encima, por debajo o a nivel intermedio del tablero (Ccora, 2019).

Figura 13

Tipos de Puentes Arco



Los puentes tipo arco, pueden ser: a) tablero superior (las cargas se transmiten directamente al arco, con elementos a compresión, denominados montantes), b) tablero inferior (las cargas son transmitidas directamente al arco con elementos de tensión, denominados tirantes o tensores), c) tablero intermedio (es la acción conjunta de lo descrito anteriormente).

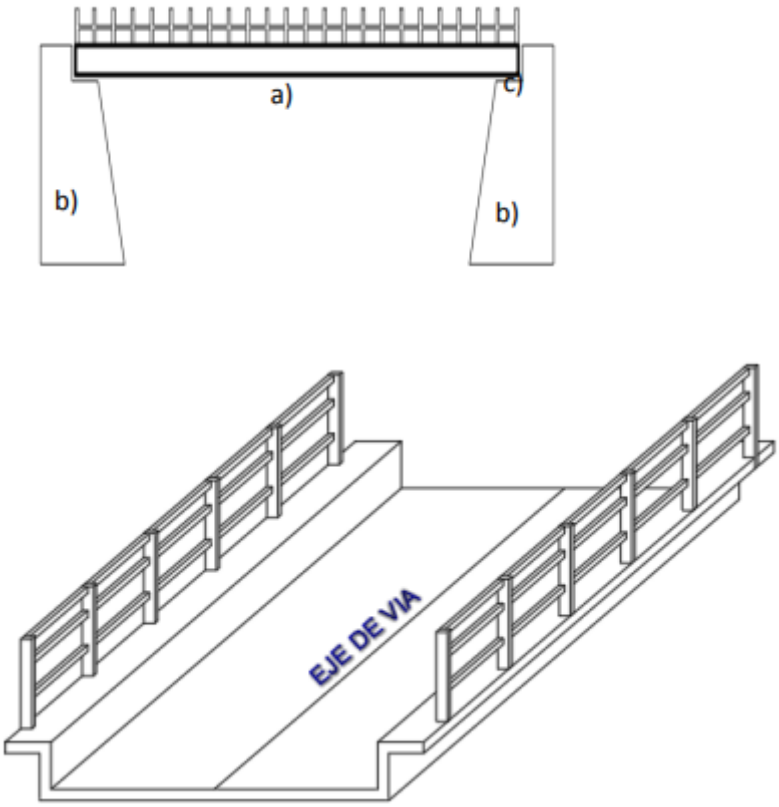
Nota: (Ccora, 2019).

2.2.2.3.Puente tipo losa

Es una estructura de concreto armado destinada a cubrir luces menores a 12 m, está conformada por la superestructura, integrada por el tablero o losa, cajuela, barandas, veredas, y por la subestructura, donde están los estribos y la cimentación. En los puentes de losa, estos elementos soportan la carga y se apoyan simplemente en ambos extremos del puente. Cada pilar soporta la mitad del peso y transfiere la carga al suelo. El suelo debe ser lo suficientemente resistente como para soportar el peso de toda la estructura (Rodriguez, 2019).

Figura 14

Partes del Puente Losa



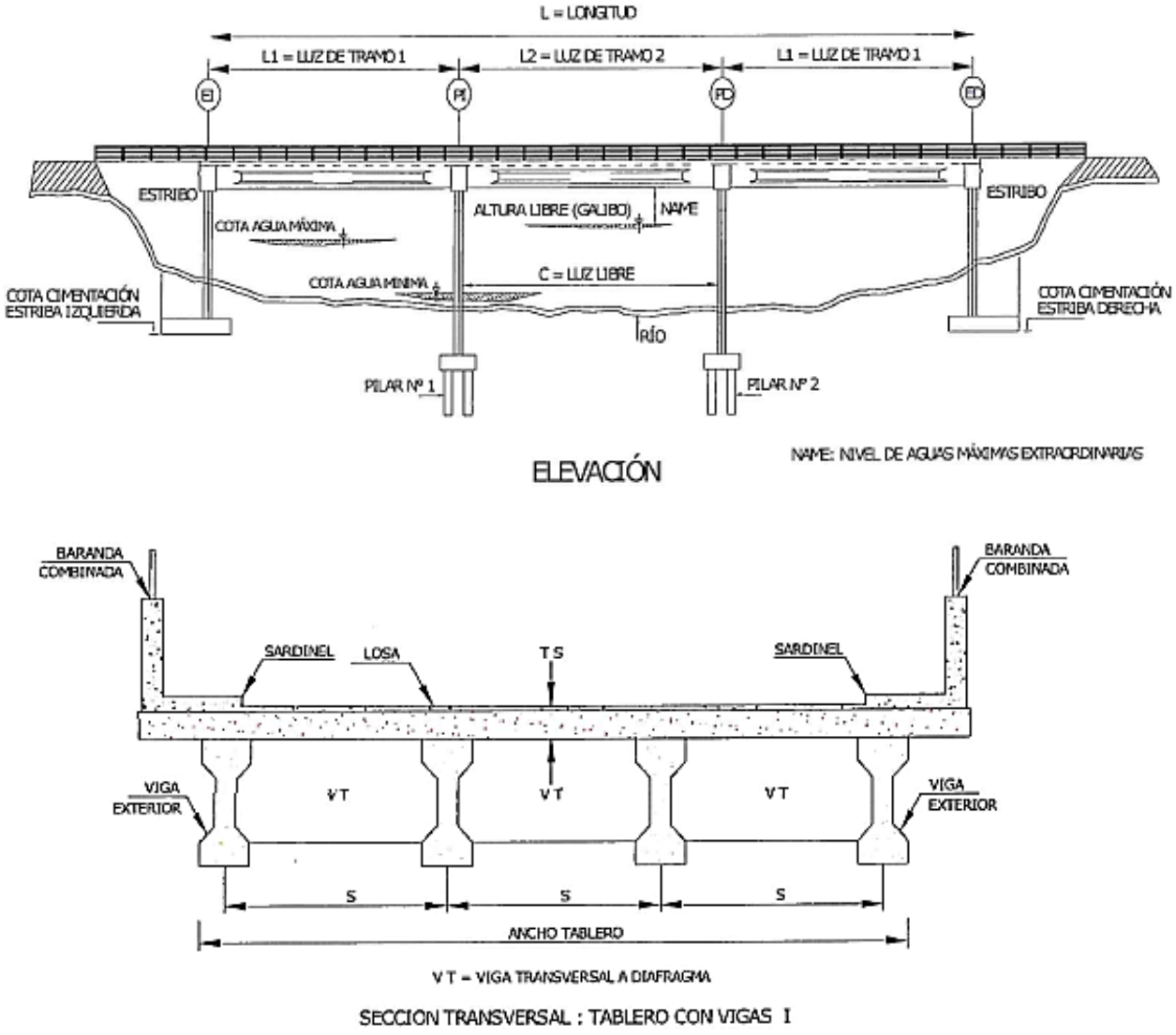
Nota: Se muestra las partes del puente losa: a) Tablero, b) Estribos, c) Cajuelas, y la vista isométrica del puente losa (Rodriguez, 2019, p. 32).

2.2.2.4.Puentes tipo viga losa

Puente formado por losa, vigas, estribos y pilares, cimentación, sistemas de apoyos y juntas, y obras complementarias, tales como, barandas, separadores, drenaje, entre otras (Seminario, 2004). Los componentes del puente tipo viga losa son la superestructura, integrada por vigas y losas, y la subestructura integrada por los estribos, pilares y cimentación.

Figura 15

Elementos del Puente Tipo Viga Losa



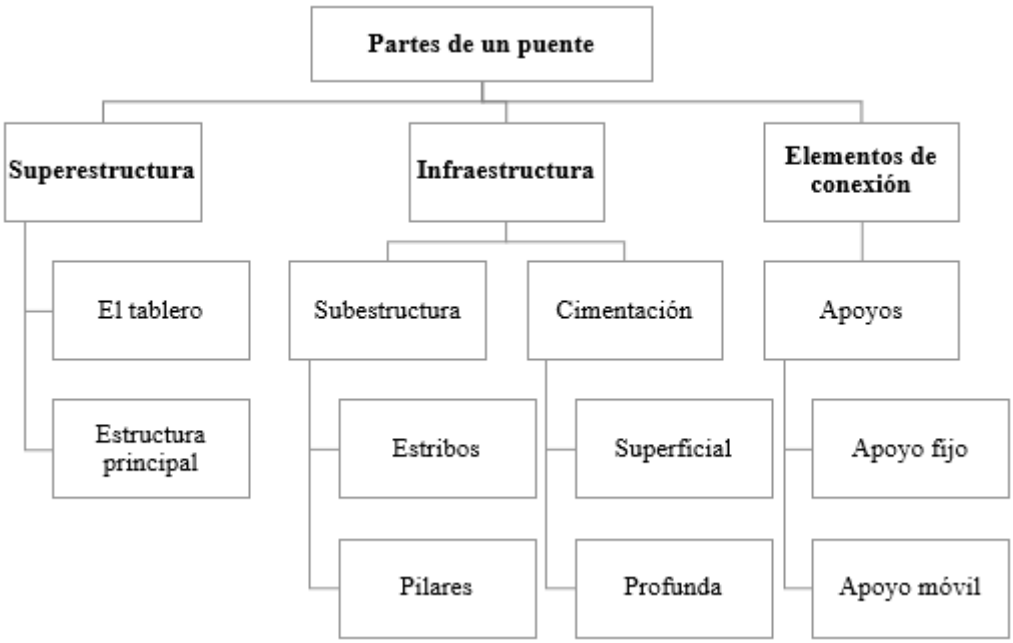
Nota: (MTC, 2018).

2.2.3. Elementos de un puente

Consta, básicamente, de la superestructura, infraestructura (subestructura y cimentación) y elementos de conexión.

Figura 16

Elementos estructurales de un Puente



Nota: Adaptado de (Huallpa, 2015).

2.2.3.1. Superestructura

Sistema estructural conformado por losa y vigas. La losa soporta el tránsito vehicular y peatonal, mientras que las vigas soportan a la losa, según su sección transversal puede ser rectangular, tee, I, cajón, entre otras (Condori e Itusaca, 2017). En un puente tipo losa la estructura principal y el tablero lo constituyen la misma losa, mientras que un puente tipo viga losa, la estructura principal son las vigas y el tablero viene a ser la losa (Huallpa, 2015).

2.2.3.2. Infraestructura

Integrado por la subestructura (pilares y estribos) y la cimentación, que transmite los esfuerzos al suelo (Huallpa, 2015).

Subestructura. Conformado por los estribos (apoyos extremos) o pilares (apoyos centrales), soportan a la superestructura, y trasferir las cargas a la cimentación, y

está a la vez la transmite al terreno. Los estribos son muros de concreto simple o de armado, como muros en voladizo o contrafuertes (Condori e Itusaca, 2017).

Cimentación. Puede clasificarse en profunda y superficial (zapatas aisladas, combinadas, conectadas), está última, se utiliza si el estrato portante adecuado se alcanza por medio de la excavación, pero cuanto este procedimiento no es práctico, se realizan cimentaciones profundas (Huallpa, 2015).

2.2.3.3.Elementos de conexión

Son elementos analizados y diseñados cuidadosamente para conectar la super y la sub estructura, denominados dispositivos de apoyo, son utilizados en puentes simplemente apoyados y continuos (Huallpa, 2015).

Apoyos y juntas. Trasfieren las cargas de la superestructura a la subestructura, así mismo, limitan o consienten los movimientos traslacionales o rotacionales de la estructura (Seminario, 2014). Los apoyos pueden ser: (Huallpa, 2015)

Apoyos fijos, admiten rotaciones, pero restringen los movimientos rotacionales.

Apoyos móviles, admiten movimientos traslacionales y rotacionales, pueden ser de caucho natural o sintético (neopreno).

2.2.3.4.Obras complementarias

Aseguran la perpetuación de las estructuras y brindan seguridad al tráfico. Algunas de estas obras son: barandas, separadores, bermas, iluminación, señalización, drenaje, pavimentación, etc. (Seminario, 2014).

2.2.4. Condición global y funcionalidad técnica de puentes

La condición de los puentes del Perú, cambia ampliamente con el paso del tiempo, por lo que generalmente presentan daños ocasionados por su antigüedad y la falta de mantenimiento adecuado. La “Guía para inspección de puentes” (MTC, 2006)

tiene por fin constatar el estado de los componentes de las obras de arte para la toma de decisiones, que mantengan la transitabilidad (MTC, 2006).

Figura 17

Flujograma del Proceso Descrito en la "Guía para Inspección de Puentes"



Nota: Adaptado del (MTC, 2006).

2.2.4.1. Condición global

El análisis de la condición global del puente indica su estado de conservación, y se califica este según ese estado, así mismo, puede incluir el análisis de seguridad, donde se identifica la resistencia actual de los componentes estructurales del puente (Muñoz-Barrantes et al., 2015). El MTC (2006), argumenta que, la inspección debe ser visual y física.

La **inspección visual** permite la cuantificación de daños en el puente, por medio de la verificación de la presencia de agrietamiento, corrosión, deformación y flechas en la estructura del puente (Barba y Molina, 2012). Así mismo, determina el estado visual del curso de agua, es decir verifica el nivel de agua mínimo y máximo observado en campo, la posible acumulación de sedimentos o rasgos de socavación en los elementos estructurales (MTC, 2006). La inspección visual permite la calificación de daños en el puente (Aguayo, 2017).

La **inspección física**, es aquella que por medio de la realización de exámenes físicos que pueden ser destructivos o no destructivos determina el estado de los componentes estructurales como madera, acero o concreto (MTC, 2006).

2.2.4.2. Funcionalidad técnica frente al aumento del caudal

La funcionalidad de un puente se determina en base a que pueda mantener su estado de operación frente a fenómenos naturales adversos, en el caso del estudio se analiza su funcionalidad técnica frente a factores hidráulicos. Siendo así la profundidad del agua que fluye y su velocidad a través del puente son parámetros críticos para analizar la carga hidrodinámica en puentes. El modelo hidráulico HEC-RAS se utiliza para realizar el análisis hidráulico del río (Al y John, 2014).

2.2.5. Inspección visual de puentes

Son todas aquellas acciones que permiten detectar fallas existentes en las estructuras del puente, para proponer acciones de mantenimiento. Al menos una (1) vez al año, deben identificarse y evaluarse daños en puentes (MTC, 2006).

2.2.5.1. Inspección a componentes de madera

Visualmente se identificará la extensión de daños, como: pudrición, humedad, excesiva deflexión, grietas y otros, para documentarlos en el reporte (MTC, 2006).

2.2.5.2. Inspección a componentes de concreto

Se registra la longitud, dirección, localización y extensión de cada uno de los daños observados en la obra de arte (MTC, 2006).

2.2.5.3. Inspección a componentes de acero

Se observa las dables ubicaciones de fisura. Los daños usuales son: corrosión, daños por colisión y sobre esfuerzos (MTC, 2006).

2.2.5.4. Componentes sumergidos

Se precisa dispositivos especiales para examinar los elementos sumergidos (MTC, 2006). Como los cimientos suelen ser inaccesibles, los posibles fallos deben detectarse indirectamente en forma de señales de superestructura, movimientos excesivos y grietas (Barba y Molina, 2012).

2.2.5.5. Tableros

Los defectos más comunes son desgaste, escama, grietas de flexión, corrosión de la armadura y daño por contaminación química (MTC, 2006).

2.2.5.6. Juntas

Los daños son producidos por impacto vehicular, clima extremo y acopio de suelo y escombros (MTC, 2006).

2.2.5.7. Apoyos

Pueden tornarse inoperativos por desgaste, acopio de basura y otras obstrucciones. Los daños en placas de apoyos elastoméricos, son excesivo abultamiento, rompimiento, corte y falla por corrimiento (MTC, 2006).

Figura 18

Daños en Componentes de Concreto



Nota: Adaptado del (MTC, 2006).

2.2.5.8.Cuantificación de los daños en la inspección de puentes

La condición del puente, es estandariza de 1 a 5, según la Tabla 1. En base a estos datos, podrán planearse labores de mantenimiento (MTC, 2006).

Tabla 1

Criterios de Calificación de la Condición Global del Puente

Calificación	Descripción de la condición
0	Muy bueno: No se observa problemas
1	Bueno: Hay problemas menores. Algunos elementos muestran deterioro sin importancia
2	Regular: Los elementos primarios están en buen estado, pero algunos secundarios muestran deterioro, algo de pérdida de sección, grietas, descascaramiento o socavación pérdida de sección avanzada.
3	Malo: La pérdida de sección, deterioro o socavación afectan seriamente a los elementos estructurales primarios. Hay posibilidad de fracturas locales, pueden presentarse rajaduras en el concreto o fatigas en el acero.
4	Muy Malo: Avanzado deterioro de los elementos estructurales primarios. − Grietas de fatiga en acero o grietas de corte en el concreto − La socavación compromete el apoyo que debe dar la infraestructura. − Conviene cerrar el puente a menos que este monitoreado.
5	Pésimo: Gran deterioro o pérdida de sección presente en elementos estructurales críticos. − Desplazamientos horizontales o verticales afectan la estabilidad de la estructura − El puente se cierra al tráfico, pero con acciones correctivas se puede restablecer el tránsito de unidades ligeras.

Nota: (MTC, 2006).

2.2.6. Inspección física

Para la inspección física según el MTC (2006), se pueden utilizar técnicas destructivas y no destructivas según el componente de análisis: madera, concreto, acero u otros. Los exámenes físicos más usuales son:

Tabla 2

Exámenes Físicos más Usuales para Puentes

Tipo de componente	Técnicas destructivas	Técnicas no destructivas
Madera	Perforaciones	Punzón de prueba
		Prueba de velocidad de pulso sónico
		Medidores manuales de humedad
Concreto	Testigos	Esclerometría
	Cadena arrastrada	Sondeo con martillo (martilleo)
		Pulso ultrasónico
Acero	Placas de muestra	Tintes de penetración
	Holografía acústica	Partículas magnéticas
		Pruebas ultrasónicas
		Inspección radiográfica

Nota: Adaptado del (MTC, 2006).

2.2.6.1.1. Pruebas no destructivas en concreto: Esclerometría

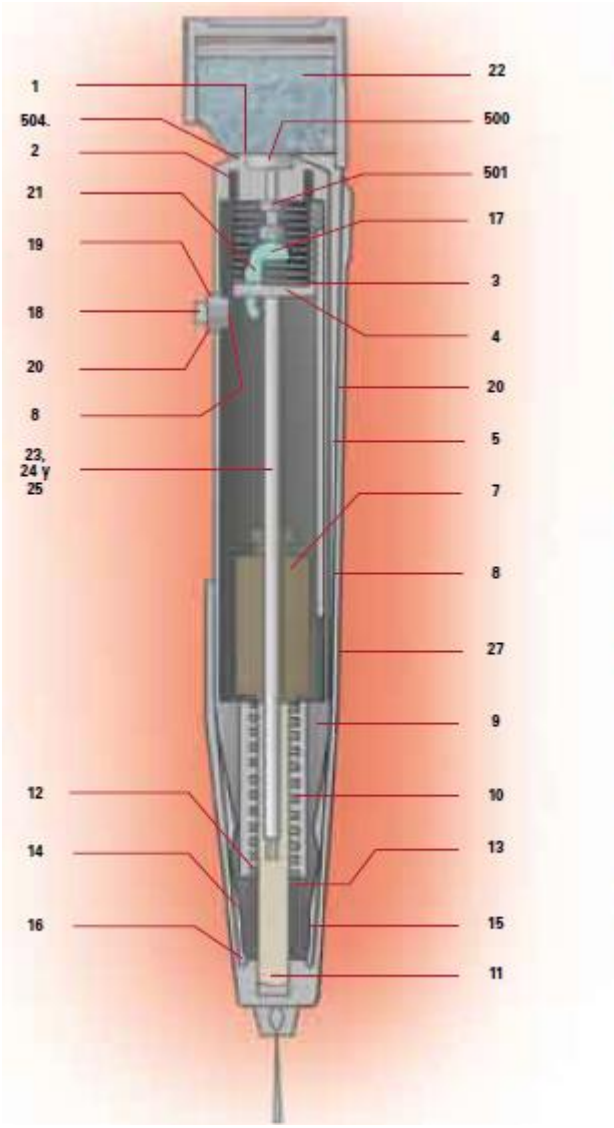
El ICCG (2018) argumenta que, las pruebas no destructivos, no dan perjuicio en la estructura; pero estiman la resistencia del concreto endurecido de manera fiable. La esclerometría, es una prueba comparativa, útil para detectar transiciones o cambios en el comportamiento del concreto, pero que maneja una alta incertidumbre, pero tiene un bajo costo de ejecución, esta normado por la norma ASTM C805 (Dámazo, 2006).

Este ensayo determina la dureza de la superficie del concreto midiendo la resistencia de la superficie del concreto golpeando la superficie de la muestra con un martillo ligero formado por pequeños cilindros de acero duro (Vélez, 2019).

Según Vélez (2019), los tipos de esclerómetro más usuales son: El martillo Schmidt (es el más usado por su simplicidad y inferior precio), el martillo tipo NR (los valores de rebote se graban en un rollo de papel encerado), el martillo tipo OS-120 (único martillo de rebote que trabajo con el sistema pendular), martillo tipo L/LR (opera con energía de impacto baja, siendo la opción ideal para ensayos de tabiques delgados, con un espesor entre 2” a 4”).

Figura 19

Corte Longitudinal del Esclerómetro C 181 N



Piezas de recambio

1. Tapa.
2. Resorte de presión.
3. Resorte del cerrojo.
4. Disco.
5. Barra guía.
   ó. Placa de lectura.
7. Martillo.
8. Barra de desplazamiento.
9. Cuerpo del esclerómetro.
10. Resorte de percusión.
11. Barra de percusión.
12. Resorte amortiguador.
13. Fijación exterior del resorte.
14. Abrazadera de precisión.
15. Casquillos.
16. Junta de filtro.
17. Cerrojo.
18. Carcas del pulsador.
19. Botón pulsador.
20. Resorte del botón pulsador.
21. Piedra abrasiva.
23, 24 y 25 Etiqueta adhesiva en metal con escala en MPa-kg/cm² – PSI.
26. Ventana-Escala graduada.
27. Carcasa de plástico
500. Tornillo.
501. Tuerca regulable.
502. Eje del cerrojo.
504. Anillo elástico.

Nota: (Imcyc, 2009, p. 69).

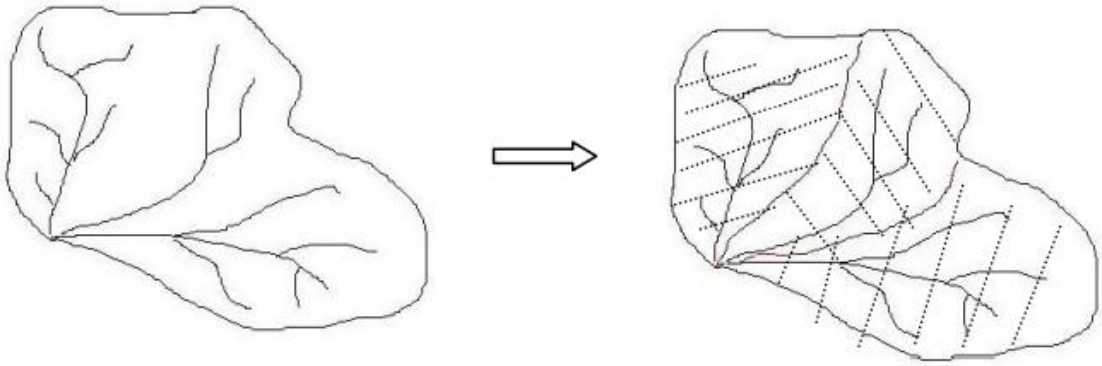
2.2.7. Análisis hidráulico

2.2.7.1. Parámetros geomorfológicos de la cuenca

La cuenca, es el plano de terreno, que lleva sus aguas y escorrentía, al mismo punto de desembocadura (Ibáñez et al, 2011).

Figura 20

Subdivisión de una Cuenca Hidrográfica en Microcuencas



Nota: (Ibáñez et al, 2011).

Los parámetros geomorfológicos, son los datos, que se deben saber para tener idea del entorno y comportamiento de la cuenca (Ibáñez et al., 2011).

Área de la cuenca (A). Espacio delimitado por la curva del perímetro (P) (Robles y Vega, 2014).

Tabla 3

Categorización de los Sistemas Hidrológicos

Unidad hidrológica	Área (km2)		N° d orden		
Micro cuenca	10	100	1	2	3
Sub cuenca	101	700	4	5	
Cuenca	Más	700	5 +		

Nota: (Ortiz, 2004).

Longitud del cauce principal (L). Trayecto horizontal del río principal.

Coeficiente de compacidad (k). Denominado índice de Gravelius, atañe el contorno de la cuenca, con el contorno de un círculo que contenga la misma área (Morales et al, 2019).

$$K = 0.282 \frac{P}{\sqrt{A}} \quad (1)$$

En la ecuación 1, el coeficiente de compacidad (k), es la relación entre el perímetro y la raíz cuadrada del área, multiplicada por 0.282.

Tabla 4

Formas de la Cuenca según K

Clase de forma	Índice de compacidad (K)		Forma de la cuenca
I	1	1.25	Casi redonda a oval / redonda
II	1.26	1.5	Oval redonda a oval oblonga
III	1.51	1.75	Oval oblonga a rectangular / oblonga

Nota: Adaptado de (Ortiz, 2004).

Factor de forma (F). Dependencia entre la superficie de la cuenca y la superficie de un cuadrado de longitud del cauce principal (Morales et al, 2019).

$$F = \frac{A}{L^2} = \frac{A^{-0.136}}{2} \quad (2)$$

En la ecuación 2, el factor de forma (F) es igual a la división del área (A) y el cuadrado de la longitud del curso principal (L).

Coeficiente orográfico (Co). Crece mientras que la altura media del relieve se acrecienta y la proyección del área de la cuenca se reduce (Ortiz, 2004).

$$Co = \frac{H^2}{A} \quad (3)$$

En la ecuación 3, el coeficiente orográfico (Co), es igual a la división del cuadrado de la altitud media del relieve (H) entre el área de la cuenca (A).

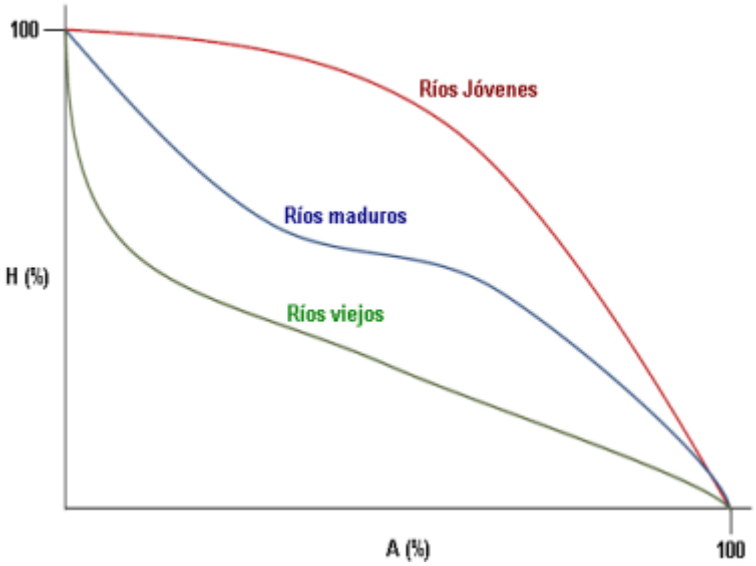
Altitud media (H). Ponderado de las altitudes de la cuenca. Se puede determinar: matemáticamente o gráficamente, con la curva hipsométrica, debido a que, la altitud media, se precisa como la ordenada media (Ortiz, 2004).

$$H = \frac{1}{A}\sum_{i=1}^{n} Hi \times Ai \quad (4)$$

Ecuación 4, se estima la altitud media (H), donde Hi es la altura correspondiente al área acumulada Ai encima de la curva Hi, A es el área de la cuenca y N es el número de áreas parciales.

Figura 21

Cambio de la Curva Hipsométrica según Edad del Cauce



Nota: La curva hipsométrica representa el área drenada variando con la altura de la superficie de la cuenca. (Ibáñez, et al., 2011).

Pendiente de la cuenca (Sc). Media de las pendientes de la cuenta (Ortiz, 2004).

$$Sc = \frac{C}{A}\sum_{i=1}^{n} li \qquad (5)$$

Ecuación 5, la pendiente de la cuenca Sc, es el cociente de la distancia entre curvas de nivel (C) y el área de la cuenca (A), que multiplica a la suma de las longitudes de cada curva de nivel li.

Tabla 5

Categorización de las Cuencas según la Pendiente Media

Pendiente %		Clase
0	3	Plano
3	7	Suave
7	12	Mediano
12	20	Accidentado
20	35	Fuerte
35	50	Muy Fuerte
50	75	Escarpado
>	75	Muy escarpado

Nota: (Ortiz, 2004).

Pendiente del cauce principal (So). Media de las pendientes del río (Ortiz, 2004).

$$So = \left[\frac{\sum_{i=1}^{n} li}{\sum_{i=1}^{n}\left(\frac{li}{Si}\right)^{1/2}}\right]^{2} \quad (6)$$

Ecuación 6, fórmula para valorar la pendiente del cauce principal So, donde li es la longitud de cada tramo de pendiente Si, y n es el número de tramos de similar pendiente.

Tiempo de concentración (Tc). Denominado tiempo de equilibrio, representa el tiempo que toma la partícula más lejana, en llegar al punto emisor (Ortiz, 2004).

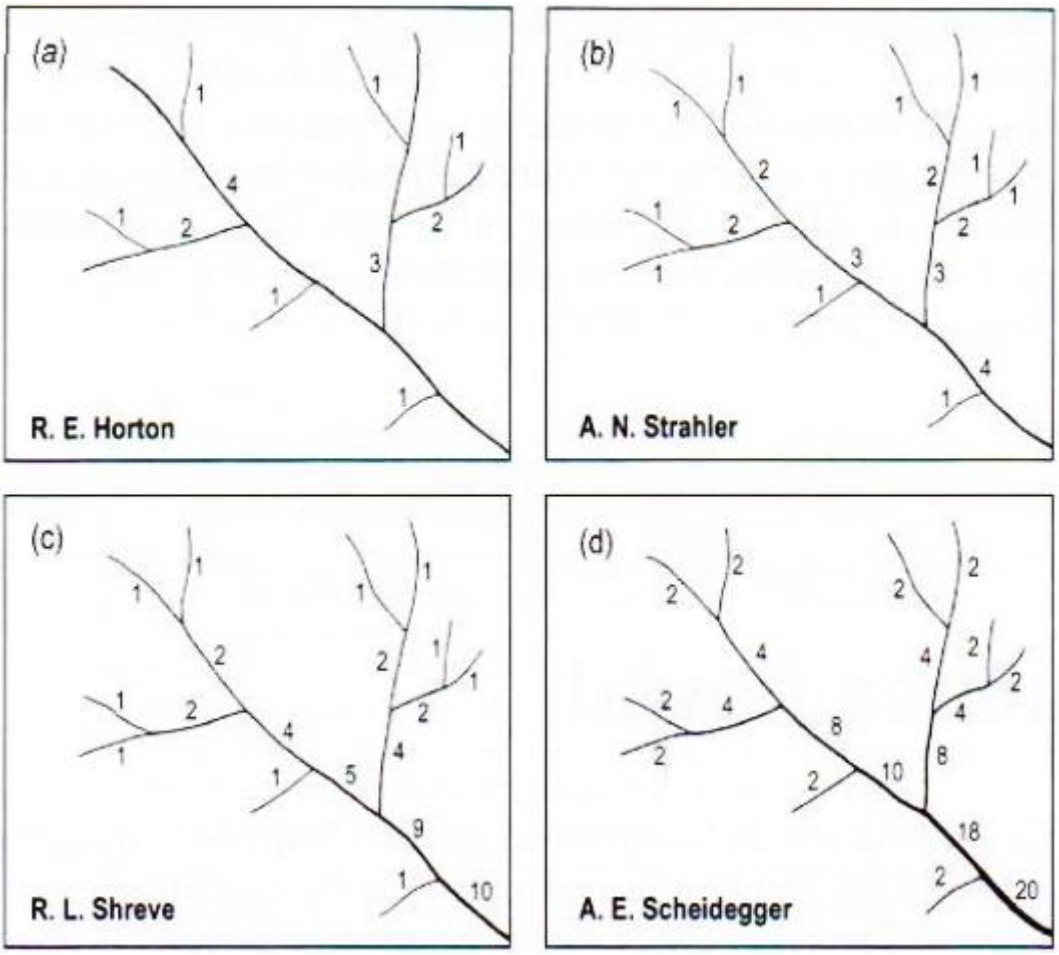
$$Tc = 0.020 \times L^{0.75} \times S^{-0.40} \quad (7)$$

Ecuación 7, ecuación de Kirpich para determinar el tiempo de concentración, donde L es la longitud del curso mayor en metros, y S es la pendiente del cauce principal.

Número de orden de la cuenca (N). Número de ramificaciones del drenaje. Existen diferentes criterios para el orden de una cuenca, entre ellos el criterio de Schumn y Horton (Ortiz, 2004).

Figura 22

Métodos de Ordenación de los Segmentos y Cursos Fluviales



Nota: (Ibáñez, et al., 2011).

2.2.7.2.Precipitaciones pluviales

"Toda forma de humedad que, originándose en las nubes, llega hasta la superficie del suelo" (Villón, 2002). Agua de origen atmosférico que cae, como: llovizna, lluvia o garúa, o como nieve o granizo (Gutiérrez, 2014).

La precipitación se calcula en término de altura de lámina de agua (mm), para su medición es común el uso de pluviómetros y pluviógrafos (Villón, 2002).

$$Pmed = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} Pi \qquad (8)$$

En la ecuación 8, la precipitación media, es igual a la división de la unidad entre el número de estaciones, por la sumatoria de las precipitaciones de la estación i.

Para determinar los datos pluviométricos que serán utilizados, se tiene que definir la estación o estaciones que se ubican dentro de la cuenca y el área de influencia que estás ocupan para ello existen dos métodos determinísticos usuales: Método de Thiessen y método de Isoyetas (Gutiérrez, 2014).

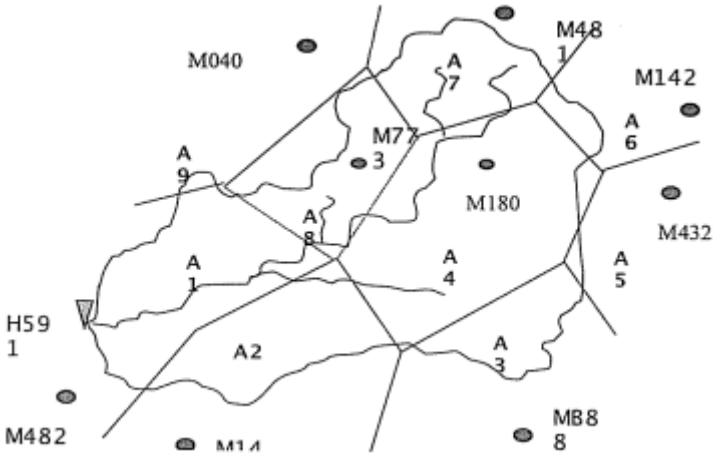
Método de Thiessen. Poligonación de la cuenca y ponderación de la lluvia en función de las áreas de influencia (Gutiérrez, 2014).

$$\bar{P} = \frac{\sum_{i=1}^{n} ai \times Pi}{A} \quad (9)$$

En la ecuación 9, se muestra la estimación de la precipitación, donde ai es el área de influencia del polígono de cada pluviómetro, Pi la precipitación de cada pluviómetro que corresponde a cada una de las áreas de influencia y A es el área total de la cuenca.

Figura 23

Precipitación Promedio, Polígono de Thiessen



Nota: (Gutiérrez, 2014).

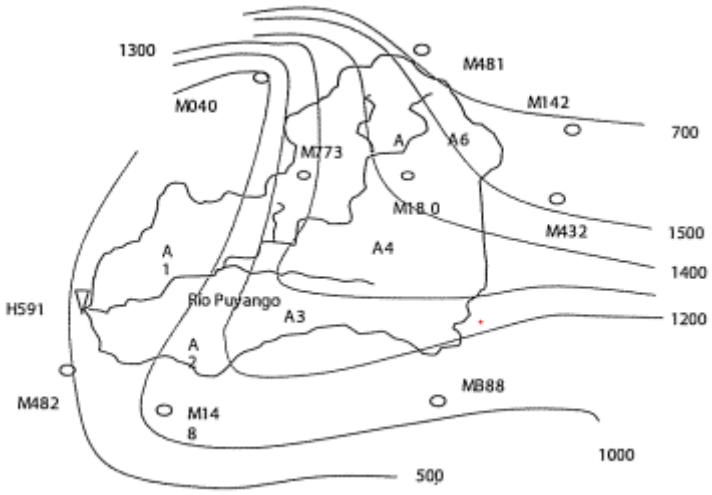
Isoyetas. Curvas que unen puntos de igual precipitación (Gutiérrez, 2014).

$$\bar{P} = \frac{\sum_{i=1}^{n} ai \times Pi}{\sum_{i=1}^{n} ai} \quad (10)$$

En la ecuación 10, se muestra la estimación de la precipitación, donde ai es el área entre isoyetas, y Pi es el valor medio entre isoyetas.

Figura 24

Precipitación Promedio, Isoyetas



Nota: (Gutiérrez, 2014).

2.2.7.3.Transferencia de información pluviométrica

Se selecciona una estación pluviométrica cercana a la cuenca, o se determina esta por el polígono de Thiessen o método de las isoyetas. La fórmula para la transferencia de la información pluviométrica, surge de la aplicación del teorema Buckingham, para obtener los parámetros adimensionales (Ortiz et al., 2016). La transferencia de información pluviométrica se realiza con la siguiente ecuación: (Ortiz-Vera, 2015, p. 30)

$$\frac{I_o t_o}{H_o} = \frac{I_d t_d}{H_d} \tag{11}$$

En la ecuación 11, se estable una relación entre la intensidad (Io), tiempo (to) y altitud de la estación pluviométrica (Ho) o también denominada cuenca de origen, y la intensidad (Id), tiempo (td) y altitud de la cuenca destino (Hd).

Para intensidad de precipitación pluvial "LT^{-1}" (Ortiz-Vera, 2015, p. 30):

$$I_x = I_e \frac{H_x}{H_e} \tag{12}$$

En la ecuación 12, la intensidad buscada para la microcuenca x (Ix) es igual al cociente de la altitud media de la microcuenca x (Hx) entre la altitud de la estación (He), multiplicado por la intensidad calculada para la estación (Ie).

2.2.7.4.Análisis estadístico de datos hidrológicos

Modelos de distribución

Permite calcular las precipitaciones, intensidades o caudales máximos, para diferentes Tr, mediante la aplicación de modelos probabilísticos (MTC, 2014).

$$f(x) = \frac{1}{S\sqrt{(2\pi)}} e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{x-\mu}{S}\right)^2} \quad (13)$$

Ecuación 13, distribución normal, donde f(x) es la función de x (independiente), μ es la media aritmética de x; y S es la desviación estándar de x.

$$P(x \leq x_i) = \frac{1}{S\sqrt{(2\pi)}} \int_{-\infty}^{x_i} e^{\left(-(x-\bar{X})^2 / 2S^2\right)} \quad (14)$$

Ecuación 14, distribución log Normal 2 parámetros, $\bar{X} y\ S\ son\ los\ parámetros\ de\ la\ distribución.$

$$F(x) = -e^{-e^{-\propto(x-\beta)}} \quad (15)$$

$$\propto = \frac{1.2825}{\sigma} \quad (16)$$

$$\beta = \mu - 0.45\sigma \quad (17)$$

Ecuación 15, distribución Gumbel, alfa es el parámetro de concentración y beta de localización.

En la ecuación 16, se muestra alfa, donde **σ** es la desviación estándar.

En la ecuación 17, se muestra beta, donde μ es el promedio.

Pruebas de bondad de ajuste Kolmogorov – Smirnov

Radica en cotejar la probabilidad empírica y teórica de los datos (Villón, 2006).

$$D = máx|Fo(xm) - F(xm)| \quad (18)$$

En la ecuación 18, se muestra el estadístico de Smirnov-Kolmogorov, resta máxima de la probabilidad ajustada y empírica, donde Fo(xm) es la probabilidad de la distribución teórica y F(xm) es la probabilidad empírica.

$$Fo(xm) = 1 - \frac{m}{n+1} \quad (19)$$

Ecuación 19, Fo(xm), la probabilidad de la distribución teórica, donde m es el número de orden y n es el número de datos.

2.2.7.5. Intensidades máximas

Cuantía de agua caída por tiempo (Villón, 2002). La intensidad es la tasa transitoria de precipitación, mm/h, puede expresarse como: (MTC, 2014).

$$i = \frac{P}{Td} \quad (20)$$

Ecuación 20, la intensidad es igual a la división de la profundidad de lluvia (mm) y Td es la duración, en horas. La frecuencia se enuncia en función del período de retorno (Tr).

Período de retorno, número de años en que se espera se repita o se supere un cierto caudal ya conocido (Algeciras y Bermúdez, 2016).

$$Tr = \frac{1}{f} \quad (21)$$

En la ecuación 21, el periodo de retorno (Tr) es el inverso de la frecuencia (f).

Tabla 6

Tr según Tipo de Obra

Tipo de obra	Periodo de retorno Tr (años)
Puentes (Luz mayor o igual a 50 m)	100
Puentes (Luz mayores a 10 m y menores a 50 m)	50
Puentes (luces menores a 10 m)	25
Alcantarillas de 90 cm de diámetro	20
Drenaje sub superficial	20
Cunetas	10

Nota: Adaptado de (Algeciras y Bermúdez, 2016).

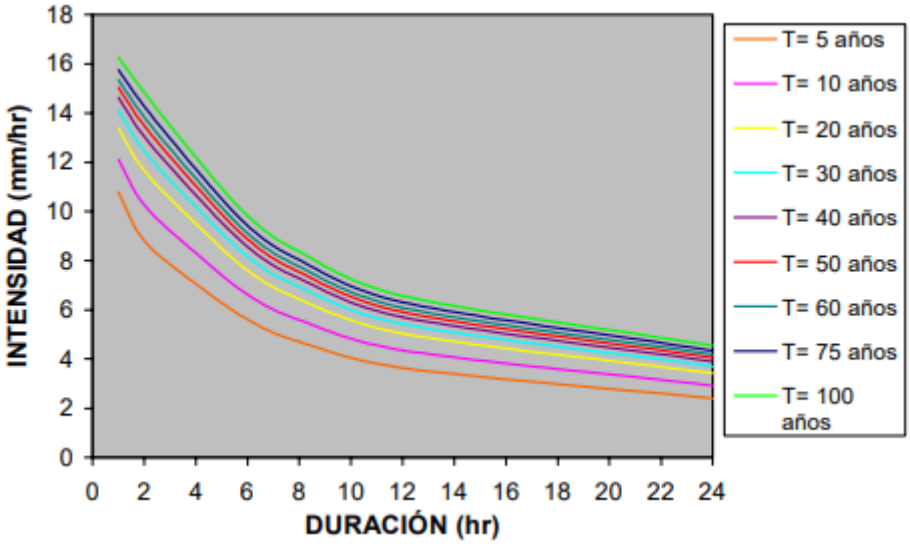
Curvas intensidad – duración – frecuencia (IDF), elemento de diseño que atañen la intensidad, duración y frecuencia con la que se puede dar la lluvia (MTC, 2014).

$$I = \frac{K \times Tr^m}{t^n} \quad (22)$$

En la ecuación 22, I es la intensidad máxima en mm/h, Tr es el período de retorno en años, t es la duración de la lluvia igual al tiempo de concentración en minutos, k, m y n son los factores característicos de la zona de estudio.

Figura 25

Curvas I-D-F



Nota: (Pizarro et al., 2003).

2.2.7.6. Estimación del caudal

El caudal es igual al volumen de agua expresado en m3, emitido o acumulado en un tiempo dado en segundos. Así mismo, Sandoval y Aguilera (2014), mencionan que los caudales máximos están siempre relacionados con un determinado Tr, es decir el caudal máximo de una cuenca hidrográfica dependerá de la posibilidad de ocurrencia de la precipitación extrema que se puede repetir en cierto número de años. Para puentes con luces mayores o iguales a 10 m, pero menores a 50 m, el

Tr usual con el que se estima el caudal de diseño es 50 años, y para puentes con luces menores a 10 m el Tr usual es 25 años (Algeciras y Bermúdez, 2016).

a) Método racional

El caudal se determina según el área de la cuenca hidrográfica, según el MTC (2014) el caudal de las cuencas con un área menor a 10 km2 debe estimarse por el método racional, mientras, que según el MVCS (2021), se sugiere que el caudal de las cuencas con un área menor a 13 km2 sea estimado por el método racional.

$$Q = 0.278 \times C \times I \times A \quad (23)$$

En la ecuación 23, la descarga máxima de diseño (Q) es igual a la multiplicación del coeficiente de escorrentía (C), la intensidad de precipitación máxima horaria mm/h (I), el área de la cuenca en km (A).

Los coeficientes de escorrentía (C), varían en las normas, manuales o libros según los criterios que tomen en cuenta para su formulación, entre estos son topografía, vegetación y suelos (Algeciras y Bermúdez, 2016).

Tabla 7

Escorrentía, Áreas Rurales

Topografía y vegetación	Tipo de suelo		
	Marga arenosa	Marga arcillosa y limosa	Arcila densa
Bosques			
Plano	0.10	0.30	0.40
Ondulado	0.25	0.35	0.50
Pronunciado	0.30	0.50	0.60
Pastos			
Plano	0.10	0.30	0.40
Ondulado	0.16	0.36	0.55
Pronunciado	0.22	0.42	0.60
Terrenos de cultivo			
Plano	0.30	0.50	0.60
Ondulado	0.40	0.60	0.70
Pronunciado	0.52	0.72	0.82

Nota: Plano de 0 a 5%, ondulado 5 a 10% y pronunciado de 10 a 30%. Tomado de la norma CE.040 "Drenaje urbano" del (MVCS, 2021).

Tabla 8

Escorrentía, Método Racional

Cobertura vegetal	Tipo de suelo	Pendiente del terreno				
		>50%	>20%	>5%	>1%	<1%
Sin vegetación	Impermeable	0.80	0.75	0.70	0.65	0.60
	Semipermeable	0.70	0.65	0.60	0.55	0.50
	Permeable	0.50	0.45	0.40	0.35	0.30
Cultivos	Impermeable	0.70	0.65	0.60	0.55	0.50
	Semipermeable	0.60	0.55	0.50	0.45	0.40
	Permeable	0.40	0.35	0.30	0.25	0.20
Pastos, vegetación ligera	Impermeable	0.65	0.60	0.55	0.50	0.45
	Semipermeable	0.55	0.50	0.45	0.40	0.35
	Permeable	0.35	0.30	0.25	0.20	0.15
Hierba, grama	Impermeable	0.60	0.55	0.50	0.45	0.40
	Semipermeable	0.50	0.45	0.40	0.35	0.30
	Permeable	0.30	0.25	0.20	0.15	0.10
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

Nota: Tomado del (MTC, 2014).

2.2.7.7. Modelamiento hidráulico

El modelo es un acercamiento al sistema real, sus entradas y salidas son variables hidrológicas mensuales, su estructura es un conjunto de ecuaciones que vinculan las entradas y salidas, y puede utilizarse para predecir las interacciones y respuestas clave a un conjunto de condiciones propuestas (Sacachipana, 2019).

Para plantear el modelo hidráulico de un curso de agua, existen diversos softwares, entre ellos destaca HEC-RAS, herramienta de modelación numérica, que permite realizar el modelamiento del flujo variable unidimensional (Bolivar, 2020).

HEC-RAS facilita el cálculo de las distribuciones del nivel del agua y de los parámetros hidráulicos de los cursos de agua. Además de desarrollar los cálculos

de los niveles de la superficie del agua para las corrientes que cambian gradualmente, el programa permite que el componente de estudio del flujo estudie los regímenes subcrítico, supercrítico o mezclas de ambos (Villon, 2009). Finalmente, HEC-RAS muestra un corte en sección en cualquier punto del tramo de análisis del cauce de agua, permitiendo así observar la altura-libre sobre el nivel de agua del río, respecto a los puentes.

2.2.7.8.Altura-libre sobre el nivel de agua de los ríos

Para los puentes sobre cursos de agua, la altura libre mínima es 1.50 m desde la parte más baja de la viga de la superestructura hasta el nivel de agua excepcional más alto NAME, correspondiente al caudal de diseño. En los embarcaderos y ríos que transporten troncos, la altura mínima de paso será de 2.50 m (MTC, 2018).

2.2.8. Acciones ejecutivas

2.2.8.1.Mantenimiento de puentes

Trabajo para mantener la condición de las vías y/o puentes, o para restaurar las condiciones de servicio. Puede ser: (Gutiérrez-Solís y Salazar-Brenes, 2019)

- *Mantenimiento preventivo.* “Es una logística organizada para preservar el sistema de puentes, retardar su deterioro y mantenerlos en buen estado de servicio, extender su vida útil y no hacer gastos excesivos de reconstrucción o no hacerlos del todo” (Gutiérrez-Solís y Salazar-Brenes, 2019).
- *Mantenimiento no programado.* Se da en caso el puente sufra daños por desastres naturales, como inundaciones, terremotos, tormentas, o desastres antropogénicos, como colisión (Gutiérrez-Solís y Salazar-Brenes, 2019).

Las características de mantenimiento y reparación se dan en función del modelo de diseño, una buena planificación del mantenimiento es esencial para prolongar la vida de la estructura y reducir el coste de las reparaciones (Guerrero, 2020).

2.2.8.2.Mejoramiento de puentes

Son modificaciones horizontales o verticales, con respecto al ancho, alineamiento, curvatura, pendiente, entre otros (Gutiérrez-Solís y Salazar-Brenes, 2019).

2.2.8.3.Rehabilitación de puentes

Consiste en actividades complejas para la restauración de la integridad estructural de un puente o para mejorar la seguridad de este. Algunas actividades son: reemplazo de la superestructura, reemplazo total o parcial del sistema de piso, reforzamientos, etc. (Gutiérrez-Solís y Salazar-Brenes, 2019)

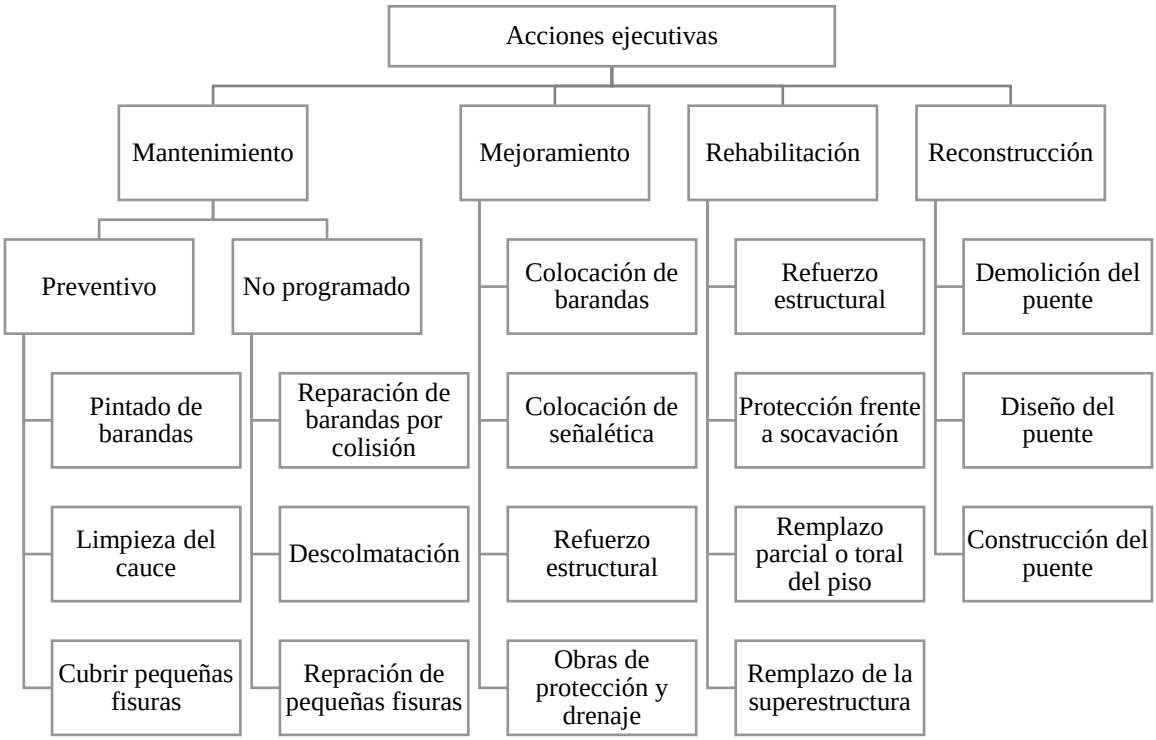
2.2.8.4.Reconstrucción de puentes en situación crítica

Para puentes en situación crítica se hará una inspección especial. Se debe realizar: levantamiento geométrico, extensión de daños y estudios preliminares, a fin de reconstruir parcialmente o remplazar totalmente al puente (MTC, 2006).

- *Reconstrucción*, es la renovación completa de la estructura del camino, (Gutiérrez-Solís y Salazar-Brenes, 2019)
- *Reemplazo,* se refiere a la demolición y reconstrucción de la estructura de paso, por lo que no es una actividad de conservación, ya que implica una obra nueva. (Gutiérrez-Solís y Salazar-Brenes, 2019)

Figura 26

Acciones Ejecutivas para Mantener la Seguridad Vial en Puentes



Nota: Adaptado de (Gutiérrez-Solís y Salazar-Brenes, 2019).

2.2.9. Diseño de puentes

Los puentes, permiten cruzar un obstáculo, como una quebrada o río (Monja, 2019). Los puentes ubicados en el cruce de un curso de agua deben diseñarse considerando las características hidro geodinámicas del sistema fluvial (Álvarez y Calle, 2013).

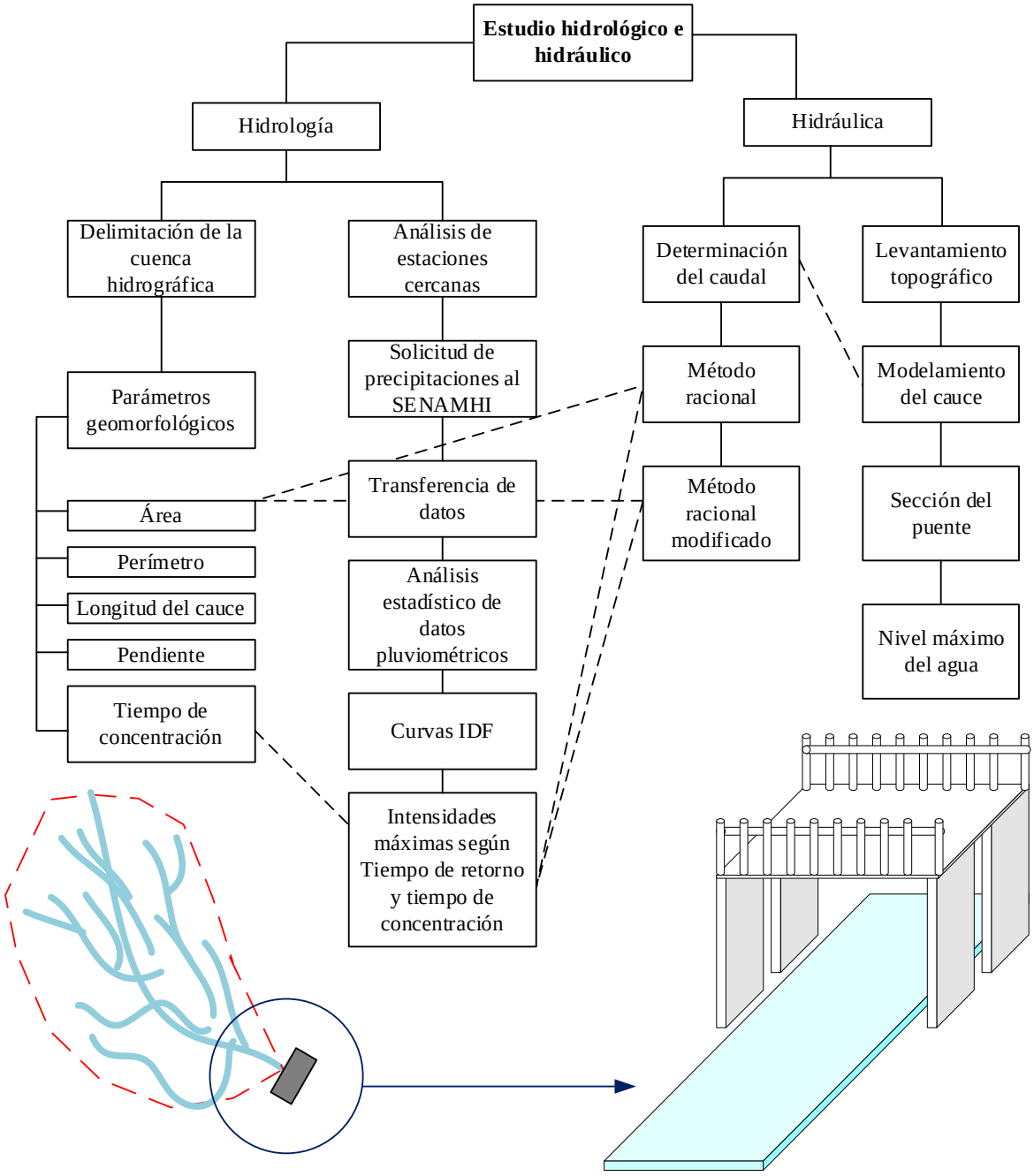
2.2.9.1. Estudios básicos de ingeniería

Estudio topográfico. Da la diagramación de la ubicación y dimensiones de la obra (Rodríguez, 2017). El levantamiento topográfico permitirá elaborar planos topográficos, que servirán de información base para otros estudios (MTC, 2018).

Estudios de hidrología e hidráulica. Dan los rasgos hidrológicos e hidráulicos (Rodríguez, 2017). El estudio debe considerar la ubicación óptima integral del cruce, el caudal de diseño, el NAME, el gálibo, la socavación, etc. (MTC, 2018).

Figura 27

Proceso del Estudio de Hidrología e Hidráulica



Estudios geológicos y geotécnicos. Permite conocer la estratigrafía y propiedades físico mecánicas del suelo (MTC, 2018). Usualmente se determina las propiedades físicas, como: humedad (ecuación 32), peso específico (ecuación 33), granulometría (ecuación 34), límites de consistencia (ecuación 35), para clasificar

el suelo según SUCS en gravas, arenas, arcillas, limo o suelo orgánico; así mismo, se determinan las propiedades mecánicas como cohesión y fricción (ecuación 36) a través del ensayo de corte directo.

$$CH = \frac{Ww}{Ws} \times 100 \quad (32)$$

Ecuación 32, la humedad (CH) es igual al peso de agua (Ww) entre el peso de solidos (Ws), multiplicado por cien.

$$\gamma s = \frac{Ps}{Vs} \quad (33)$$

En la ecuación 33, el peso específico de las partículas sólidas es igual a la división entre el peso de los sólidos del suelo entre el volumen sólido.

$$\%Que\ pasa = \frac{Peso\ que\ pasa}{PT} \times 100 \quad (34)$$

En la ecuación 34, durante el ensayo de granulometría, el porcentaje que pasa es igual a la división del peso que pasa por el tamiz entre el peso total de la muestra.

$$IP = LL - LP \quad (35)$$

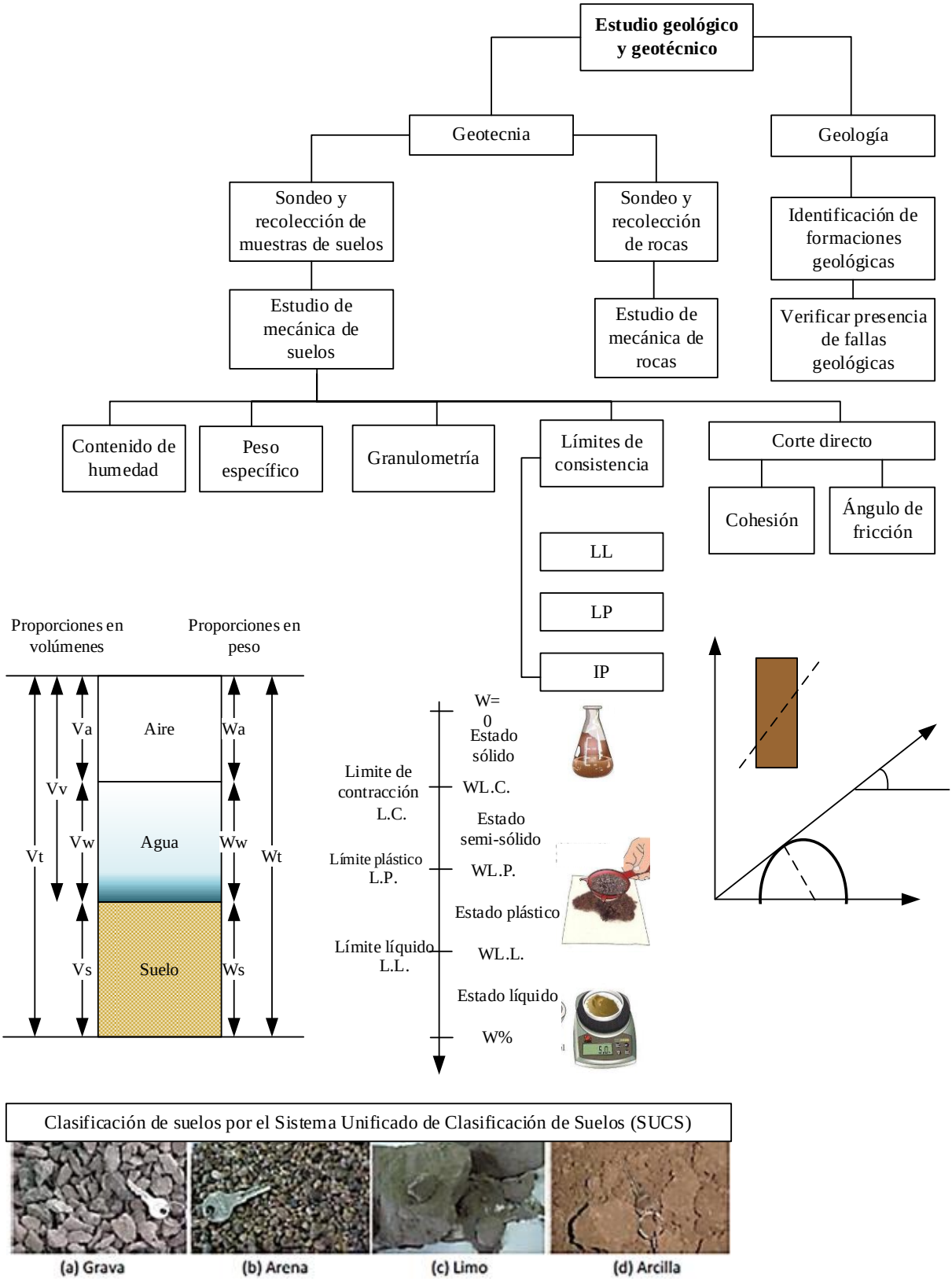
Ecuación 35, el índice de plasticidad (IP) es la resta del límite líquido (LL) y el límite de plasticidad (LP).

$$\tau = c' + (\sigma_n - \mu) tan\ \emptyset' \quad (36)$$

En la ecuación 36, τ es la resistencia al corte del terreno, c' es la cohesión efectiva, σ_n es la tensión normal, μ es la presión intersticial y $\emptyset$' es el ángulo de rozamiento interno efectivo del terreno.

Figura 28

Proceso del Estudio Geológico y Geotécnico



Nota: Información tomada de (Zapata, 2018). Elaboración propia.

Estudio de tráfico. Estimación del volumen y clasificación de tráfico, para establecer las particularidades de la infraestructura y la superestructura del puente (Rodríguez, 2017).

$$Tn = To \times (1 + r)^{n-1} \quad (37)$$

Ecuación 37, para estimar el tránsito proyectado al año "n" en veh/día (Tn), donde To es el tránsito actual (año base cero) en veh/día, r es la tasa anual de crecimiento del tránsito y n es el número de años del período de diseño.

$$Factor\ Fca = \frac{(1+r)^{n}-1}{r} \quad (38)$$

En la ecuación 38, para estimar el factor de crecimiento anual (Factor Fca), donde r es la tasa anual de crecimiento del tránsito y n es el número de años del período de diseño.

$$EE_{día-carril} = IMD_p \times Fd \times Fc \times Fvp \times Fp \quad (39)$$

Ecuación 39, para estimar el número de repeticiones de ejes equivalentes, donde IMDp es el índice medio diario según tipo de vehículo, Fd es el factor direccional, Fc es el factor carril, Fvp es el factor de vehículo pesado según composición de ejes, y Fp es el factor de presión de neumáticos.

Tabla 9

Clasificación de las Carreteras por Demanda

Clasificación por demanda	IMDA (veh/día)	N° de carriles	Ancho de calzada (m)
1ra clase	2001 a 4000	2	3.60 m c/u
2da clase	400 a 2000	2	3.30 m c/u
3ra clase	<400 veh/día	2	3.00 m c/u
Trochas carrozables	<200 veh/día	1	4.00

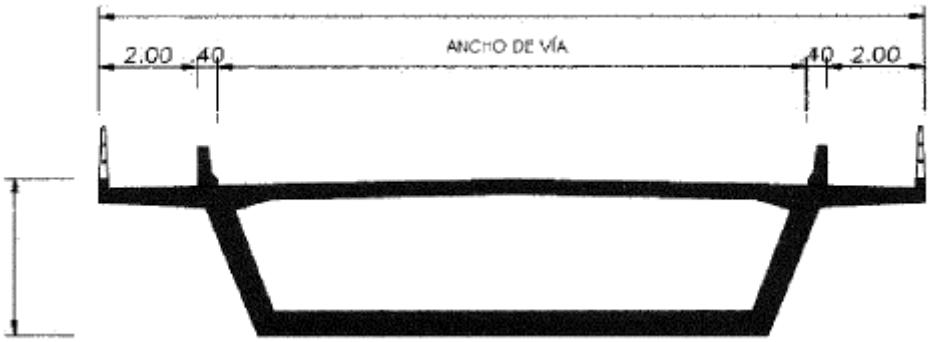
Nota: Tomado del (MTC, 2018).

2.2.9.2.Geometría

Sección transversal. No será menor al ancho de acceso al puente, y puede tener: vías de tráfico, bermas, veredas, barandas, drenaje, entre otros (Rodríguez, 2007).

Figura 29

Ancho de Vía



Nota: (Rodríguez, 2007).

Ancho de vía (Calzada). El número de carriles se establece por la relación W/3.6, siendo W, el ancho libre de calzada, en metros (Rodríguez, 2007).

Bermas. Proporción adyacente al carril que vale de apeo a los autos que se estacionan por emergencias. Su ancho varía desde un mínimo de 0.60 m en carreteras rurales menores (Rodríguez, 2007).

Veredas. Son utilizadas para flujo peatonal o mantenimiento. Para velocidades de hasta 70 km/h se colocan directamente, para velocidades mayores se deben agregar barreras. Su ancho mínimo es 1.00 m (Rodríguez, 2007).

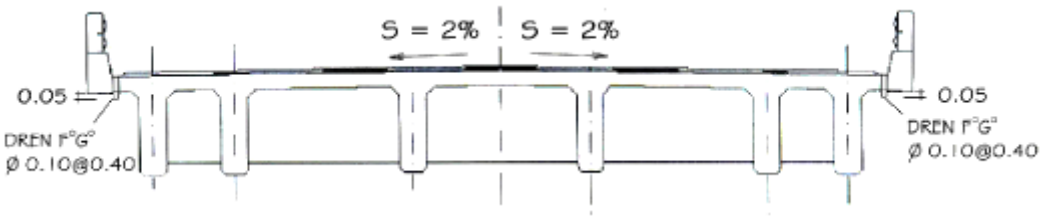
Barandas. Se colocan a lo largo del borde de las estructuras de puente cuando hay pases peatonales. Su altura no será menor a 1.10 m (Rodríguez, 2007).

Pavimento. Se coloca en la superficie superior del puente y accesos, puede ser rígido o flexible. Su espesor se precisa en función al tránsito esperado en la vía (Rodríguez, 2007).

Drenaje. La pendiente de drenaje longitudinal y transversal, debe ser como mínimo 0.5% y 2% para las superficies de rodadura (Rodríguez, 2007).

Figura 30

Drenaje en Puentes



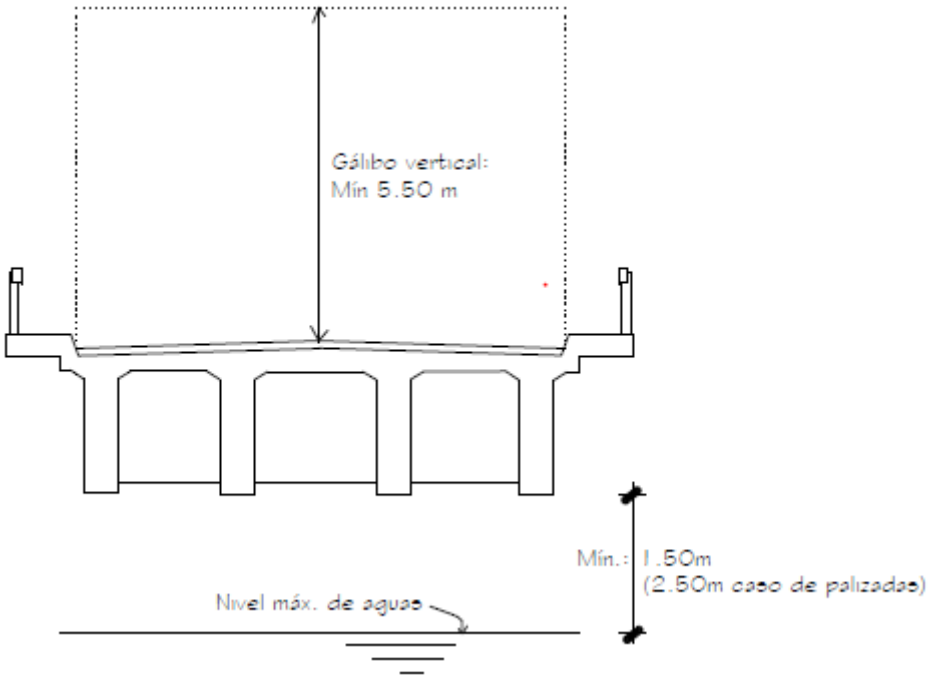
Nota: (Rodríguez, 2007).

Juntas de dilatación. Para admitir la expansión o contracción por temperatura (Rodríguez, 2007).

Gálibos. Los gálibos horizontal y vertical para puentes serán el ancho y la altura necesarios para el paso vehicular, como mínimo 5.50 y 1.50 m (Rodríguez, 2007).

Figura 31

Gálibos en Puentes



Nota: (Rodríguez, 2007).

2.2.9.3.Cargas

a. Cargas permanentes

Son peso propio de los materiales que componen al puente.

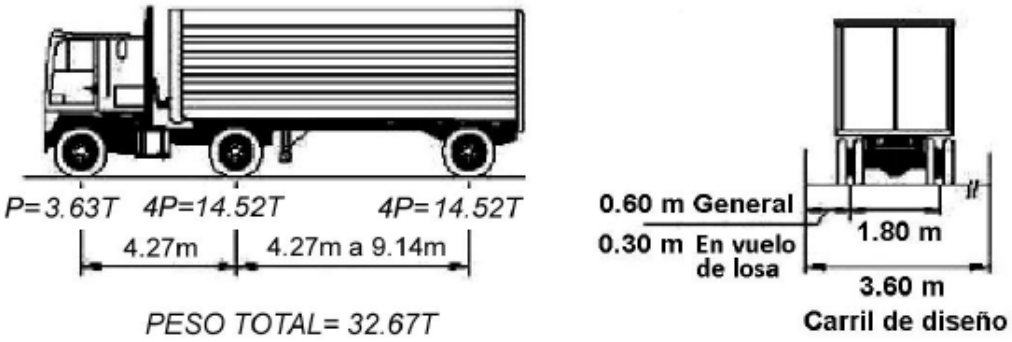
b. Sobrecargas vivas

b.1. Sobrecarga vehicular (LL).

b.2. Sobrecarga peatonal (PL). Camión de diseño HL-93 o por el tándem de diseño (Rodríguez, 2017).

Figura 32

Camión de Diseño



Nota: (Rodríguez, 2007).

Figura 33

Tándem de Diseño

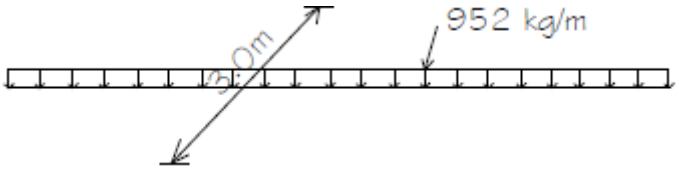


Nota: (Rodríguez, 2007).

b.3. Carga de carril de diseño, la sobrecarga vehicular de diseño es estimada como: camión de diseño o tándem de diseño + carga de carril de diseño (Rodríguez, 2007).

Figura 34

Carga de Carril



Nota: (Rodríguez, 2007).

b.4. Incremento por cargas de impacto (IM)

Tabla 10

Incremento por Carga Dinámica, IM

Componente	IM
Juntas del tablero – Todos los estados límites	75%
Todos los demás componentes	
Estado límite de fatiga y fractura	15%
Todos los demás estados límites	33%

Nota: No se aplica a cargas peatonales ni a cargas de carril de diseño (Rodríguez, 2007).

2.2.9.4.Fuerzas

a. Fuerzas centrífugas (CE), producto de los pesos por eje del camión o tándem de diseño y el factor C (Rodríguez, 2007).

$$C = 0.0105 \times \frac{V^2}{R} \quad (40)$$

En la ecuación 40, V es la velocidad de diseño de la carretera (m/s), R es el radio de curvatura del carril de circulación (m).

b. Fuerza de frenado (BR)

- 25% (del peso del camión o tándem de diseño).
- 5% (del peso del camión o tándem de diseño + carga de carril).

c. Carga sobre veredas, barandas y sardineles (Rodríguez, 2007).

- En veredas, carga peatonal de 365 kg/m2, para ancho de vereda > 0.60 m.
- Sobre sardineles, fuerza lateral no menor a 760 kg/m de sardinel.
- Barandas, fuerza transversal, longitudinal y vertical, 240, 80 y 20 mil N.

d. Fuerza de colisión de un vehículo (CT)

Los soportes y pilares se diseñarán para una fuerza estática equivalente de 272 t en el plano horizontal de 0° a 15° a 1.5 m del borde de la calzada, hasta 9.0 m del borde de la calzada (Rodríguez, 2007).

e. Cargas hidráulicas (WA)

$$p = 52.6 \times Cp \times V^2 \quad (41)$$

En la ecuación 41, p es la presión del agua (kg/m2), V es la velocidad del agua para la inundación de diseño en m/s, y Cp es el coeficiente de arrastre para pilas (Rodríguez, 2007).

$$p = 52.6 \times CL \times V^2 \quad (42)$$

En la ecuación 42, p es la presión lateral (kg/m2), y CL es el coeficiente de arrastre lateral (Rodríguez, 2007).

f. Fuerzas de viento

g. Fuerzas sísmicas

h. Fuerzas por variaciones de temperatura

i. Fuerzas por empuje de suelos (para diseño de estribos)

j. Fuerzas de hielo

2.2.9.5. Combinaciones de carga

$$Q = \sum ni \times \gamma i \times Qi \quad (43)$$

En la ecuación 43, la solicitud mayorada total Q, es igual a la sumatoria de la multiplicación del modificador de cagas (ni), el factor de carga (γi) y la solicitación (Qi).

2.2.9.6. Diseño de puente losa método LRFD

A. Predimensionamiento

$$h = \frac{1.2(Lc+3)}{30} \quad (44)$$

Ecuación 44, el espesor de losa (h) en tramos simples, donde Lc es la luz efectiva. Para el ejemplo S es 9, por tanto, t es igual a 50 cm.

B. Análisis de carga

B.1. Carga muerta (DC):

$$W = h \times a \times PU \quad (45)$$

Ecuación 45, para estimar el peso de un elemento (W), donde h es su espesor, a el ancho de franja en este caso 1.00, y PU es el peso unitario del material que conforma el elemento.

Para el ejemplo el peso de la losa (W_{Losa}) es igual a 0.5 m x 1.00 m x 2.4 T/m3, lo que da un total de 1.2 T/m.

$$M = \frac{W \times L^2}{8} \quad (46)$$

En la ecuación 46, el momento es igual al peso estimado del elemento por el cuadro de la longitud efectiva, entre ocho. Para el ejemplo el momento de la carga muerta (M_{DC}), es igual a $1.2(9)^2/8$, lo que da un valor estimado de 12.15 T-m.

B.2. Carga por superficie de rodadura (DC):

$$W_{set\ 2"} = 0.025\ m \times 1.00\ m \times 2.25\ T/m^3 = 0.0563\ T/m$$

$$M_{DW} = \frac{0.0563 \times 9^2}{8} = 0.57\ T - m$$

B.3. Carga viva vehicular (LL), HL 93 M (Tandem)

Carga puntual P= 11.34 Tn (Apéndice II-B de, Rodríguez, 2017).

Ancho equivalente, para más de un carril cargado

$$E = 2.10 + 0.12\sqrt{Li \times Wi} \leq \frac{W}{N_L} \quad (47)$$

En la ecuación 47, se muestra el ancho equivalente E en m, donde Li es el menor valor (m) entre longitud real y 18 m, Wi es el menor valor entre ancho real y 18

m, para carga en múltiples carriles, W es el ancho físico entre los bordes del puente (m) y N_L es el número de carriles de diseño. En el ejemplo E es 3.07 m ≦ 4.45 m.

Ancho equivalente, para un carril cargado

$$E = 0.25 + 0.42\sqrt{Li \times Wi} \quad (48)$$

En la ecuación 48, se muestra el ancho equivalente E en m, donde Li es el menor valor (m) entre longitud real y 18 m, Wi es 9 m para carga en un solo carril, W es el ancho físico entre los bordes del puente (m) y N_L es el número de carriles de diseño. En el ejemplo E es igual a 3.654 m.

Por tanto, el ancho de faja crítico es E= 3.073 m.

La nueva carga puntual:

$$F = \frac{P}{E} \quad (49)$$

En la ecuación 49, la nueva carga puntual (F) es igual a la división de la carga obtenida del apéndice II-B (P) de 11.34 T-m, entre el ancho de faja E, de 3.073 m, dando como resultado 3.69 T-m/m.

$$M_{L+IM} = 1.33 \times M_{LL} \quad (50)$$

En la ecuación 50, el momento de la carga vehicular + carga de impacto (ML+IM) es igual a 1.33 por la carga vehicular, determinada a partir de un DCL. Para el ejemplo es 19.24 Tn-m.

Se añade la carga de carril de diseño

$$q' = \frac{q}{E} \quad (51)$$

En la ecuación 51, la carga de carril de diseño es igual a la división de la carga entre el ancho de faja crítico. Siendo así: 0.952/3.073= 0.31 Tn/m.

Para determinar el momento M_{LS}, se utiliza la expresión $M = \frac{W \times L^2}{8}$, obteniendo como resultado 3.14 Tn-m.

$$M_{LL+IM} = M_{L+IM} + M_{LS} \quad (52)$$

En la ecuación 52, el momento de la carga viva (MLL+IM) es igual a la sumatoria de la carga vehicular + carga de impacto, con la carga de carril de diseño. Para el ejemplo es igual a 22.38 Tn-m.

C. Momento último de diseño

Para el estado límite de resistencia I.

$$Mu = n \times [1.25 \times M_{DC} + 1.50 \times M_{DW} + 1.75 \times M_{LL+IM}] \quad (53)$$

En la ecuación 53, Mu es el momento positivo por resistencia I, n es 1.00, M_{DC} es el momento de la carga muerta, M_{DW} el momento de la carga de asfalto, M_{LL+IM} es momento de la carga viva. En el caso del ejemplo Mu es igual a 55.21 T-m.

D. Verificación de la deformación máxima instantánea

D.1. Estados límites de servicio

$$\Delta máx = L/1000 \quad (54)$$

En la ecuación 54, la flecha provocada por la sobrecarga más el incremento por sobrecarga dinámica no deberá ser mayor que la división de L entre 1000.

E. Diseño estructural

E.1. Armadura principal

Utilizando As ⌀ 1” y recubrimiento r= 2.5 cm.

$$z = r + \frac{\emptyset}{2} \quad (55)$$

En la ecuación 55, ⌀ es el diámetro del acero y r es el recubrimiento. Para caso del ejemplo z es igual a 3.77.

$$d = h - z \quad (56)$$

En la ecuación 56, h es el espesor de la losa, por tanto, d es igual a 50 – 3.77 cm, lo que asciende a 46.23 cm.

$$As = 0.85\frac{f\prime c}{fy} \times b \times d \times \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2\times(Mu\times 10^5)}{\emptyset\times\beta\times f\prime c\times b\times d^2}}\right) \quad (57)$$

Ecuación 57, la expresión para determinar el acero requerido. Siendo para el ejemplo 34.08 cm2.

$$As\ real = \frac{b\times Asv}{S} \quad (58)$$

En la ecuación 58, el acero real es igual a la multiplicación de 100 (b) por Asv igual a 5.10, y entre S igual a 14 cm, dando como resultado 35.79 cm2, valor mayor al estimado de 34.08 cm2, por tanto, se utilizará ⌀ 1" c/14 cm.

E.2. Armadura de distribución

$$Asd = D \times As\ real \quad (59)$$

En la ecuación 59, cuando la armadura principal es paralela al tráfico $D = \frac{0.551}{\sqrt{Lc}}$, siendo así, D es igual a 0.183, redondeando 20 cm, y Asd es igual a 7.16 cm2, por tanto, se debe utilizar ⌀ ½" c/18 cm.

E.3. Armadura por temperatura

Para fy= 4200 kg/cm2

$$Ast = \frac{0.18\times B\times h}{2\times(B\times h)} \quad (60)$$

En la ecuación 60, As el área de refuerzo en cada dirección y en cada cara, B es el ancho de la sección en cm, h es el espesor menor de la sección en cm, y fy es la resistencia de fluencia especificada de las barras. Siendo así, B= 730 y h= 50, por tanto, el resultado es 4.21 cm2, y se utilizará ⌀ ½" c/30.

F. Verificaciones en el puente losa

- Revisión por fisuración
- Verificación por fatiga (Estado límite de fatiga y fractura 15%)

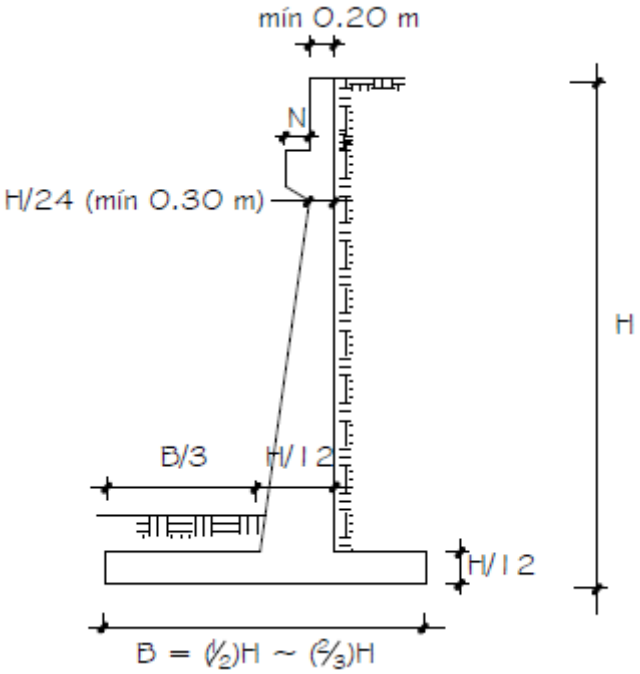
2.2.9.7.Diseño de estribo en voladizo

A. Predimensionamiento

Primero se debe pre dimensionar la altura, ancho, largo y demás elementos del estribo (Rodríguez, 2017).

Figura 35

Predimensionamiento de Estribo en Voladizo



Nota: (Rodríguez, 2017).

B. Empuje del suelo EH, ES, LS y DD

Empuje lateral del suelo (EH)

$$p = k \times \gamma s \times Z \quad (61)$$

En la ecuación 61, el empuje lateral del suelo en kg/m2 (p), es igual a la multiplicación del coeficiente de empuje lateral (tomado como ko para muros que no se deforman ni se mueven, ka para muros que se deforman o mueven lo suficiente para alcanzar la condición mínima activa, o kp para muros que se deforman o mueven lo suficiente para alcanzar una condición pasiva), el peso unitario del suelo en kg/m3 (γs) y la profundidad del suelo debajo de la superficie.

$$Ko = 1 - \sin \emptyset f \quad (62)$$

En la ecuación 62, el coeficiente de empuje lateral en reposo (Ko) es igual a la resta de la unidad menos el seno del ángulo de fricción del suelo.

Sobrecarga de suelo (ES)

$$p = \gamma_{eq} \times z \quad (63)$$

En la ecuación 63, el empuje básico del suelo p en kg/m2, es igual a la multiplicación del peso de fluido equivalente del suelo, no inferior a 480 kg/m3 (γ_{eq}) y la profundidad debajo de la superficie del suelo en m (z).

Sobrecarga viva (LS)

Si se espera que las cargas de los vehículos actúen sobre el terraplén a una distancia igual a la mitad de la altura del muro en la parte posterior del mismo, deberá aplicarse un revestimiento tensado.

Tabla 11

Altura de Suelo Equivalente para Carga Vehicular sobre Estribos Perpendiculares al Tráfico

Altura del estribo (m)	heq (m)
1.50	1.20
3.00	0.90
>6.00	0.60

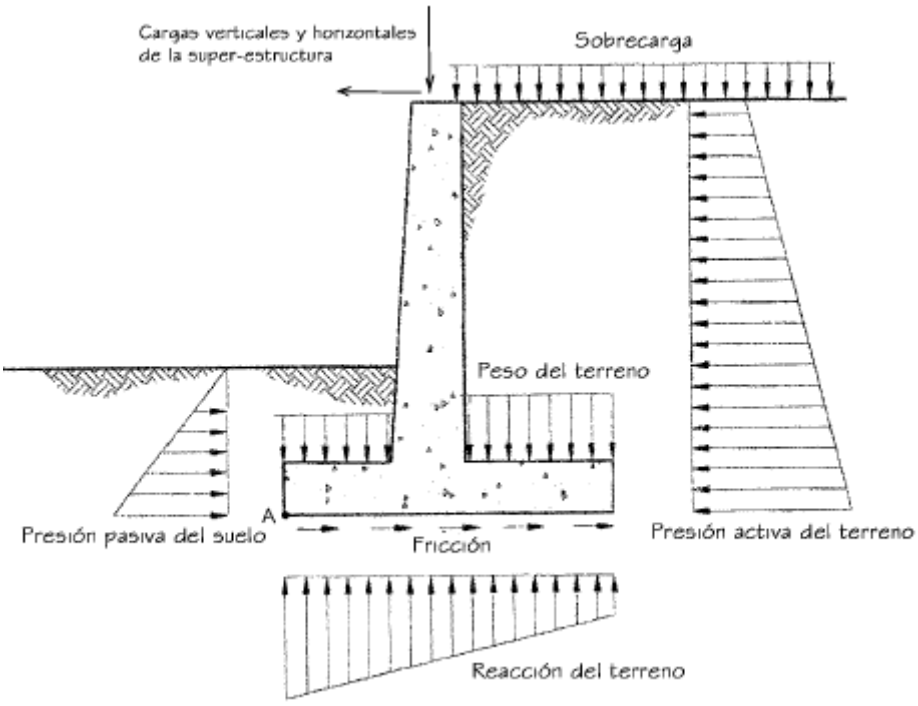
Nota: (Rodríguez, 2017).

C. Cargas de diseño

En general, se deben considerar cargas verticales de la superestructura, peso del propio estribo y del relleno, empuje del terreno, viento ejercido sobre la estructura y sobre la carga viva, fuerza por el empuje dinámico de las aguas, fuerza longitudinal, fuerza centrífuga y fuerza sísmica.

Figura 36

Cargas Típicas en Estribo



Nota: (Rodríguez, 2017).

D. Consideraciones para la estabilidad

- Vuelco – estados límites de resistencia y evento extremo
- Deslizamiento – estados límites de resistencia y evento extremo
- Presiones en la base – estado límites de resistencia y evento extremo
- Diseño estructural del cimiento

E. Consideraciones sísmicas

La presión lateral sobre las estructuras de contención de tierras se ve incrementada por la aceleración horizontal de la masa del suelo de la presa durante los terremotos (Rodríguez, 2017).

2.3. Definición de términos

Alcantarillas. Conjunto o sistema adecuado de conductos (tuberías o canales) que funcionan a gravedad y que sirven para recolectar aguas residuales y/o aguas de precipitaciones atmosféricas (Montero, 2010, Arellano-Choca, 2019).

Carretera. Infraestructura de transporte que permite la circulación de vehículos (Cotrina y Palomino, 2021).

Condición global. Muestra el estado de preservación del puente, y se califica este según su estado, puede incluir el análisis de seguridad, donde se identifica la resistencia actual de los componentes estructurales del puente por ensayos destructivos o no destructivos (Muñoz-Barrantes et al., 2015).

Funcionalidad técnica. Se determina en base a que pueda mantener su estado de operación frente a fenómenos naturales adversos, en el caso del estudio se analiza su funcionalidad técnica frente a factores hidráulicos. El modelo hidráulico HEC-RAS se utiliza para realizar el análisis hidráulico del río (Al y John, 2014).

Obras de arte. Obras consignadas a garantizar el drenaje de las carreteras y la continuidad del tránsito vehicular a pesar de los obstáculos de nivel, pueden ser puentes, pontones, badenes, alcantarillas, entre otros (Pérez, 2013).

Pontones. Tipo de puentes que se encuentran en un desnivel de una vía. Se llaman pontones a aquellos puentes que son de una longitud menor a 6 m (MTC, 2018).

Puentes. Estructuras que son construidas para dar continuación a la ruta y comunicar dos lados que están separados (Rodríguez, 2017).

CAPÍTULO III.

PLANTEAMIENTO DE LA HIPÓTESIS Y VARIABLES

3.1. Hipótesis

Ho: La condición global y funcionalidad técnica es igual en todas las obras arte de la carretera CA-105, Km 65+000 al Km 78+000, todas tienen el mismo grado de deterioro, calificado como malo (3).

3.2. Variables

3.2.1. Variables independientes

"Condición global"

Representa el estado de conservación de puentes y pontones, determinado a partir de la inspección visual, física e hidráulica, para determinar las acciones ejecutivas que se deben tomar en cuenta para garantizar la seguridad vial, para ello, se ha utilizado la guía del MTC (2006).

"Funcionalidad técnica"

Se determina en base a que pueda mantener su estado de operación frente a fenómenos naturales adversos, en el caso del estudio se analiza su funcionalidad técnica frente a factores hidráulicos. El modelo hidráulico HEC-RAS se utiliza para realizar el análisis hidráulico del río (Al y John, 2014).

3.3. Operacionalización de variables

Tabla 12

Matriz de Operacionalización de Variables

Variables	Definición conceptual	Dimensiones	Definición conceptual	Definición operacional	
				Indicadores	**Ítem**
Variable independiente Condición global de las obras de arte	Estado de conservación visual del puente, sumado a ensayos de seguridad de la resistencia actual	Inspección visual	Observación de los componentes del puente para calificar su estado	Agrietamiento	%
				Eflorescencia	%
				Descascaramiento	%
				Nidos de piedra	%
				Acero de refuerzo expuesto	%
				Fisuras	%
		Inspección física	Aplicación del ensayo de esclerometría	Resistencia a compresión	Kg/cm2
Variable dependiente Funcionalidad técnica de las obras de arte	Inspección hidráulica para definir la funcionalidad técnica de las obras de arte frente al incremento del caudal	Parámetros geomorfológicos de las microcuencas	Características de la microcuenca de estudio y la red hídrica.	Área	Km2
				Pendiente de la cuenca	%
				Pendiente del cauce principal	%
				Altitud media	msnm
				Longitud de cauce	Km
				Altitud media	Msnm
				Tiempo de concentración	Minutos
		Modelamiento hidráulico	Modelamiento del cauce para definir la altura libre del puente	Intensidades máximas	mm/h
				Caudales máximos	m3/s
				Nivel de agua	m
				Altura libre	m

CAPÍTULO IV.

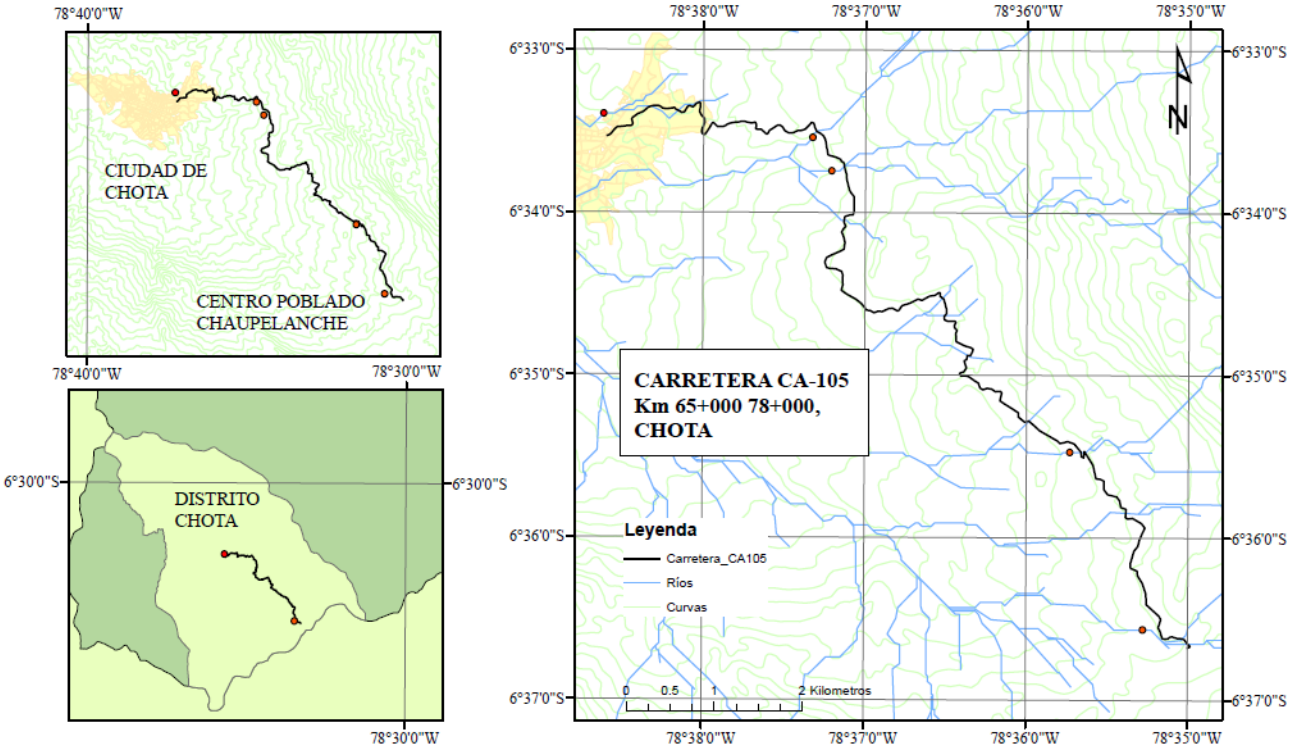
MARCO METODOLÓGICO

4.1. Ubicación geográfica del estudio

La ruta CA-105, 65 al 78 km, se sitúa en el distrito y provincia de Chota, Cajamarca, con coordenadas UTM WGS 84 17S de inicio 760601.29 m E, 9274397.36 m S, a 2440 msnm y fin a 767204.15 m E, 9268573.03 m S, a 3090 msnm. La ruta CA-105, ha sido definida acorde al clasificador de rutas del sistema nacional de carreteras – SINAC (Decreto supremo N° 011 – 2016 – MTC), misma que describe como trayectoria de ruta a la PE-3N (Cutervo) – Chiguirip – Conchán – La Palma – Chota – Abra Samngay – Emp. PE-3N (Dv. Chota), no obstante, el tramo de estudio, conecta a la ciudad de Chota con el centro poblado Chaupelanche, mismo que sirve de ruta alterna hacia la carretera 3N.

Figura 37

Mapa de Ubicación de la Ruta CA-105



4.2. Unidad de análisis, población y muestra

4.2.1. Población

Todas las obras de arte: alcantarillas, puentes, pontones, badenes, y cunetas, que, formen parte de la infraestructura de la carretera CA-105, 65 al 78 Km, ruta que conecta a Chota con Chaupelanche, dentro de la jurisdicción de la provincia de Chota. En la ruta hay cinco (5) puentes y pontones, cuarenta (40) alcantarillas, tres (3) badenes y cunetas trapezoidales de tierra en todo el margen derecho e izquierdo de la vía.

Tabla 13

Obras de Arte, 65 al 78 km en la Carretera CA-105

Obra De Arte	Coordenadas UTM-WGS84		Altitud (msnm)
	Este	Norte	
Pontón Querocoto (P1)	0760903	9274538	2473
Pontón Puquio (P2)	0762956	9274552	2664
Puente Chaupelanche (P3)	0763306	9274097	2701
Puente Puquio-Río Potrero (P4)	0766001	9270808	2982
Pontón Río De Nuevo Oriente (P5)	0767243	9268601	3076
Alcantarilla 01	0761492	9274673	2527
Alcantarilla 02	0761698	9274616	2555
Alcantarilla 03	0761836	9274531	2583
Alcantarilla 04	0762303	9274561	2616
Alcantarilla 05	0762505	9274482	2635
Alcantarilla 06	0763203	9274144	2664
Alcantarilla 07	0763204	9274162	2680
Alcantarilla 08	0763345	9273959	2711
Alcantarilla 09	0763377	9273796	2720
Alcantarilla 10	0763431	9273684	2727
Alcantarilla 11	0763299	9273268	2749
Alcantarilla 12	0763296	9273079	2752
Alcantarilla 13	0763196	9272879	2751
Alcantarilla 14	0763308	9272785	2756
Alcantarilla 15	0763298	9272711	2756
Alcantarilla 16	0763455	9272534	2761

Obras de arte	Coordenadas UTM WGS84		Altitud
	Este	Norte	(msnm)
Alcantarilla 17	0763936	9272428	2801
Alcantarilla 18	0764513	9272291	2842
Alcantarilla 19	0764568	9272283	2843
Alcantarilla 20	0764594	9272186	2849
Alcantarilla 21	0764630	9272036	2862
Alcantarilla 22	0764776	9271982	2874
Alcantarilla 23	0764769	9271944	2878
Alcantarilla 24	0764682	9271844	2885
Alcantarilla 25	0764909	9271521	2913
Alcantarilla 26	0765094	9271489	2920
Alcantarilla 27	0765426	9271141	2940
Alcantarilla 28	0765658	9270975	2960
Alcantarilla 29	0765790	9270906	2970
Alcantarilla 30	0766080	9270735	3001
Alcantarilla 31	0766144	9270650	3009
Alcantarilla 32	0766267	9270468	3017
Alcantarilla 33	0766449	92670224	3035
Alcantarilla 34	0766685	9269995	3057
Alcantarilla 35	0766672	9269356	3071
Alcantarilla 36	0766606	9269644	3074
Alcantarilla 37	0766637	9269447	3083
Alcantarilla 38	0766677	9269354	3086
Alcantarilla 39	0767018	9268702	3082
Alcantarilla 40	0767173	9268669	3074
Badén 01	0764391	9272623	2826
Badén 02	0764445	9272546	2828
Badén 03	0764482	9272429	2828
Cunetas	A lo largo de la carretera en el margen derecho e izquierdo		

Figura 38

Mapa de Ubicación de los Puentes y Pontones

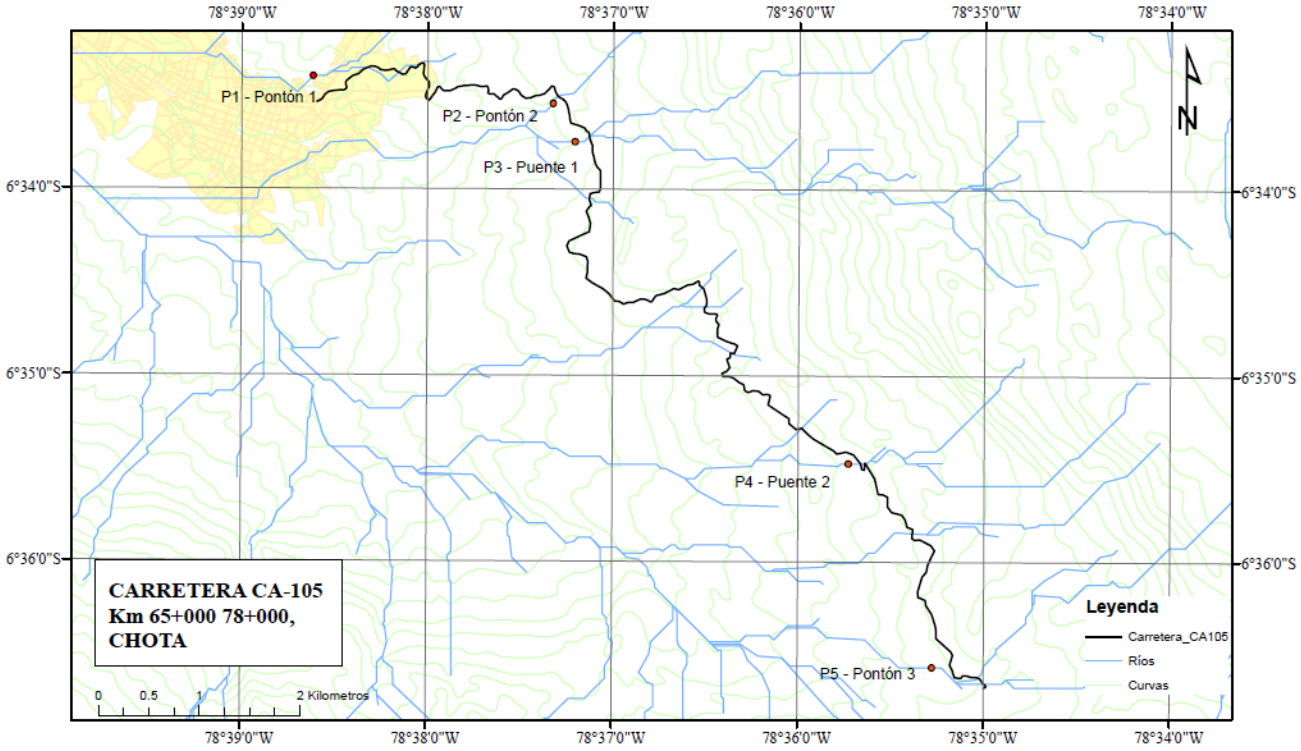
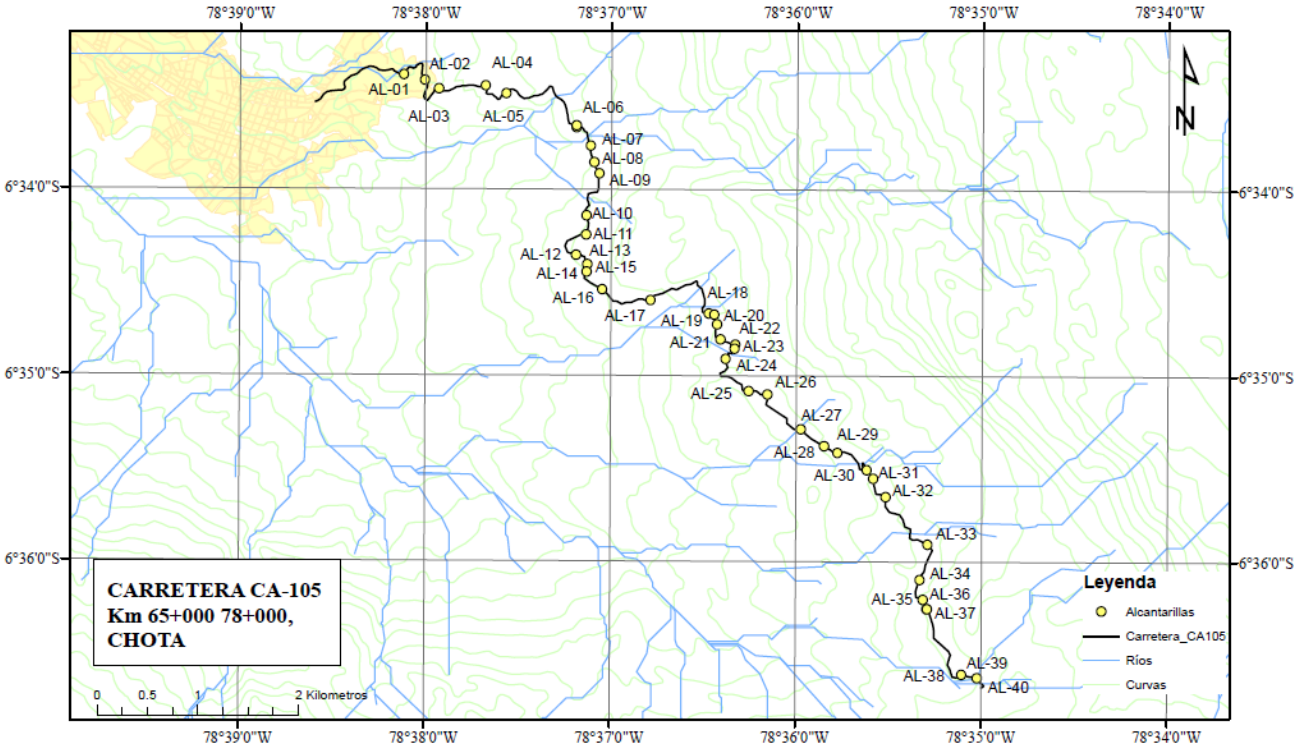


Figura 39

Mapa de Ubicación de las Alcantarillas



4.2.2. Muestra

La muestra no probabilística, precisada por conveniencia, dada por los cinco (5) puentes y pontones, ubicados del 65 al 78 km de la carretera CA-105, ruta Chota a Chaupelanche.

Los criterios que se utilizaron para definir la muestra fueron: (1) la diversidad y alcance, se han elegido las obras de arte con mayor relevancia en una carretera, por tanto, según el MTC (2018), son los puentes y pontones, (2) rapidez y precisión; la metodología de inspección visual, física e hidráulica del MTC (2006) tiene mayor precisión si se aplica en puentes y/o pontones, (3) la garantía de calidad, es decir cada puente y/o pontón en la ruta de estudio, es una obra hidráulica única, por ello, era necesario, el estudio de todas las obras de arte de la carretera Chota a Chaupelanche, siendo muestra poblacional,

Los puentes han pasado por una inspección visual, física e hidráulica. En la inspección visual se ha observado el estado de los distintos elementos que conforman el puente. En la inspección física se ha determinado el estado de conservación de los materiales, específicamente del concreto por medio de la realización del ensayo de esclerometría. Para la inspección hidráulica, en cada punto emisor de los puentes se delimitó la cuenca hidrológica, se solicitaron datos al SENAMHI de la estación Bambamarca coordenadas UTM WGS84 17S 774370.8 m, 9261312 m, a 2495 msnm, dichos datos fueron sometidos a análisis para graficar las curvas IDF, para finalmente determinar el caudal máximo de aforo y modelar el tramo, determinando la altura de galibo.

4.3. Tipo y descripción del diseño de investigación

4.3.1. Tipo de investigación

El enfoque del estudio es mixto, se han utilizado fichas de inspección visual, para determinar el estado de preservación de las obras de arte (cualificables), dándole una calificación cuantificable, según el (MTC, 2006), así mismo, se han realizado ensayos de esclerometría a los elementos estructurales, para verificar su seguridad, permitiendo esto dar un alcance acerca de la condición global a las obras de arte, además, se ha definido la funcionalidad técnica de estas frente al incremento del caudal, mediante un análisis hidráulico. Según su finalidad el estudio es aplicado, se ha utilizado el conocimiento plasmado en las normas técnicas peruanas, reglamentos, manuales y guías, para generar nuevos conocimientos acerca de las obras de arte. El nivel del estudio es descriptivo, se ha determinado las características visuales, técnicas e hidráulicas de las obras de arte. El diseño es no experimental de corte transversal, no se ha pretendido alterar las condiciones de la variable de estudio, sino se han medido los datos, tal como, se presentan en campo, así mismo, se ha ejecutado en un mismo momento.

Tabla 14

Tipo de Investigación

Criterio	Tipo de investigación
Finalidad	Aplicada
Estrategia o enfoque metodológico	Mixta
Objetivos	Descriptiva
Fuente de datos	Mixta
Control de diseño de la prueba	No experimental
Temporalidad	Transversal (sincrónica)
Contexto donde sucede	Biblioteca, laboratorio, campo
Intervención disciplinaria	Multidisciplinaria

4.3.2. Diseño de investigación

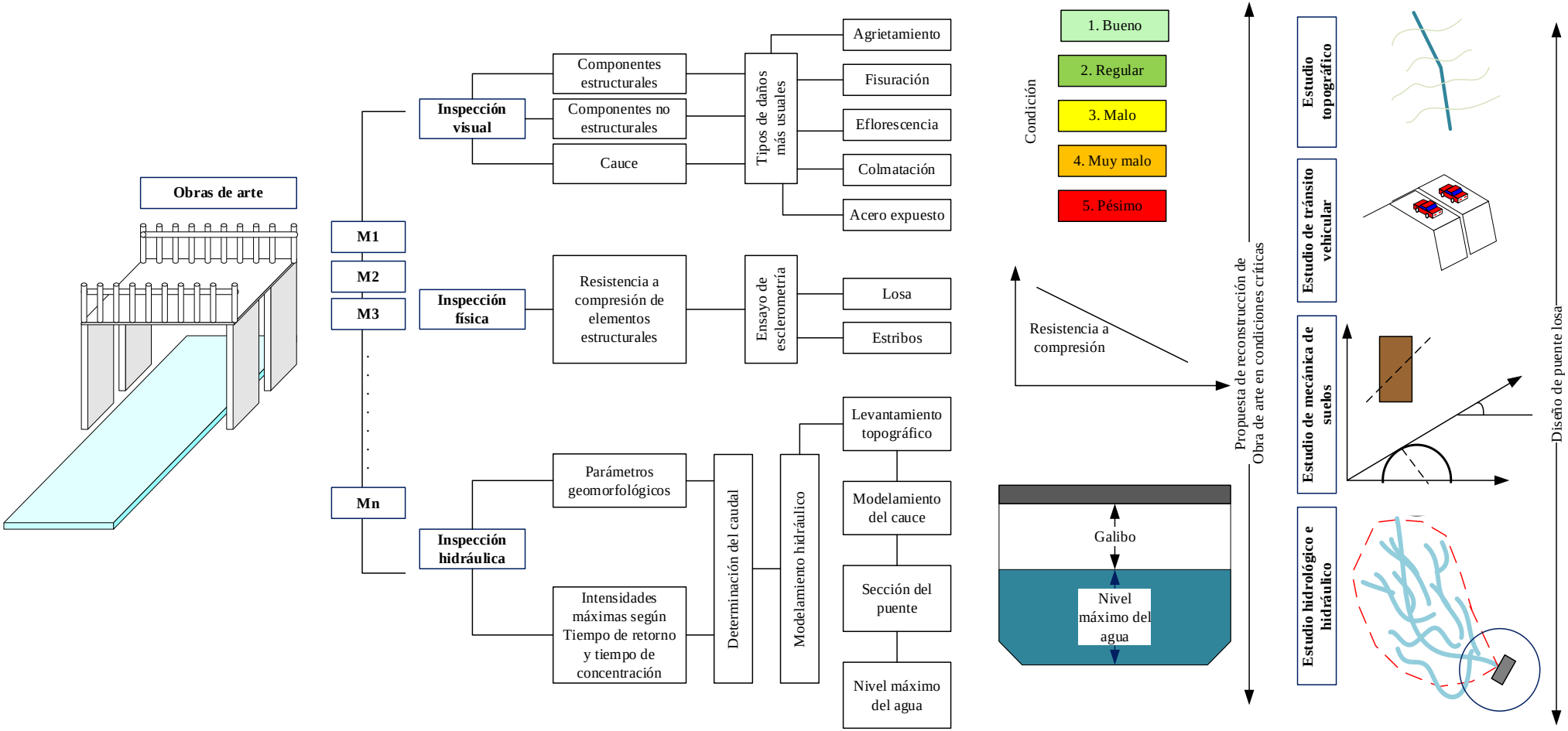
No experimental de corte transversal, se han realizado todas las mediciones de las obras de arte en un mismo momento, por medio de la inspección visual, inspección física e inspección hidráulica.

$$\begin{matrix} M1 & O1 \\ M2 & O2 \\ Mn & On \end{matrix} \qquad T \qquad (64)$$

Ecuación 64, se presenta el esquema de un diseño transversal, donde cada elemento muestral (M1, M2, …, Mn), es sometido a observación (O1, O2, …, On), en un mismo momento (T).

Figura 40

Diseño de Investigación



4.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

4.4.1. Técnicas de recolección de los datos

Observación sistemática. Para la inspección visual de las obras de arte, se ha aplicado la observación sistemática, procedimiento ordenado por el que se obtienen datos a partir de la visualización de un fenómeno en su medio natural.

Inspección física. Como parte de la inspección física a las obras de arte, se han realizado pruebas no destructivas, tal como, el ensayo de esclerometría a los principales elementos estructurales de puentes y pontones.

Análisis hidrológico e hidráulico. Ha involucrado la ejecución de una serie de procesos, entre ellos, la delimitación de las microcuencas en los puntos emisores de las obras de arte, para determinar los parámetros geomorfológicos; se ha realizado la transferencia de datos pluviométricos de la estación Bambamarca, para determinar las intensidades máximas, y caudales máximos. También, se ha realizado el levantamiento topográfico, para el modelamiento hidráulico, a fin de determinar el nivel máximo de agua en la sección del puente, ante precipitaciones extremas, verificando así su funcionalidad técnica frente al incremento del caudal.

Diseño de puente. Solo se ha planteado el diseño del puente con condiciones más críticas, visual, física e hidráulicamente.

4.4.2. Instrumentos para la recolección de los datos

Formato de inspección visual. Se ha utilizado los formatos de inspección visual dados por el MTC (2006), para ello, previamente se ha realizado mínimas modificaciones de forma.

Formato de ensayos de esclerometría. Como parte de la inspección física se ha determinado la resistencia a compresión de los elementos estructurales.

Informe hidrológico e hidráulico. Contiene los mapas de la delimitación de las microcuencas, los formatos de los parámetros geomorfológicos, el análisis de intensidades máximas, el cálculo del caudal, y la sección del río en el puente, para definir la altura máxima del nivel del agua.

Propuesta de diseño del puente. Para plantear la propuesta se han realizado estudios básicos de topográfica, tránsito vehicular, mecánica de suelos, hidrología e hidráulica. Con los datos determinados en los estudios básicos, se ha planteado el diseño del puente losa.

Tabla 15

Fuentes, Técnicas e Instrumentos

Variables	**Recolección de datos**		
	Fuente	**Técnica**	**Instrumento**
Condición global	In Situ	Observación	Formato de inspección visual
	In situ	Inspección física	Formato de esclerometría
Funcionalidad técnica	In situ	Levantamiento topográfico	Cuaderno de campo
	Curvas y ríos 14f	Delimitación de la microcuenca	Mapa de la microcuenca
	Microcuenca	Parámetros geomorfológicos	Formato de parámetros geomorfológicos
	Precipitaciones de la estación Bambamarca	Intensidades máximas	Curvas IDF
	Información hidrológica	Caudales máximos	Formato de cálculo método racional
	Lev. topográfico Caudales máximos	Modelamiento hidráulico	Modelo hidráulico
Diseño del puente	Ensayos de laboratorio	EMS	Informe de mecánica de suelos
	In situ	Estudio de tráfico	Formatos de conteo
	Microcuenca	Estudio hidráulico	Informe hidráulico
	In situ	Estudio topográfico	Cuaderno de campo
	Estudios básicos	Diseño de puente losa	Propuesta de diseño del puente losa

4.5. Técnicas para el procesamiento y análisis de información

4.5.1. Procedimiento de recolección de información

4.5.1.1. Inspección visual a obras de arte

- Previamente se debe revisar la información existente del puente.
- Se verifica la localización y datos del puente.
- Se toman las medidas de seguridad pertinentes.
- Se inicia el examen visual con una fotografía del puente.
- Se debe examinar y calificar la condición de los componentes del puente (estribos, alas, tablero, losas, vigas, elementos de arco, capa de rodamiento, aceras, barandas, señalización, accesos, taludes, defensas, cauce, etc.), según la ponderación de 1 a 5 (Ver anexo "Sistema de calificación de daños").
- Finalmente, se pondera la condición general de la obra de arte.

Figura 41

Inspección Visual de Puentes



4.5.1.2.Inspección física a obras de arte

- Se sitúa el esclerómetro Forney, perpendicularmente al plano del conceto a evaluar.
- Se despliega una fuerza nimia para admitir que el embolo se libere.
- Se deja que se dilate hasta lograr su mayor extensión, excluyendo la fuerza sobre el martillo, conservando la perpendicularidad y uniformidad de la presión hasta que la masa interna del martillo golpee la superficie del concreto.
- Después del impacto se oprime el botón pulsador y se registra el índice de rebote, lectura de 10 a 100 en la ventana de la escala graduada (Imcyc, 2009).

Figura 42

Ensayo de Esclerometría



4.5.1.3.Levantamiento topográfico

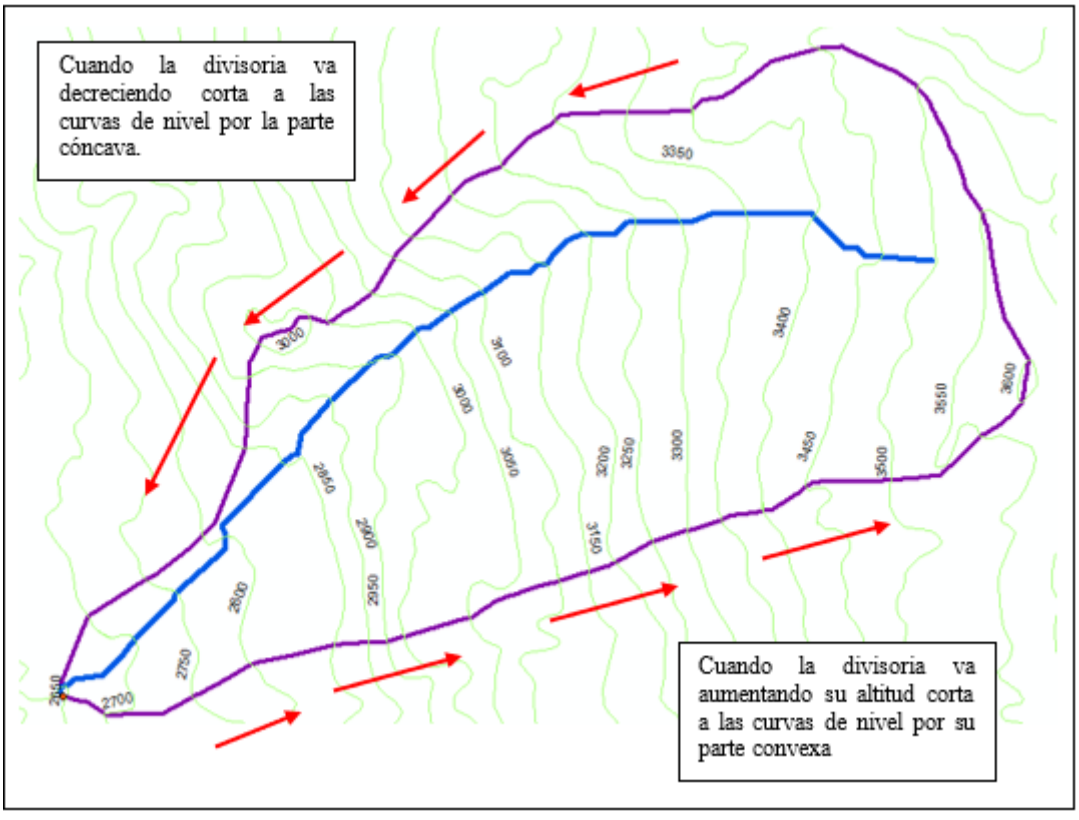
- Se utilizó una estación total Leica TS10.
- Se tomaron puntos en el eje y borde del río, 100 m aguas arriba y debajo de cada puente y pontón.
- Se tuvo mayor detalle en la sección transversal de los puentes y pontones.
- Se elaboraron los planos topográficos.

4.5.1.4.Delimitación y parámetros geomorfológicos de las microcuencas

- Se utilizaron los datos de curvas y ríos de la carta 14 f.
- Se abrió el software ArcGIS 10.5, y se definió el punto emisor.
- Se muestra la red de drenaje superficial, para esbozar la delimitación.
- La divisoria corta perpendicularmente a las curvas de nivel, y pasa por los puntos de mayor nivel topográfico.

Figura 43

Delimitación de Microcuenca



4.5.1.5.Parámetros geomorfológicos

- Delimitadas las microcuencas, en la tabla de atributos, se encuentran los valores del área, perímetro y centroide.
- Los otros parámetros geomorfológicos se determinaron mediante un formato de Excel, donde se aplican las fórmulas descritas en marco teórico.
- Se ha utilizado el comando “Clip” para dividir la cuenca total, en subzonas según sus curvas geométricas, para calcular la altura media con la fórmula y la curva hipsométrica.
- Se ha definido el cauce principal, su longitud y orden de la red mediante los comandos “red con” y “red long” del comando “Hidrology” de ArcGIS 10.5.

4.5.1.6.Análisis de intensidades máximas

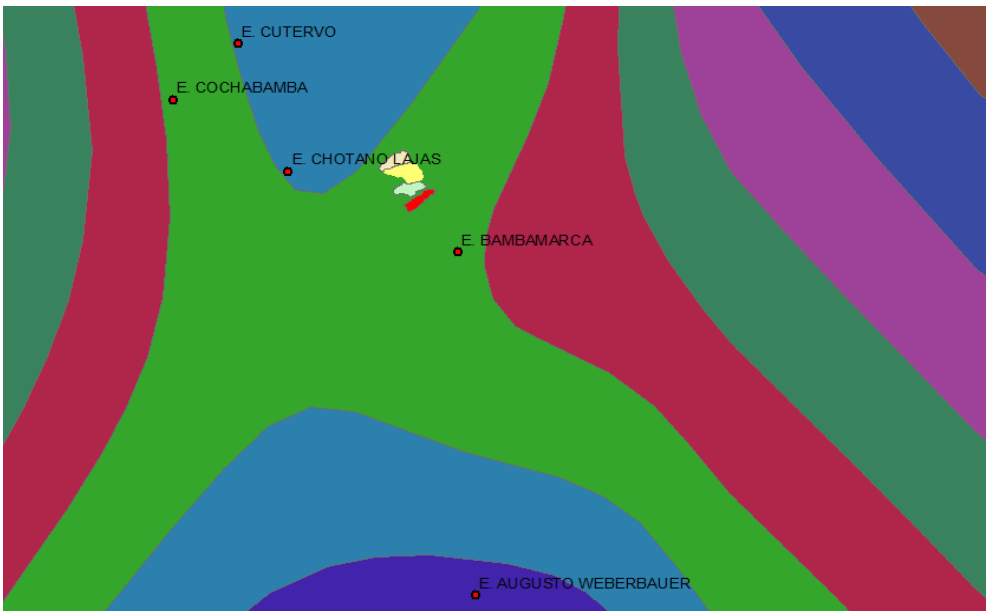
- Se han solicitado las intensidades máximas de la estación Bambamarca, estación Chotano Lajas, estación Cutervo, estación Cochabamba y estación Augusto Weberbauer Cajamarca al SENAMHI.
- Luego se determinaron las isoyetas en base a las precipitaciones de cada estación, en ArcGIS 10.5, para verificar la estación que presentará la misma isoyeta con las microcuencas de estudio, determinando que la estación más cercana y con datos pluviométricos dentro de la misma isoyeta con las microcuencas 1, 2, 3, 4 y 5, es la estación pluviométrica de Bambamarca.
- Se realizó la transferencia de datos de la estación Bambamarca (periodo 1995 – 2020) a cada microcuenca de estudio. La estación Bambamarca se ubica en las coordenadas UTM WGS84 17S 774370.8 m, 9261312 m, a 2495 msnm.
- Se realizó la verificación del modelo de ajuste de los datos en Hidroesta 2.0. comprobando que concuerdan con la distribución normal con un nivel de significancia de 5%.

– Se realiza la prueba de bondad de ajuste Kolmogorov – Smirnov.

– Se determinaron las curvas IDF, en el software Hidroesta 2.0.

Figura 44

Isoyetas de las Estaciones Pluviométricas



4.5.1.7.Análisis del caudal máximo

Método racional (para más detalle ver el Anexo I)

– Se utilizó el método racional, para las microcuencas 1, 2, 4 y 5, al ser microcuencas de un área menor a 10 km2. Pero también para la microcuenca N° 3 de 13.25 km2 para uniformizar los procedimientos.

– El coeficiente de escorrentía se definió en base a los valores dados por el MTC (2014), donde presenta estos valores en base al tipo de vegetación y pendiente de la microcuenca.

– La intensidad máxima para un Tr de 25 años (período de retorno para puentes con luz menor a 10 m), se definió para el tiempo de concentración estimado por la fórmula de Témez.

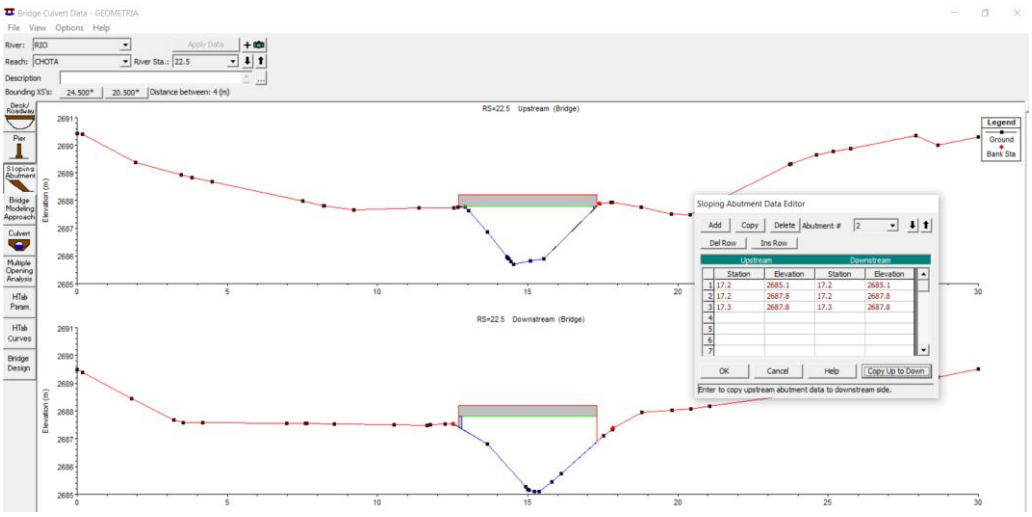
– Se aplicó la ecuación CIA/360.

4.5.1.8.Modelamiento hidráulico

- En el software civil 3D se efectúa el alineamiento.
- Se exporta el archivo a Hec-Ras 5.0.4. Los valores de Manning se eligen según el manual de Hec-Ras versión 5.0.4 (2018) y Chow (1994).
- Se coloca el caudal aguas arriba para un tiempo de retorno de 10, 25 y 50 años.
- Se integra las condiciones de frontera en Normal Depth (tirante normal) y se ingresa la pendiente de aguas abajo que es la pendiente del cauce principal.
- Se corre el modelo, para un flujo de régimen mixto. El número de froude es <1, el flujo es de régimen Subcritical.
- Corrido el modelo, se observa el perfil longitudinal del río.
- Se realiza la interpolación de las secciones cada 0.5 m, donde se va a modelar el puente. Luego se dibuja el puente en: “Brdg/Culw”. Se ingresa los datos para el tablero del puente en “Deck/Roadway”. Se ingresa los datos para para el estribo del puente en “Bridge Modeling Approach” y se dibuja los estribos.
- Se corre el programa y se solicita la vista de la sección en el puente, para determinar el nivel de agua máxima.

Figura 45

Modelamiento Hidráulico de Puentes y Pontones

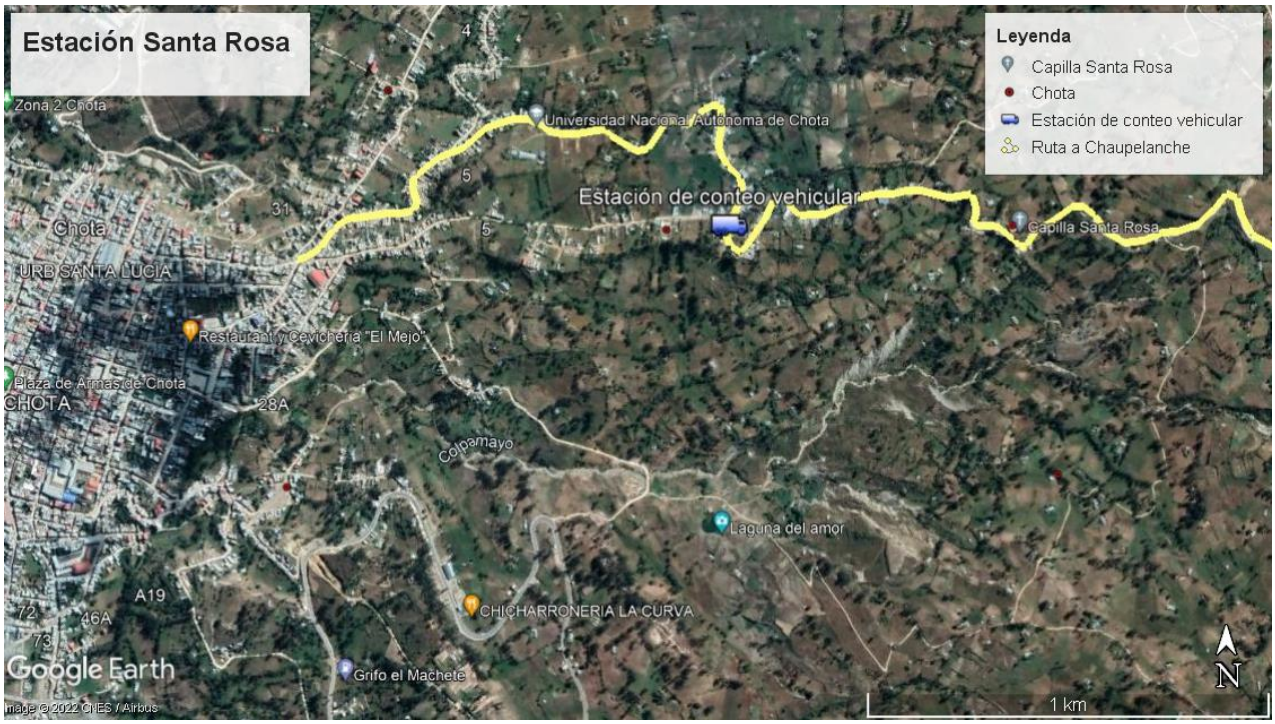


4.5.1.9.Estudio de tránsito vehicular

- Se definió al centro poblado Santa Rosa, como lugar para el conteo vehicular, estación de conteo vehicular, ubicado en las coordenadas UTM WGS84 17S, 761688.80 m E, 9274436.80 m S, a 2557 msnm. Se ha definido este lugar como estación de conteo vehicular, porque es el cruce hacia otras rutas alternas siendo así, permite tener un mayor registro de la cantidad real de vehículos que accederán a la ruta hacia Chaupelanche.
- Se realizó el conteo vehicular por 7 días continuos de 24 horas, según especifica el MTC (2018) en la DG-2018, determinando el número de vehículos ligeros y pesados, que pasan por la ruta.
- A partir de factores de corrección estacional, para vehículos ligeros y vehículos pesados, se determina el índice medio diario anual (IMDA).

Figura 46

Estación de Conteo Vehicular



4.5.1.10. Estudio de mecánica de suelos

- Se excavó una calicata en el margen izquierdo, del puente, para conocer la resistencia del suelo sobre el que se asentará el estribo. La calicata 1, de una profundidad de 3.00 metros, ancho y largo de 1.20, se ubicó en las coordenadas UTM WGS84 17S, 762940.00 m E, 9274539.00 m S, a 2676 msnm.
- Se extrajo muestra inalterada para con un apoyo de un muestreador tubular.
- Para el ensayo de humedad se pesó el suelo antes y después de colocarlo en el horno.
- Para el ensayo de granulometría, se pasó el material por un juego de tamices, y se pesaron los porcentajes retenidos para formar la curva granulométrica.
- Para el ensayo de límite líquido, la muestra que paso el tamiz N° 40, fue mezclada con agua, para formar una pasta, que luego se colocó en la copa casa grande, se separó con el ranurador, y se contó cuantos golpes se necesitan para que la muestra vuelva a unirse, pesando la muestra antes y después de colocarla en el horno, el ensayo se repite tres veces,
- Para el ensayo de límite plástico, se forman rollitos, hasta que presenten grietas (⌀ 3 mm), se pesa la muestra antes y después de colocarla en el horno.
- Para el ensayo de corte directo, se pesa la muestrea, se moldea y se coloca en la máquina de corte directo, sometiéndola a esfuerzo hasta que esta se fracture.

Figura 47

Ubicación de la Calicata N° 1



4.5.1.11. Diseño de puente

- Previamente se realiza el predimensionamiento del puente en el software Excel 2016, luego se diseña el mismo en el software CSiBridge.
- Abrir el programa, chequear en la parte inferior derecha las unidades de trabajo y crear un nuevo proyecto de trabajo.
- Se define la línea base “Bridge Layout Line Data”. En dicha ventana se ingresa la longitud.
- Se define “lane”.
- Definir Vehicles. Se seleccionan las cargas vehiculares, así mismo en “Define Vehicle Classes” se define la clase de cargas.
- Se define bridge response, e indican los casos de cargas de gravedad a resolver DC y DW.
- Se indican los casos de carga en movimiento a resolver.
- Se seleccionan los materiales

– Se crea el puente.

– Se ingresan los diafragmas extremos.

– Se ingresa un diafragma en el centro de luz.

– Se formulan las cargas, para luego asignar las cargas al puente.

– Se corre el programa. Resuelto el caso, se pueden visualizar: diagramas de esfuerzo, acero y revisión general.

– El diseño del estribo se ha realizado en el software Mathcad.

Figura 48

Modelamiento del Puente

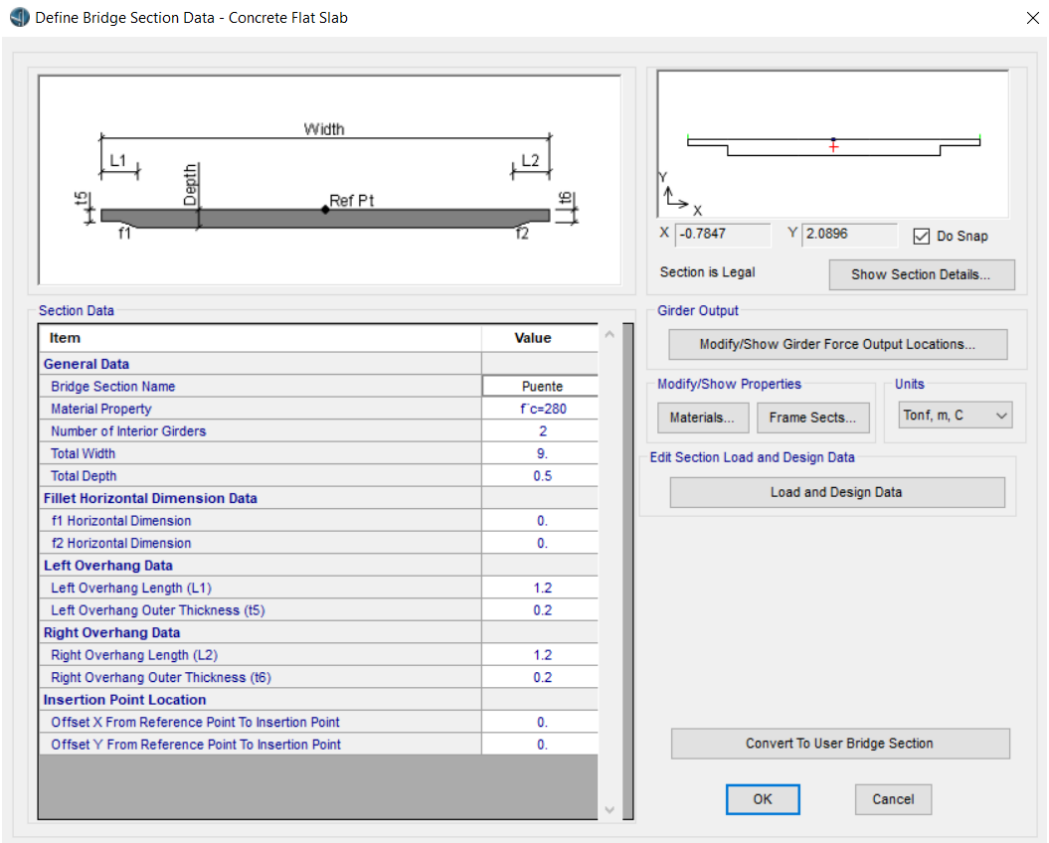
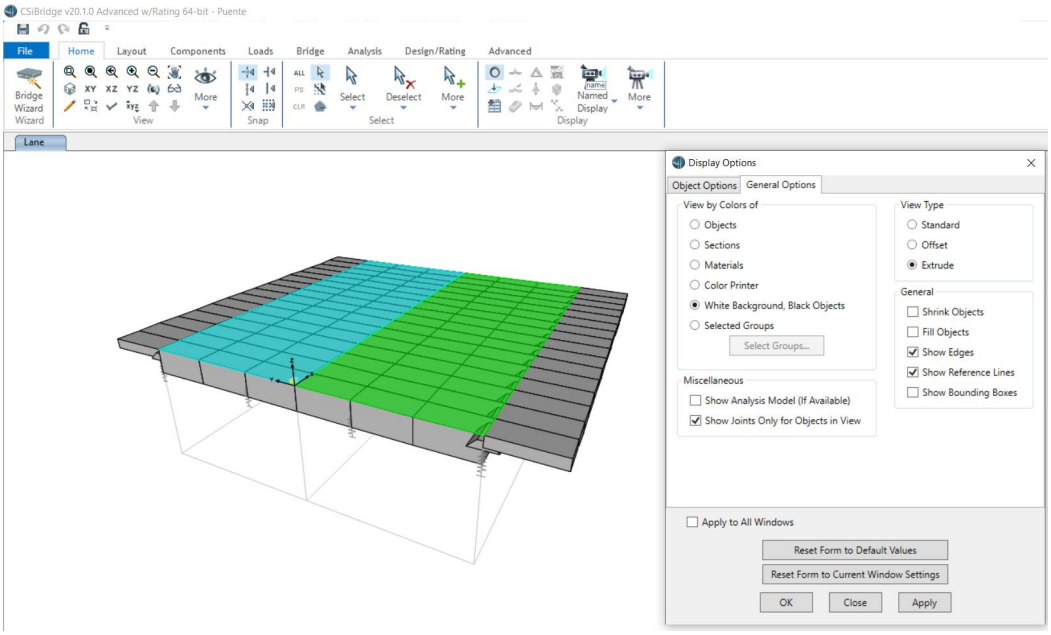


Figura 49

Análisis de la Estructura del Puente por áreas



4.5.1.12. Diseño de estribo

Se realiza en el programa Mathcad, previa creación de una hoja de cálculo, que permita determinar las dimensiones del estribo y hacer la verificación por volteo, deslizamiento y presiones actuantes. Así mismo, se diseña la disposición de armadura de acero en estribo (ver anexo).

4.5.2. Procesamiento de la información

Se han manejado los softwares de computación, como:

- Microsoft Excel 2016, en diferentes procesos entre ellos el procesamiento de los formatos de inspección visual.
- Civil 3D 2018, para elaborar los planos topográficos de los cauces que cruzan las obras de arte.
- ArcGIS 10.5, para la delimitación de la cuenca.
- Hidroesta v.2.0, para determinar las intensidades máximas.

- Hec-RAS 5.0.4, para determinar la sección hidráulica de los puentes y pontones.
- CSiBridge para el modelamiento del puente de diseño.
- Mathcad para el diseño del estribo.
- Revit 2018, para realizar el modelo digital 3D del puente.
- AutoCAD 2018, para la presentación de los planos del puente.

4.5.3. Análisis de la información

En Minitab 19, se hizo el análisis estadístico, para aceptar o rechazar la hipótesis nula (Ho). Se rechaza Ho cuando el valor p (probabilidad) es menor al nivel de significancia (0.05), para un nivel de confianza del 95%.

4.6. Matriz de consistencia metodológica

Anexo A.

CAPÍTULO V.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1. Presentación de resultados

5.1.1. Inspección visual de las obras de arte

En la ruta CA-105, del 65 al 78 Km, ruta que conecta a la ciudad de Chota con el centro poblado de Chaupelanche, hay cinco puentes y pontones (Tabla 16), los cuales fueron inspeccionadas de forma visual para determinar su estado de conservación, en base a la calificación de uno (1) a cinco (5), según el "Manual de Inspección de Puentes" (MTC, 2006), y el "Manual de Inspección de Puentes de Costa Rica", adaptado por Aguayo (2017).

Tabla 16

Datos de la Inspección de Puentes y Pontones

Datos generales	**Puentes y pontones**				
	P1	**P2**	**P3**	**P4**	**P5**
Denominación	Pontón	Pontón	Puente	Puente	Pontón
Nombre	Querocoto	SN	SN	SN	SN
Tipo	Cajón	En arco	Viga losa	Viga losa	Losa
Luz libre (m)	2.80	4.60	7.00	8.00	3.70
Ancho de calzada (m)	12.00	4.00	5.10	5.10	5.10
Ancho de vereda (m)	0.25	No tiene	0.50	0.65	0.70
Altura del puente (m)	1.80	2.73	2.70	3.60	2.50
Material predominante	Concreto armado	Concreto	Concreto armado	Concreto armado	Concreto armado

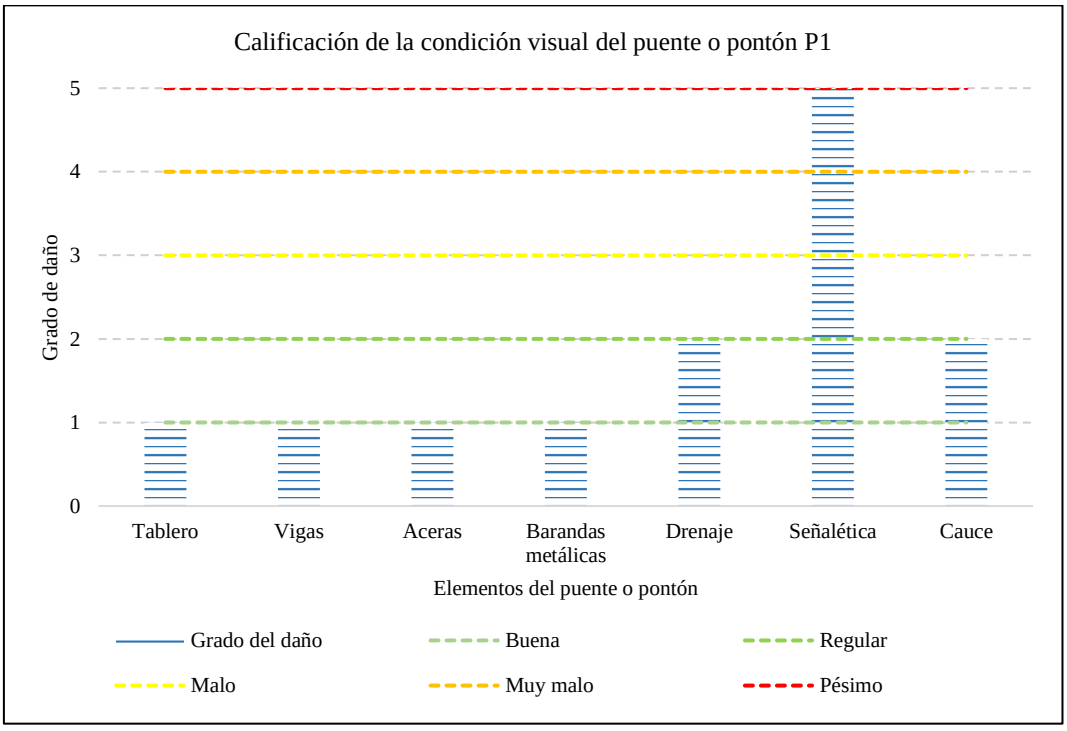
5.1.1.1. Pontón N° 1 – P1

La primera obra de arte analizada (P1), corresponde a un pontón, debido a que su luz libre es menor a 6.00 m, este es de tipo cajón, tiene una losa superior, vigas y losa inferior, se encuentra en condición regular, con una calificación promedio de daño de grado dos (2), según la inspección visual realizada a sus elementos visibles, por ende, solo requiere algunas reparaciones como parte de las

actividades de mantenimiento, entre ellas, se destaca la necesidad de colocar señalética, es decir no se cuenta con señalización del peso máximo que debe transitar sobre el puente, su nombre, su longitud, u otros datos de interés, así mismo, si bien no se observa problemas de socavación en la estructura del puente, el cauce ha sido invadido por la construcción de viviendas, cuyos propietarios han canalizado el lecho del río, y han edificado sobre este, lo que impide determinar si existe sedimentación o erosión aguas abajo del puente, por la falta de visibilidad.

Figura 50

Calificación de la Condición Visual, P1



5.1.1.2. Pontón N° 2 – P2

La segunda obra de arte analizada (P2), corresponde a un pontón, debido a que su luz libre es menor a 6.00 m, este es de tipo arco, tiene un tablero (losa), arco de concreto armado, estribo derecho e izquierdo, visibles, siendo estos, los elementos

que se observaron, determinando que presentaban un grado de daño cuatro (4), lo que representa una muy mala condición, siendo así, este puente requiere de pronta atención, por lo que se debe plantear su rehabilitación (reparación urgente) o cambio por un nuevo puente (diseño de puente). El pontón no tiene aceras o veredas, que garanticen, el libre flujo peatonal, generando un riesgo, para los transeúntes que atraviesan este puente por el tablero vehicular, además de que no cuenta con señalética, que informe la carga vehicular máxima, denominación del puente u otros datos de interés. Así mismo, el cauce del agua es más extenso aguas arriba y abajo del puente, pero en la sección del puente este se vuelve extremadamente estrecho, lo que ocasiona problemas de encauzamiento de las aguas, y erosión al talud aguas abajo, llegando a ocasionar leve inestabilidad en los taludes adyacentes a la estructura, frente a ello se propone el encauzamiento de la quebrada, e incremento de la luz libre del pontón.

Figura 51

Calificación de la Condición Visual, P2

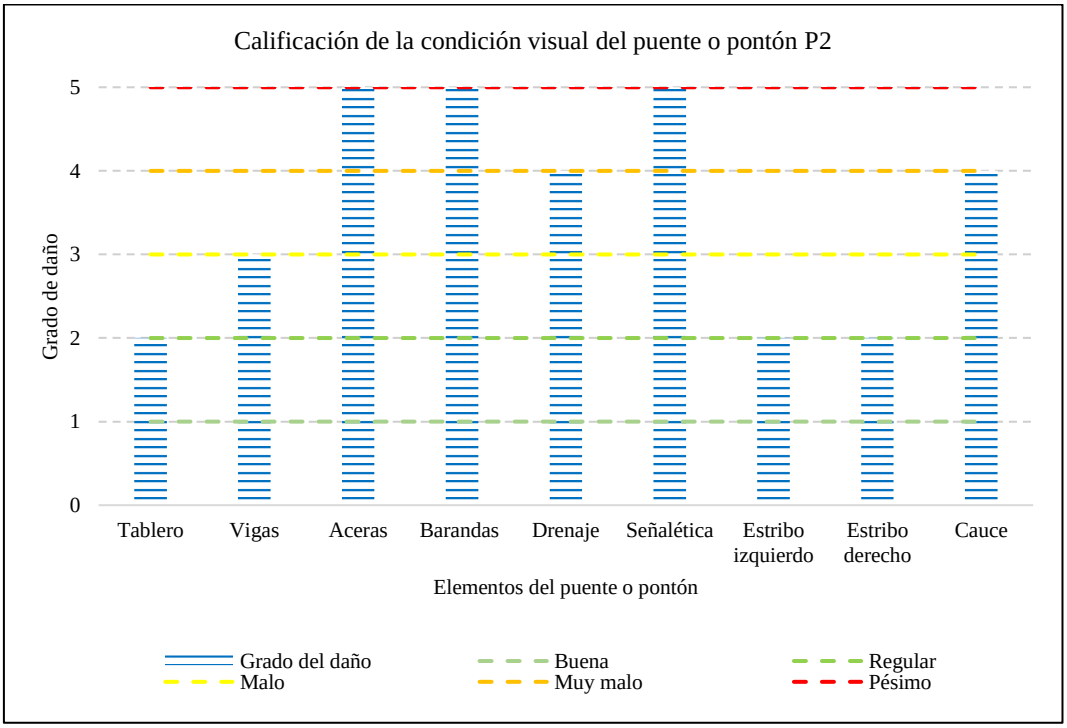


Figura 52

Pontón P2



5.1.1.3.Puente N° 1 – P3

La tercera obra de arte analizada (P3), corresponde a un puente, debido a que su luz libre es mayor a 6.00 m, es de tipo viga losa, y según la inspección visual, en promedio tiene un grado de daño dos (2), condición visual regular, esto debido a la falta de señalización, y ligeros daños por colisión en las barandas metálicas, no obstante, en general presenta un buen estado de conservación.

Figura 53

Calificación de la Condición Visual, P3

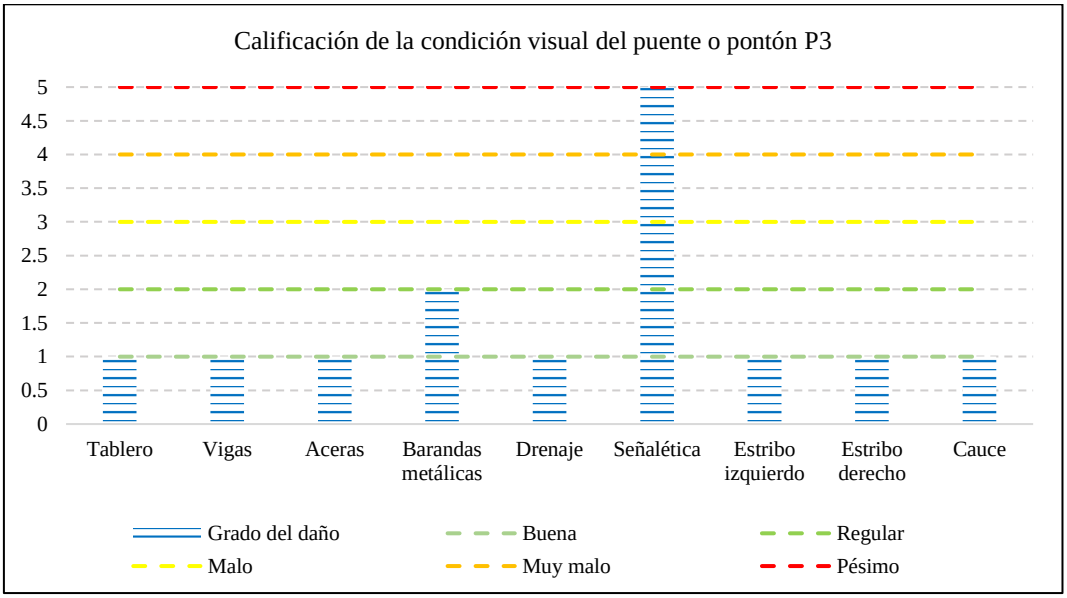


Figura 54

Puente P3



5.1.1.4.Puente N° 2 – P4

La cuarta obra de arte analizada (P4), corresponde a un puente, debido a que su luz libre es mayor a 6.00 m, es de tipo viga losa, y según la inspección visual, en promedio tiene un grado de daño uno (1), condición visual buena, es decir sus elementos visibles, como: tablero, vigas, aceras, barandas metálicas, drenaje, estribo izquierdo, estribo derecho y cauce, presentan en promedio un buen estado de conservación, a excepción de la señalética, debido a que el puente no tiene señal informativa, preventiva, reglamentario o de carga, siendo esto necesario para garantizar la seguridad vial, por lo que como parte del mantenimiento rutinario del puente es necesario considerar la colocación de señalética. Esta obra de arte, es la que presenta mejor condición visual, a comparación del resto de puentes y pontones inspeccionados.

Figura 55

Calificación de la Condición Visual, P4

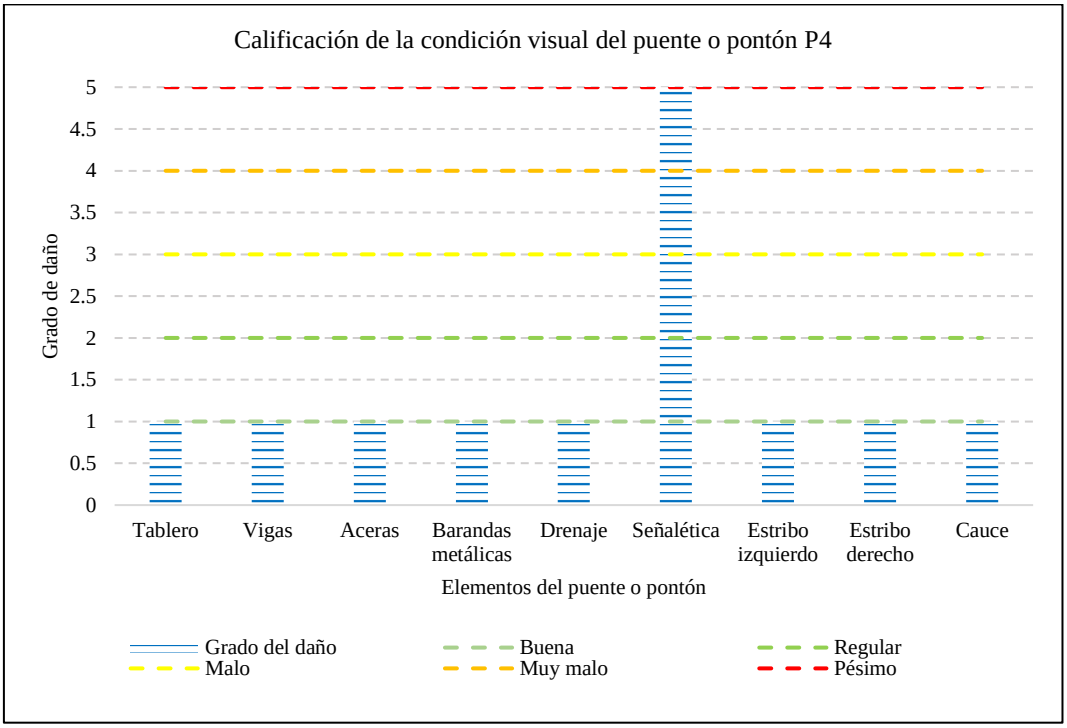


Figura 56

Puente P4



5.1.1.5.Pontón N° 3 – P5

La quinta obra de arte analizada (P5), corresponde a un pontón de tipo losa, presenta un grado de daño tres (3), lo que representa una mala condición, siendo así, es preciso proyectar su reparación prior al siguiente mantenimiento rutinario. Como parte de las reparaciones debe incluirse el mejoramiento de aceras, la colocación de barandas, drenaje y señalética.

Figura 57

Calificación de la Condición Visual, P5

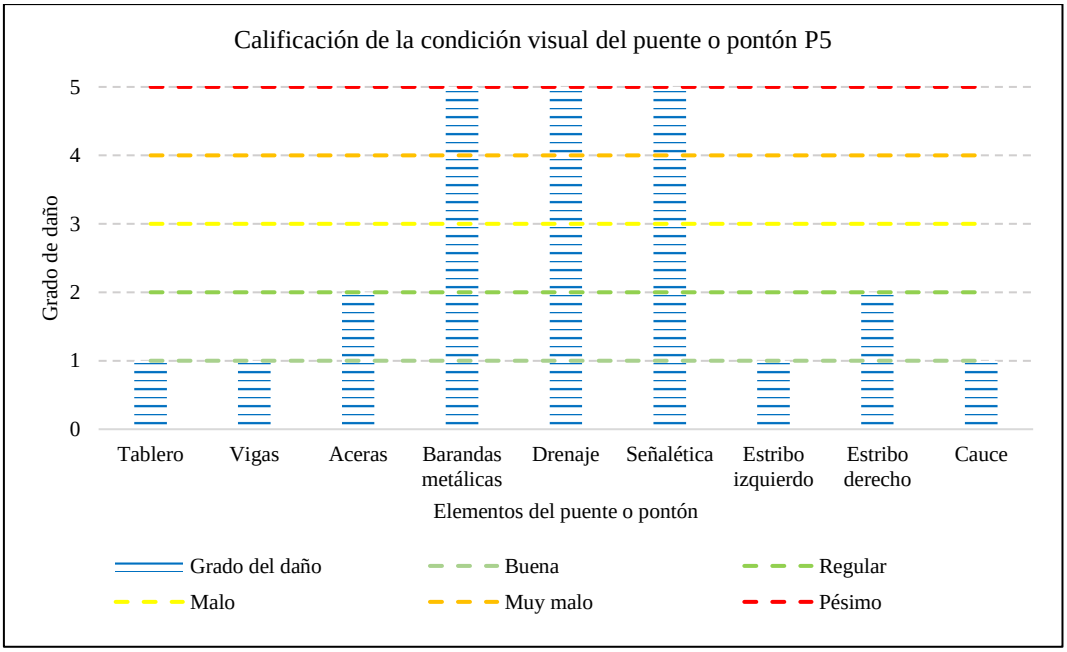


Figura 58

Pontón P5



5.1.1.6.Alcantarillas

En la carretera, CA-105, del 65 al 78, ruta que conecta a Chota con Chaupelanche, hay 40 alcantarillas (Tabla 17), los cuales fueron inspeccionadas de forma visual para determinar su estado de conservación y funcionamiento técnico, verificando que todas presentan una condición de regular a buena, es decir visualmente la estructura de entrada y salida, está en buen estado, pero parcialmente obstruida, por lo que requieren actividades de mantenimiento, a fin de eliminar el lodo, vegetación y rocas, que obstruyen el fluido de muchas de las alcantarillas. Siete son las alcantarillas que tienen mejor condición, debido a que están en buen estado y casi limpias, no obstante, una de las alcantarillas, la alcantarilla 23, se encuentra obstruida casi en su totalidad, siendo la que prioriza acciones de mantenimiento. Así mismo, de las 40 alcantarillas, 37 son alcantarillas de concreto armado, una es alcantarilla TMC 36" (alcantarilla 40) y dos son alcantarillas de enrocado (alcantarilla 4 y alcantarilla 19); estas últimas, aunque se encuentran en regular condición, parcialmente obstruidas por lodo, vegetación y rocas, podrían ser remplazadas por alcantarillas TMC, a fin de evitar la infiltración de agua, en la subrasante de la carretera CA-105, del 65 al 78 Km. (Ver anexo "Ficha de inspección visual de alcantarillas")

Tabla 17

Resumen de Estado de las Alcantarillas

Estado de la alcantarilla	Enrocado	Losa	TMC 36"	Total
Casi limpia	0	7		7
Parcialmente obstruida	2	29	1	32
Obstruida casi en su totalidad	0	1		1
Total	2	37	1	40

5.1.2. Inspección física de las obras de arte

En la ruta CA-105, del 65 al 78 Km, ruta que conecta a Chota con Chaupelanche, hay cinco puentes y pontones, los cuales fueron sometidos a la inspección física, la cual, está referida, a la realización de pruebas no destructivos (esclerometría), con la finalidad de verificar la resistencia a compresión del concreto de los elementos estructurales. El pontón tipo cajón P1, no fue sometido a ensayo de esclerometría, debido a que no se tiene acceso al mismo para la realización del estudio, ya que el cauce del río aguas abajo está cubierto por la construcción de viviendas sobre este, y aguas arriba, no existe forma de acceso, además, el ensayo de esclerometría tampoco se puede realizar en la losa superior debido a que está cubierta por ripio, siendo así, el ensayo de esclerometría, se realizó al pontón tipo arco P2 (estribo izquierdo), al puente N° 1 denominado P3 (estribo izquierdo y viga izquierda) y al puente N° 2 denominado P4 (estribo derecho y viga izquierda), y al pontón losa P5 (estribo derecho). En la Tabla 18, se observa la resistencia media de los elementos estructurales de puentes y pontones.

Tabla 18

Resistencia promedio de los elementos estructurales de puentes y pontones, según el ensayo de esclerometría

Obra de arte	Estructura	Promedio de resistencia kg/cm2
Pontón P2	Estribo izquierdo	114.40
Puente P3	Estribo izquierdo	245.10
Puente P3	Viga izquierda	215.80
Puente P4	Estribo derecho	162.90
Puente P4	Viga izquierda	276.40
Pontón P5	Estribo derecho	176.60

5.1.2.1.Pontón N° 2 – P2

El pontón tipo arco P2 tiene resistencia a compresión corregida de 114.40 kg/cm2, para el estribo izquierdo, lo que muestra un bajo f'c según Saenz (2016) y Barrantes (2017), quienes consideran que debería presentar una resistencia superior a 210 kg/cm2, al ser elementos estructurales primarios, pero esta obra de arte, tiene una resistencia de apenas el 54.29% del f'c sugerido, por lo que requiere un nuevo diseño estructural, que garantice la resistencia del concreto del pontón.

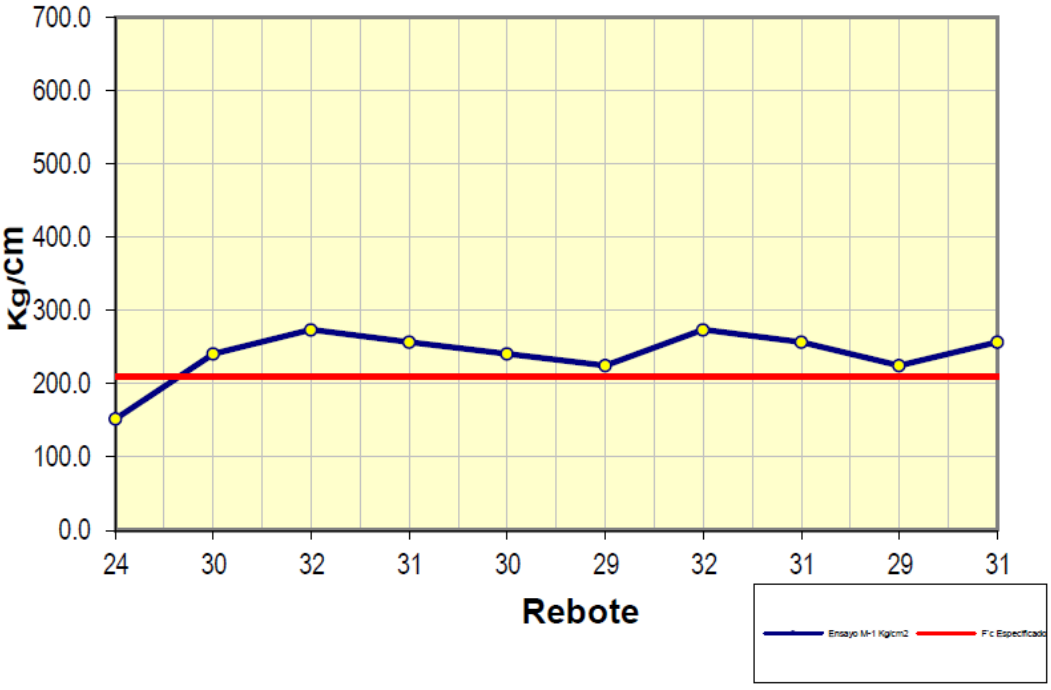
Tabla 19

Ensayo de Esclerometría, Pontón Tipo Arco, P2

Resultados/ Elemento estructural	Estribo izquierdo
Promedio rebotes	30
Promedio resistencia (kg/cm2)	240.30
Desviación estándar (kg/cm2)	35.50
Coeficiente de variación (%)	14.80
Resistencia a compresión f'c (kg/cm2)	114.40

Figura 59

Ensayo de Esclerometría, Pontón Tipo Arco, P2



5.1.2.2.Puente N° 1 – P3

La obra de arte P3, puente N° 1, presenta una resistencia a compresión corregida de 245.10 kg/cm2 y 215.80 kg/cm2, para el estribo izquierdo y la viga izquierda, respectivamente, según el ensayo de esclerometría, lo que verifica que los elementos estructurales de esta obra de arte tienen buena resistencia estructural. Por tanto, de la inspección física, se deduce que el puente N° 1 (P3), tiene aún la capacidad resistente necesaria para soportar el tránsito vehicular.

Tabla 20

Ensayo de Esclerometría, Puente N° 1, P3

Resultados/ Elemento estructural	Estribo izquierdo	Viga izquierda
Promedio rebotes	45	43
Promedio resistencia (kg/cm2)	514.80	453.10
Desviación estándar (kg/cm2)	31.60	63.10
Coeficiente de variación (%)	6.10	13.90
Resistencia a compresión f'c (kg/cm2)	245.10	215.80

Figura 60

Ensayo de Esclerometría al estribo izquierdo, Puente N° 1, P3

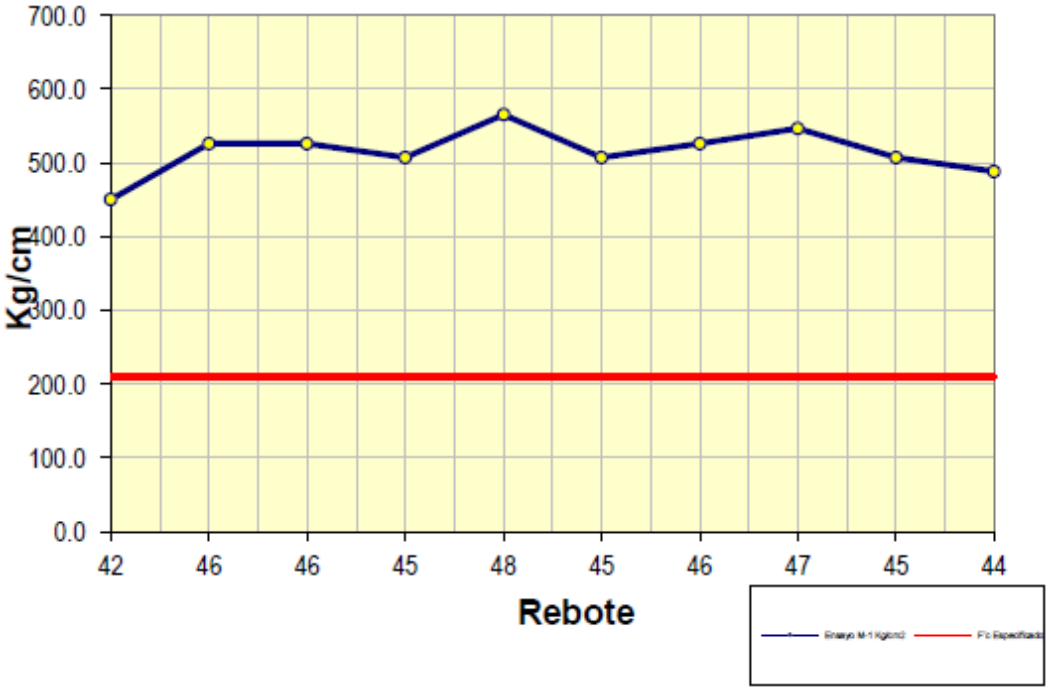
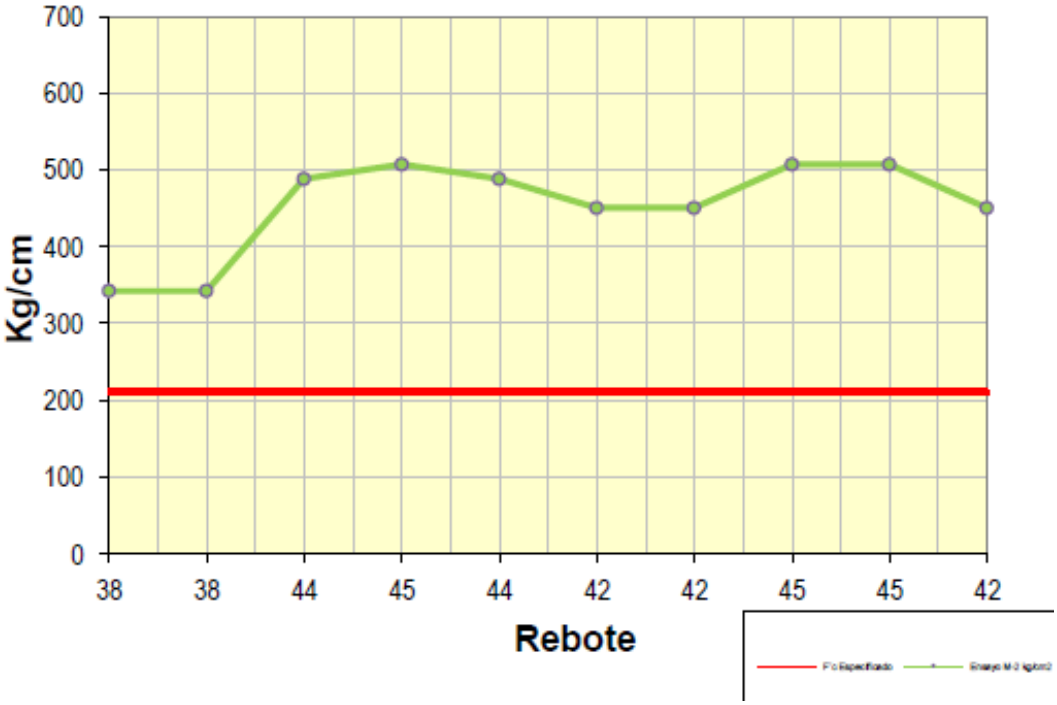


Figura 61

Ensayo de Esclerometría a la viga izquierda, Puente N° 1, P3



5.1.2.3.Puente N° 2 – P4

La obra de arte P4, puente N° 2, presenta una resistencia a compresión corregida de 162.90 kg/cm2 para el estribo derecho y 276.40 kg/cm2 para la viga izquierda, según el ensayo de esclerometría, siendo así, las vigas de concreto armado, tienen buena resistencia estructural, por lo que, en promedio, se considera que la obra aún cuenta con la capacidad estructural para su funcionamiento.

Tabla 21

Ensayo de Esclerometría, Puente N° 2, P4

Resultados/ Elemento estructural	Estribo derecho	Viga izquierda
Promedio rebotes	39	49
Promedio resistencia (kg/cm2)	342	580.50
Desviación estándar (kg/cm2)	0.00	41.80
Coeficiente de variación (%)	0.00	7.20
Resistencia a compresión f'c (kg/cm2)	162.90	276.40

Figura 62

Ensayo de Esclerometría al estribo derecho, Puente N° 2, P4

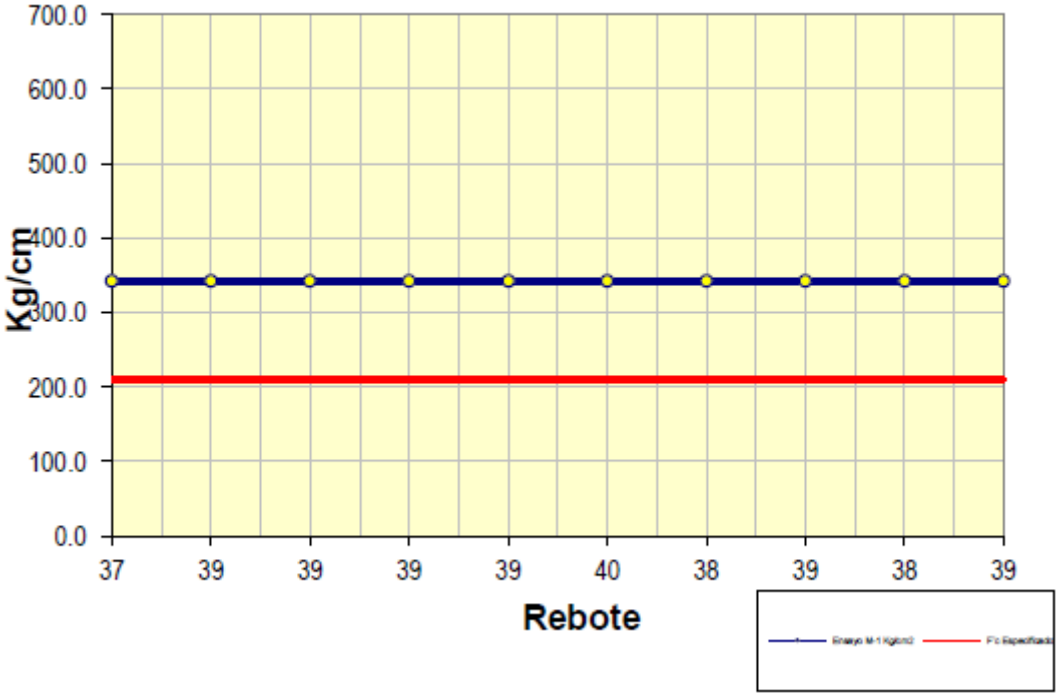
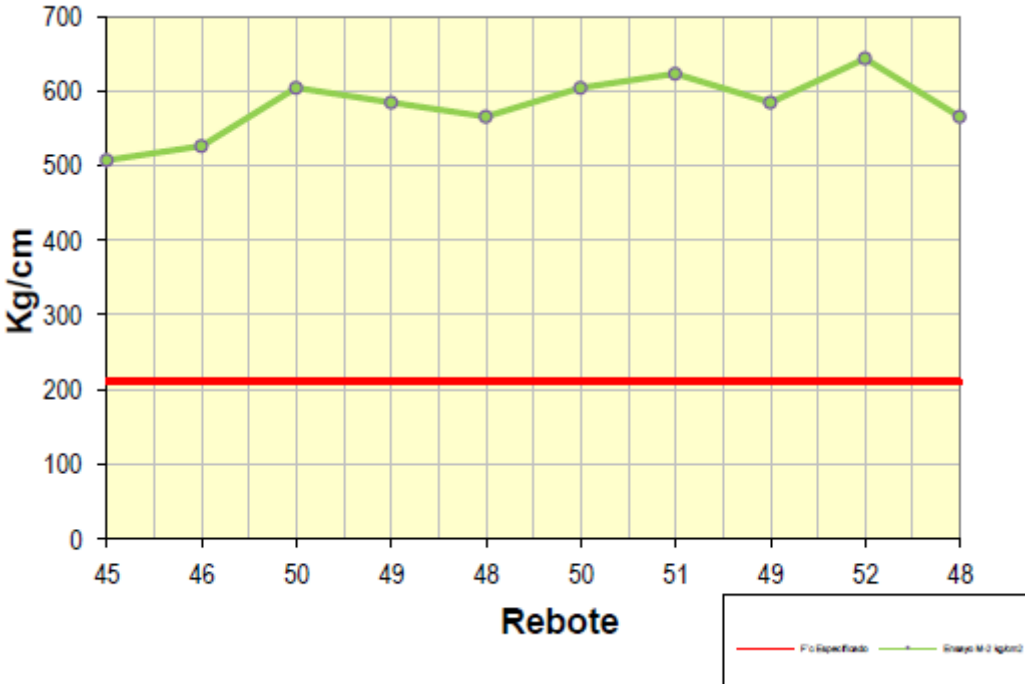


Figura 63

Ensayo de Esclerometría a la viga izquierda, Puente N° 2, P4



5.1.2.4.Pontón N° 3 – P5

La obra de arte P5, pontón N° 3, muestra resistencia a compresión corregida media de 176.60 kg/cm2 para el estribo izquierdo, siendo menor, al f'c sugerido por Saenz (2016) y Barrantes (2017), para elementos estructurales de un puente 210 kg/cm2, no obstante, este representa el 84.10% de la resistencia sugerida por Saenz (2016) y Barrantes (2017), por lo que se considera que aún mantiene su capacidad estructural.

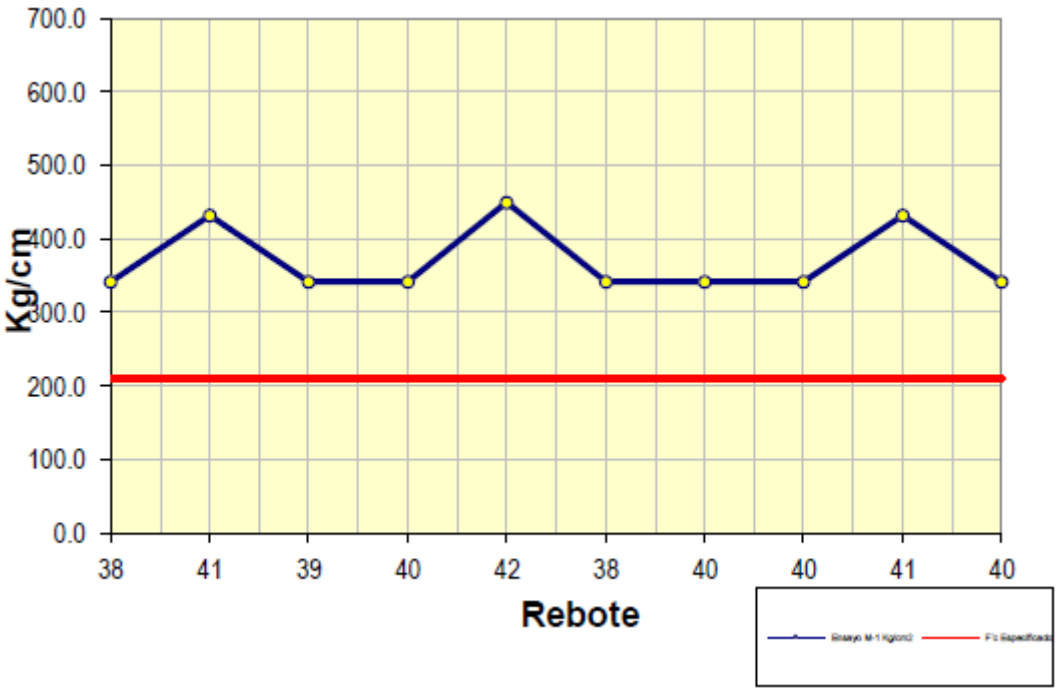
Tabla 22

Ensayo de Esclerometría, Pontón Tipo Losa, P5

Resultados/ Elemento estructural	Estribo izquierdo
Promedio rebotes	40
Promedio resistencia (kg/cm2)	370.80
Desviación estándar (kg/cm2)	46.60
Coeficiente de variación (%)	12.60
Resistencia a compresión f'c (kg/cm2)	176.60

Figura 64

Ensayo de Esclerometría, Pontón Tipo Losa, P5



5.1.3. Análisis hidráulico de las obras de arte

En la ruta CA-105, del 65 al 78 Km, ruta que enlaza a Chota con Chaupelanche, hay cinco puentes y pontones, de los cuales se ha determinado su capacidad hidráulica, para ello, primero se delimitaron las microcuencas de cada quebrada atravesada por las obras de cruce (puentes y pontones), y se definieron los parámetros geomorfológicos de las microcuencas, después se hizo el traspaso de datos pluviométricos de la estación Bambamarca (coordenadas UTM WGS84 17S 774370.8 m, 9261312 m, a 2495 msnm), para obtener datos pluviométricos para cada microcuenca, por ende fueron afectados por la altitud media de las microcuencas siguiendo el proceso descrito por Ortiz (2016), con las precipitaciones de cada microcuenca, se realizó el análisis de intensidades máximas, utilizando el software Hidoesta, a fin de determinar las curvas IDF para periodos de retorno de 10, 25, 50 y 100 años, así mismo, se determinó el coeficiente de escorrentía según las características visuales de vegetación, pendiente y suelo de cada microcuenca, utilizando los valores dados en el MTC (2014), para posteriormente aplicar el método racional, para determinar el caudal máximo para Tr de 25 años, tiempo sugerido por Algeciras y Bermúdez (2016) para puentes con luces menores a 10 m, tal como los puentes y pontones evaluados en el presente estudio. Con los caudales máximos determinados se realizó el modelamiento 1D, en HEC-RAS, para precisar la sección hidráulica en el punto emisor, de tal forma que se verifique si la altura de puentes y pontones es mayor al nivel de agua frente a precipitaciones extremas.

5.1.3.1.Pontón N° 1 – P1

La microcuenca N° 1, tiene una extensión de 2.46 km2, es de forma oval oblonga, su coeficiente de compacidad es mayor a 1, la tormenta se da en toda su extensión, la pendiente es 17.05%, mostrando una topografía accidentada, la altitud media es 2,569.42 msnm, la longitud de máximo recorrido es 2.76 km, el orden de la red hídrica es 3 y alcanza un tiempo de concentración de 58.34 minutos, según Témez.

Figura 65

Microcuenca 1

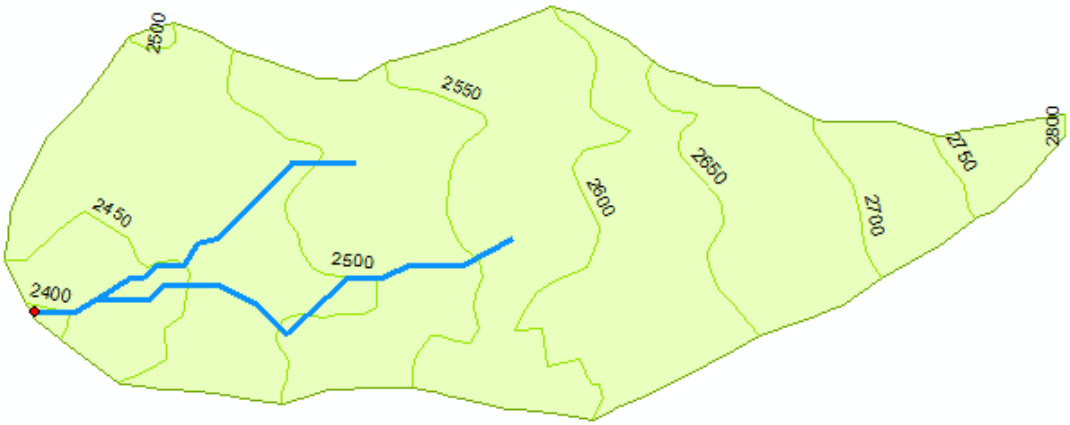


Tabla 23

Parámetros geomorfológicos, Microcuenca 1

Parámetro geomorfológico	Valor
Área (km2)	2.46
Perímetro (km)	7.33
Coeficiente de compacidad	1.308
Altitud media (msnm)	2,569.42
Pendiente de la cuenca (%)	17.05%
Número de orden	3
Longitud de la red hídrica (km)	9.60
Longitud del máximo recorrido (km)	2.76 Km
Pendiente del cauce principal (%)	10.96
Tiempo de concentración según Témez (min)	58.34

La intensidad máxima de precipitación de la microcuenca 1, para Tr de 10, 25, 50 y 100 años, son 51.68, 60.14, 67.44 y 75.62 mm/h, respectivamente, para un tiempo de concentración de 58.34 minutos. Estos datos, se han utilizado para estimar el caudal máximo, siendo así, el coeficiente de escorrentía estimado asciende a 0.38, valor encontrado a partir de las tablas dadas por el MTC (2014), según cobertura vegetal, tipo de suelo y pendiente. El caudal máximo, para Tr de 10, 25, 50, 100 años son 13.24, 15.41, 17.28 y 19.38 m3/s, respectivamente, no obstante, se ha utilizado como caudal de modelamiento a 15.41 m3/s, debido a que Algeciras y Bermúdez (2016), argumentan que, para puentes con luces menores a 10 m, se trabaja con Tr de 25 años.

Tabla 24

Caudales Máximos según Tiempo de Retorno, Microcuenca 1

Tr (años)	Intensidad máxima (mm/h)	Caudal máximo (m3/s)
10	51.68	13.24
25	60.14	15.41
50	67.44	17.28
100	75.62	19.38

Para el modelamiento hidráulico, del pontón N° 1, P1, se realizó el levantamiento topográfico, en la sección aguas arriba y aguas debajo de la obra hidráulica, limitando el estudio a 70 m, a cada lado, debido a que no se tiene acceso libre al cauce, por la construcción de viviendas sobre esta quebrada. El seccionamiento transversal, se exporta al programa HEC-RAS, donde se agregan los valores de Manning, elegidos según lo observado en campo, teniendo en cuenta el manual HEC-RAS versión 5.0.7 (2020) y Ven Te Chow (1994), para el lado izquierdo, eje y lado derecho, el Manning es 0.014 por tratarse de un puente cajón de concreto. Luego se agregan los caudales, 13.24, 15.41, y 17.28 m3/s, para Tr de

10, 25 y 50 años, en la progresiva 0+070 aguas arriba. Se ingresa la pendiente aguas abajo determinado por el levantamiento topográfico 14%, y se corre el modelo, siendo el número Froude menor a 1, pertenece a un flujo de régimen subcrítico.

Figura 66

Vista del Levantamiento Topográfico sobre el Cauce, Pontón N° 1, P1



La altura del pontón N° 1, P1, es de 1.80 m, y el borde libre o galibo, para un Tr de 25 años y 50 años, es 50 cm y 40 cm respectivamente, según el modelamiento hidráulico, por lo que la altura de esta obra de arte es mayor al nivel de agua frente a precipitaciones extremas, sin embargo, la altura del galibo es menor, al mínimo de 1.50, especificado por Rodríguez (2007).

Figura 67

Vista de la Sección Transversal del Pontón N° 1, Tr de 25 años, P1

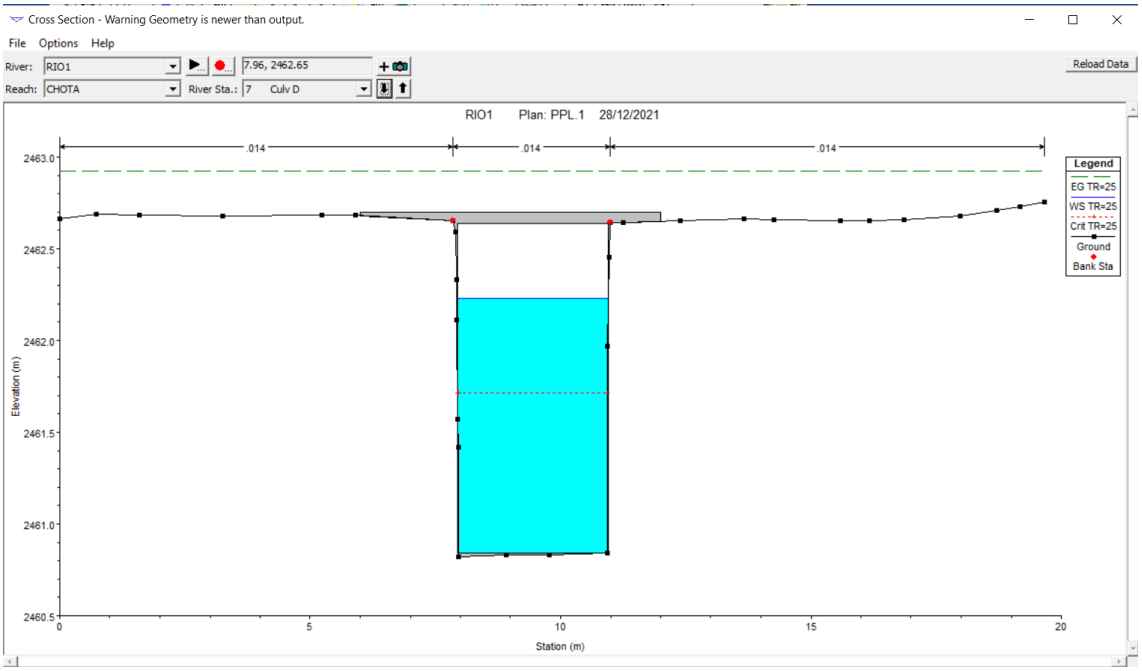
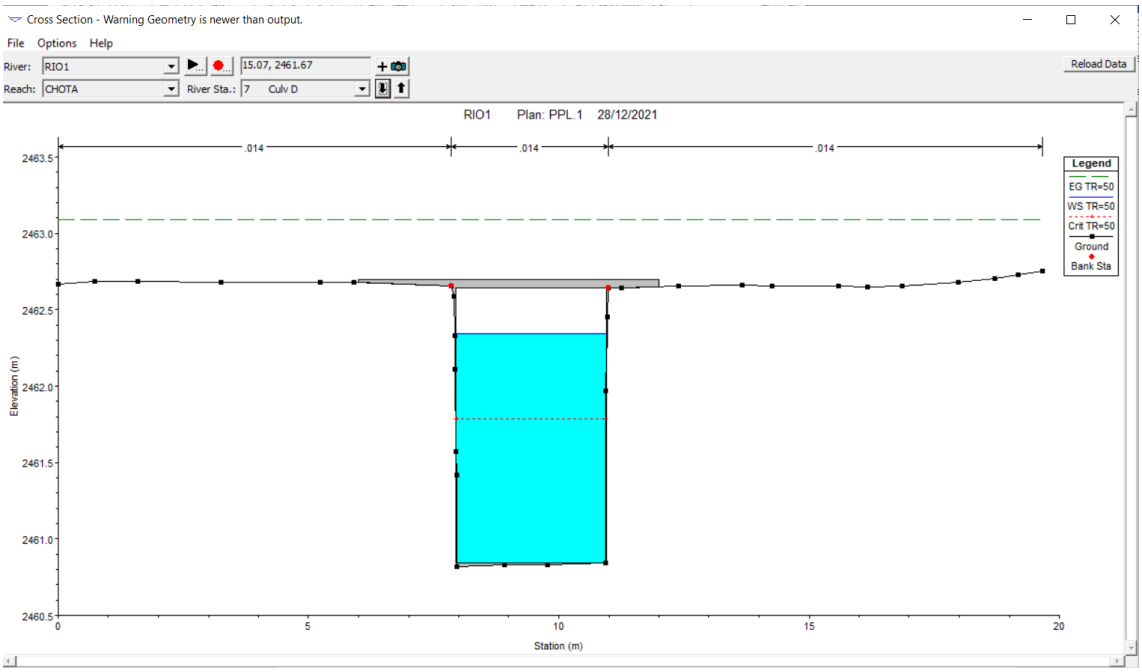


Figura 68

Vista de la Sección Transversal del Pontón N° 1, para un Tr de 50 años, P1



5.1.3.2.Pontón N° 2 – P2

La microcuenca N° 2, tiene una extensión de 7.30 km2, es de forma oval redonda, su coeficiente de compacidad es mayor a 1, la tormenta se da en toda su extensión, la pendiente es 23.82%, mostrando una topografía fuerte, la altitud media es 3,191.57 msnm, la longitud de máximo recorrido es 5.26 km, el orden de la red hídrica es 4 y alcanza un tiempo de concentración de 89.20 minutos.

Figura 69

Microcuenca 2

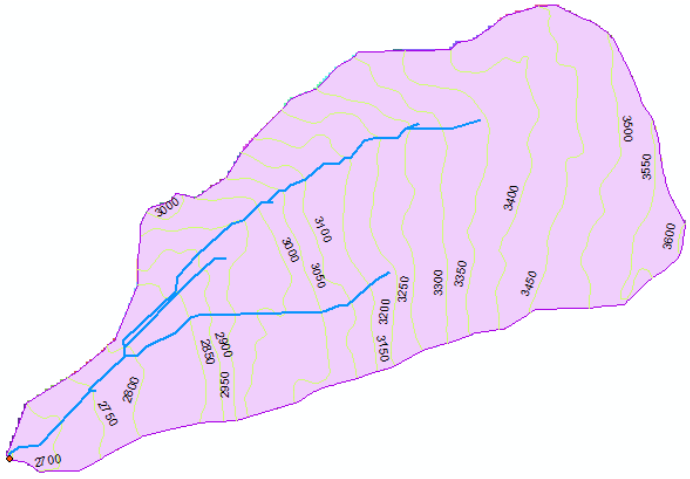


Tabla 25

Parámetros Geomorfológicos, Microcuenca 2

Parámetro geomorfológico	Valor
Área (km2)	7.30
Perímetro (km)	12.32
Coeficiente de compacidad	1.276
Altitud media (msnm)	3,191.57
Pendiente de la cuenca (%)	23.82%
Número de orden	4
Longitud de la red hídrica (km)	36.90
Longitud del máximo recorrido (km)	5.26
Pendiente del cauce principal (%)	15.07
Tiempo de concentración según Témez (min)	89.20

La intensidad máxima de precipitación de la microcuenca 2, para Tr de 10, 25, 50 y 100 años, son 46.69, 54.33, 60.92 y 68.32 mm/h, respectivamente, para un tiempo de concentración de 89.20 minutos. Estos datos, se han utilizado para estimar el caudal máximo, siendo así, el coeficiente de escorrentía estimado asciende a 0.47, valor encontrado a partir de las tablas dadas por el MTC (2014), según cobertura vegetal, tipo de suelo y pendiente. El caudal máximo, para Tr de 10, 25, 50, 100 años son 44.18 m 51.41, 57.65 y 64.65 m3/s, respectivamente, no obstante, se ha utilizado como caudal de modelamiento a 51.41 m3/s, debido a que Algeciras y Bermúdez (2016), argumentan que, para puentes con luces menores a 10 m, se trabaja con Tr de 25 años.

Tabla 26

Caudales Máximos según Tiempo de Retorno, Microcuenca 2

Tr (años)	Intensidad máxima (mm/h)	Caudal máximo (m3/s)
10	46.69	44.18
25	54.33	51.41
50	60.92	57.65
100	68.32	64.05

Para el modelamiento hidráulico, del pontón N° 2, P2, se realizó el levantamiento topográfico, 100 m aguas arriba y 100 m aguas debajo de la obra hidráulica. El seccionamiento transversal, se exporta al programa HEC-RAS, donde se agregan los valores de Manning, elegidos según lo observado en campo, teniendo en cuenta el manual HEC-RAS versión 5.0.7 (2020) y Ven Te Chow (1994), para el eje del río el Manning es 0.05 por tratarse de un río sinuoso, con algo de hierba y piedras grandes, los bordes izquierdo y derecho tienen un valor Manning de 0.035 por ser un tramo donde hay pastos altos. Luego se agregan los caudales, 44.18, 51.41 y 57.65 m3/s, para Tr de 10, 25 y 50 años, en la progresiva 0+070 aguas

arriba. Se ingresa la pendiente aguas abajo determinado por el levantamiento topográfico 7.10%, y se corre el modelo, siendo el número Froude menor a 1, pertenece a un flujo de régimen subcrítico.

Figura 70

Vista del Levantamiento Topográfico sobre el Cauce, Pontón N° 2, P2



La altura del pontón N° 2, P2, es de 2.73 m, para un Tr de 25 años y 50 años, no existe borde libre o galibo en la obra hidráulica, es decir el nivel de agua supera la altura del puente en 40 cm y 50 cm, respectivamente, según el modelamiento hidráulico, esto se debe a que según la inspección visual el cauce requiere encauzamiento debido a que este se vuelve muy estrecho en la parte del puente pero tiene una mayor extensión aguas arriba y aguas abajo, siendo así, el caudal frente a precipitaciones extremas supera la capacidad hidráulica del puente.

Figura 71

Vista de la Sección Transversal del Pontón N° 2, Tr de 25 años, P2

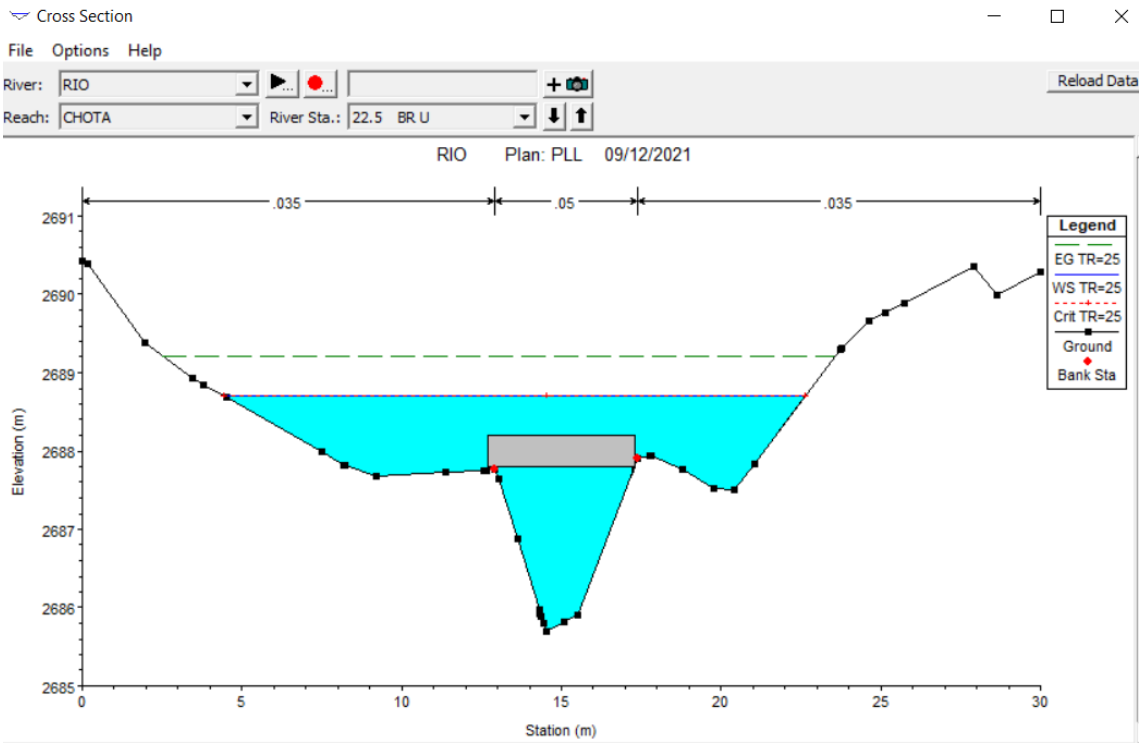
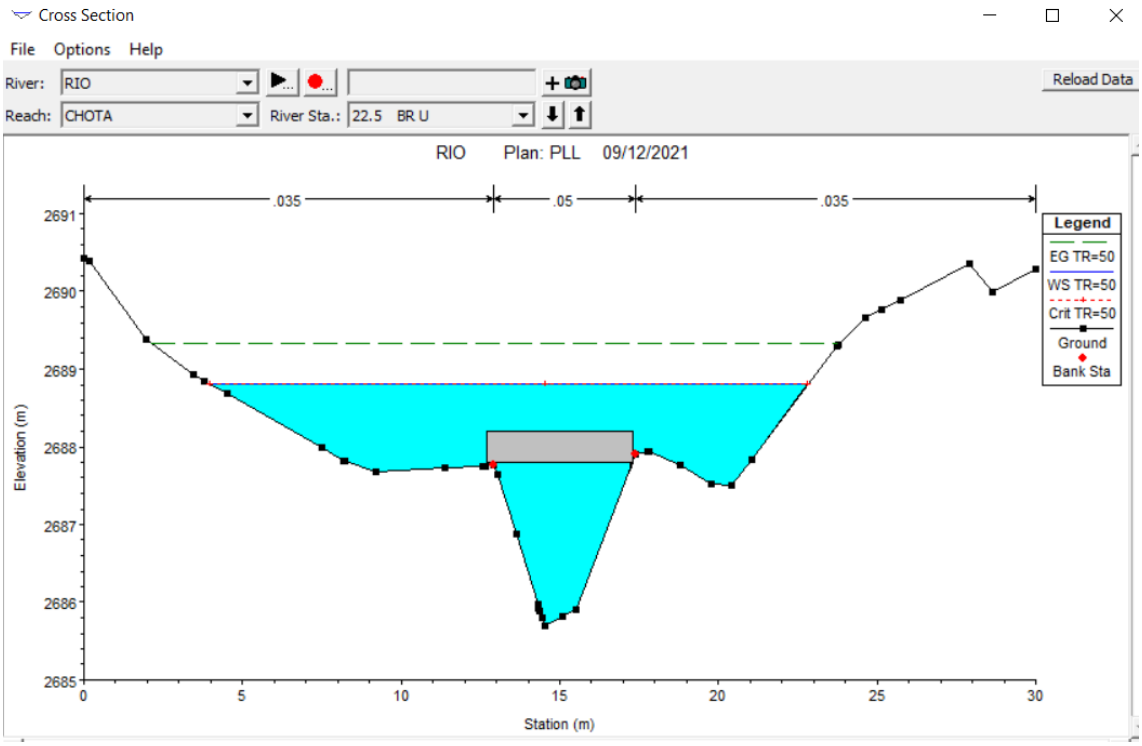


Figura 72

Vista de la Sección Transversal del Pontón N° 2, para un Tr de 50 años, P2



5.1.3.3.Puente N° 1 – P3

La microcuenca N° 3, tiene una extensión de 13.25 km2, es de forma oval redonda, su coeficiente de compacidad es mayor a 1, la tormenta se da en toda su extensión, la pendiente es 23.55%, mostrando una topografía fuerte, la altitud media es 3,392.05 msnm, la longitud de máximo recorrido es 8.12 km, el orden de la red hídrica es 4 y alcanza un tiempo de concentración 132.47 minutos.

Figura 73

Microcuenca 3

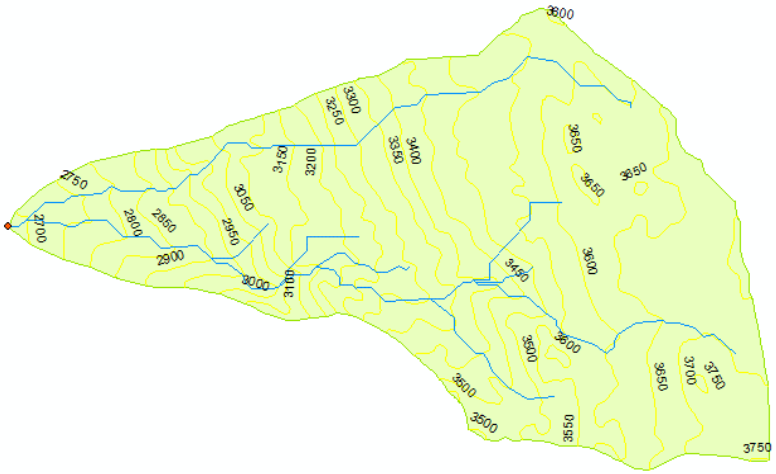


Tabla 27

Parámetros Geomorfológicos, Microcuenca 3

Parámetro geomorfológico	Valor
Área (km2)	13.25
Perímetro (km)	16.70
Coeficiente de compacidad	1.284
Altitud media (msnm)	3,392.05
Pendiente de la cuenca (%)	23.55%
Número de orden	4
Longitud de la red hídrica (km)	54.49
Longitud del máximo recorrido (km)	8.12
Pendiente del cauce principal (%)	10.36
Tiempo de concentración (min)	132.47

La intensidad máxima de precipitación de la microcuenca 3, determinada por el método racional, para Tr de 10, 25, 50 y 100 años, son 36.89, 42.92, 48.13 y 53.97 mm/h, respectivamente, para un tiempo de concentración de 2.208 horas. Estos datos, se han utilizado para estimar el caudal máximo, siendo así, el coeficiente de escorrentía es 0.47. El caudal máximo, para Tr de 10, 25, 50, 100 años son 63.36 m3/s, 73.72 m3/s, 82.67 m3/s y 92.70 m3/s, respectivamente, no obstante, se ha utilizado como caudal de modelamiento a 73.72 m3/s, debido a que Algeciras y Bermúdez (2016), argumentan que, para puentes con luces menores a 10 m, se trabaja con Tr de 25 años.

Tabla 28

Caudales Máximos según Tiempo de Retorno, Microcuenca 3

Tr (años)	Intensidad máxima (mm/h)	Caudal máximo (m3/s)
10	36.89	63.36
25	42.92	73.72
50	48.13	82.67
100	53.97	92.70

Para el modelamiento hidráulico, del puente N° 1, P3, se realizó el levantamiento topográfico, 100 m aguas arriba y 100 m aguas debajo de la obra hidráulica. El seccionamiento transversal, se exporta al programa HEC-RAS, donde se agregan los valores de Manning, elegidos según lo observado en campo, teniendo en cuenta el manual HEC-RAS versión 5.0.7 (2020) y Ven Te Chow (1994), para el eje del río, el Manning es 0.05, por tratarse de un río sinuoso, con algo de hierba y piedras grandes, en el lado izquierdo presenta un Manning de 0.035 debido a que en el tramo hay pastos altos, mientras que en el lado derecho el Manning es 0.040, por ser un tramo donde hay cultivos maduros y árboles. Luego se agregan los caudales, 63.36, 73.72 y 82.67 m3/s, para Tr de 10, 25 y 50 años; en la

progresiva 0+063 aguas arriba. Se ingresa la pendiente aguas abajo determinado por el levantamiento topográfico 6.25%, y se corre el modelo, siendo Froude menor a 1, pertenece a un flujo de régimen subcrítico.

Figura 74

Vista del Levantamiento Topográfico sobre el Cauce, Puente N° 1, P3



La altura del puente N° 1, P3, es de 2.70 m, y el borde libre o galibo, para un Tr de 25 años y 50 años, es 30 cm y 10 cm respectivamente, según el modelamiento hidráulico, por lo que la altura de esta obra de arte es mayor al nivel de agua frente a precipitaciones extremas, sin embargo, la altura del galibo es menor, al mínimo de 1.50, especificado por Rodríguez (2007), no obstante, el cálculo del caudal se ha dado para precipitaciones extremas.

Figura 75

Vista de la Sección Transversal del Puente N° 1, Tr de 25 años, P3

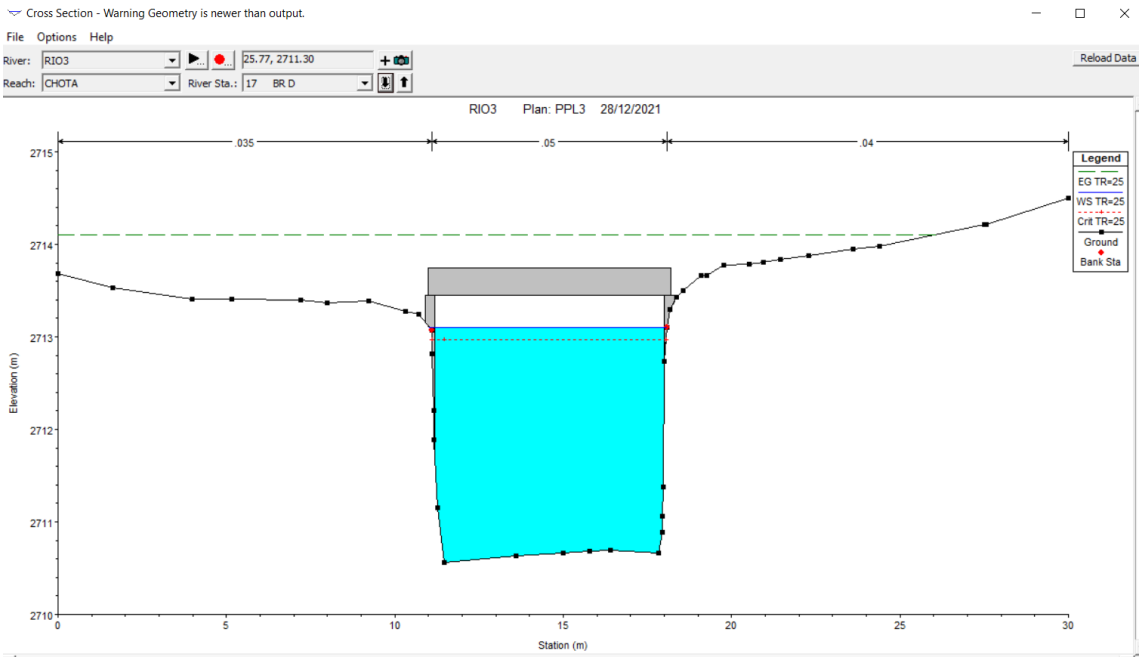
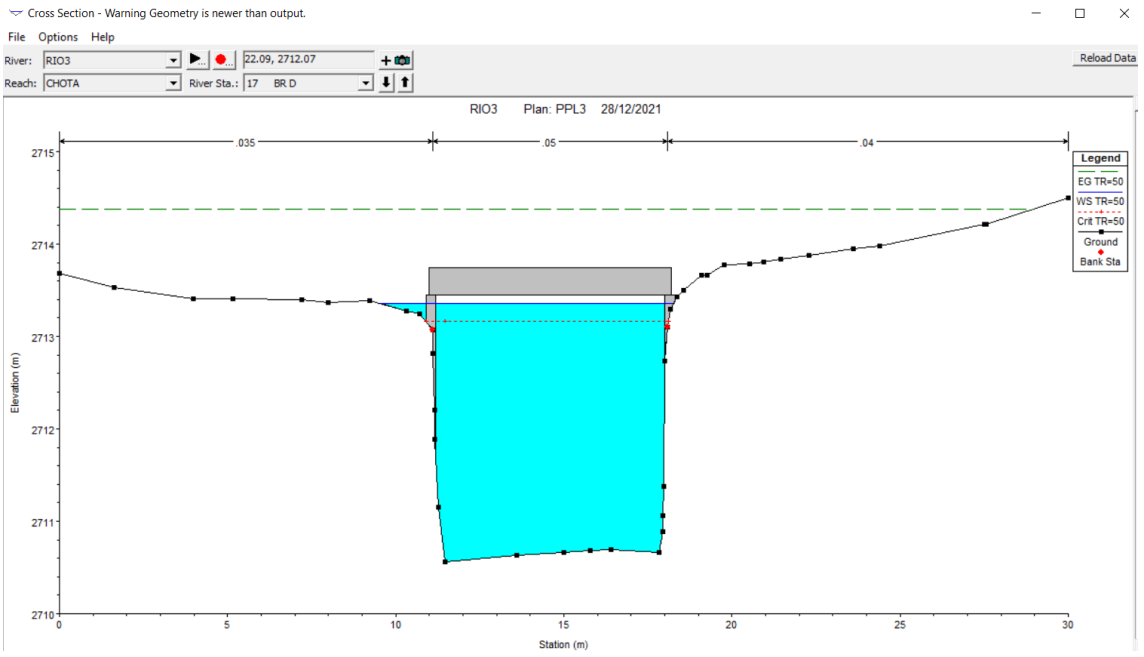


Figura 76

Vista de la Sección Transversal del Puente N° 1, para un Tr de 50 años, P3



5.1.3.4.Puente N° 2 – P4

La microcuenca N° 4, tiene una extensión de 4.67 km2, es de forma oval redonda, su coeficiente de compacidad es mayor a 1, la tormenta se da en toda su extensión, la pendiente es 27.37%, mostrando una topografía fuerte, la altitud media es 3,386.64 msnm, la longitud de máximo recorrido es 4.53 km, el orden de la red hídrica es 4 y alcanza un tiempo de concentración 85.67 minutos.

Figura 77

Microcuenca 4

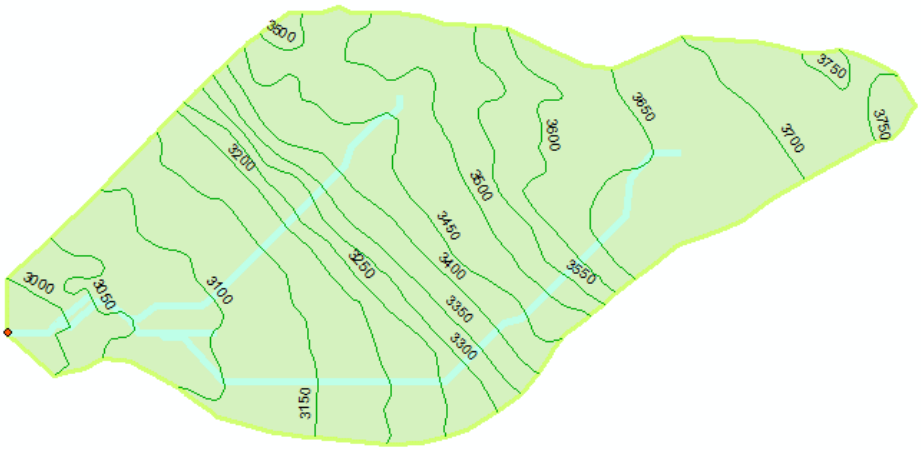


Tabla 29

Parámetros Geomorfológicos, Microcuenca 4

Parámetro geomorfológico	Valor
Área (km2)	4.67
Perímetro (km)	9.68
Coeficiente de compacidad	1.254
Altitud media (msnm)	3,386.64
Pendiente de la cuenca (%)	27.37%
Número de orden	4
Longitud de la red hídrica (km)	24.85
Longitud del máximo recorrido (km)	4.53
Pendiente del cauce principal (%)	10.29
Tiempo de concentración según Témez (min)	85.67

La intensidad máxima de precipitación de la microcuenca 2, para Tr de 10, 25, 50 y 100 años, son 51.06, 59.40, 66.61 y 74.69 mm/h, respectivamente, para un tiempo de concentración de 85.67 minutos. Estos datos, se han utilizado para estimar el caudal máximo, siendo así, el coeficiente de escorrentía estimado asciende a 0.40, valor encontrado a partir de las tablas dadas por el MTC (2014), según cobertura vegetal, tipo de suelo y pendiente. El caudal máximo, para Tr de 10, 25, 50, 100 años es 37.84, 44.02, 49.36 y 55.35 m3/s, respectivamente, no obstante, se ha utilizado como caudal de modelamiento a 44.36 m3/s, debido a que Algeciras y Bermúdez (2016), argumentan que, para puentes con luces menores a 10 m, se trabaja con Tr de 25 años.

Tabla 30

Caudales Máximos según Tiempo de Retorno, Microcuenca 4

Tr (años)	Intensidad máxima (mm/h)	Caudal máximo (m3/s)
10	51.06	37.84
25	59.40	44.02
50	66.61	49.36
100	74.69	55.35

Para el modelamiento hidráulico, del puente N° 2, P4, se realizó el levantamiento topográfico, 100 m aguas arriba y 100 m aguas debajo de la obra hidráulica. El seccionamiento transversal, se exporta al programa HEC-RAS, donde se agregan los valores de Manning, elegidos según lo observado en campo, teniendo en cuenta el manual HEC-RAS versión 5.0.7 (2020) y Ven Te Chow (1994), para el eje del río el Manning es 0.05 por tratarse de un río sinuoso, con algo de hierba y piedras grandes, el borde izquierdo tiene un valor Manning de 0.035 por ser un tramo donde hay pastos altos, y el borde derecho tiene un valor Manning de 0.040 debido a que hay cultivos y árboles. Luego se agregan los caudales, 37.84, 44.02

y 49.36 m3/s, para Tr de 10, 25 y 50 años, en la progresiva 0+063 aguas arriba. Se ingresa la pendiente aguas abajo determinado por el levantamiento topográfico 6.25%, y se corre el modelo, siendo Froude menor a 1, pertenece a un flujo de régimen subcrítico.

Figura 78

Vista del Levantamiento Topográfico sobre el Cauce, Puente N° 2, P4



La altura del puente N° 2, P4, es de 3.60 m, y el borde libre o galibo, para un Tr de 25 años y 50 años, es 40 cm y 20 cm, respectivamente, según el modelamiento hidráulico, por lo que la altura de esta obra de arte es mayor al nivel de agua frente a precipitaciones extremas, sin embargo, la altura del galibo es menor, al mínimo de 1.50, sugerido por Rodríguez (2007).

Figura 79

Vista de la Sección Transversal del Puente N° 2, Tr de 25 años, P4

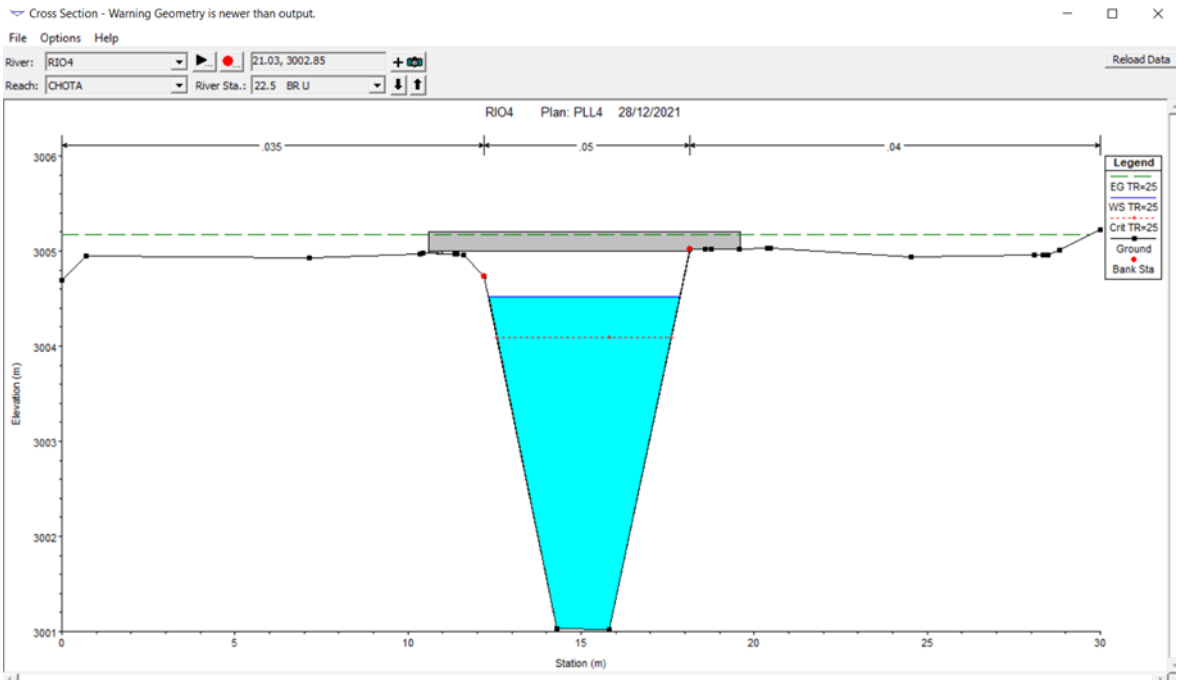
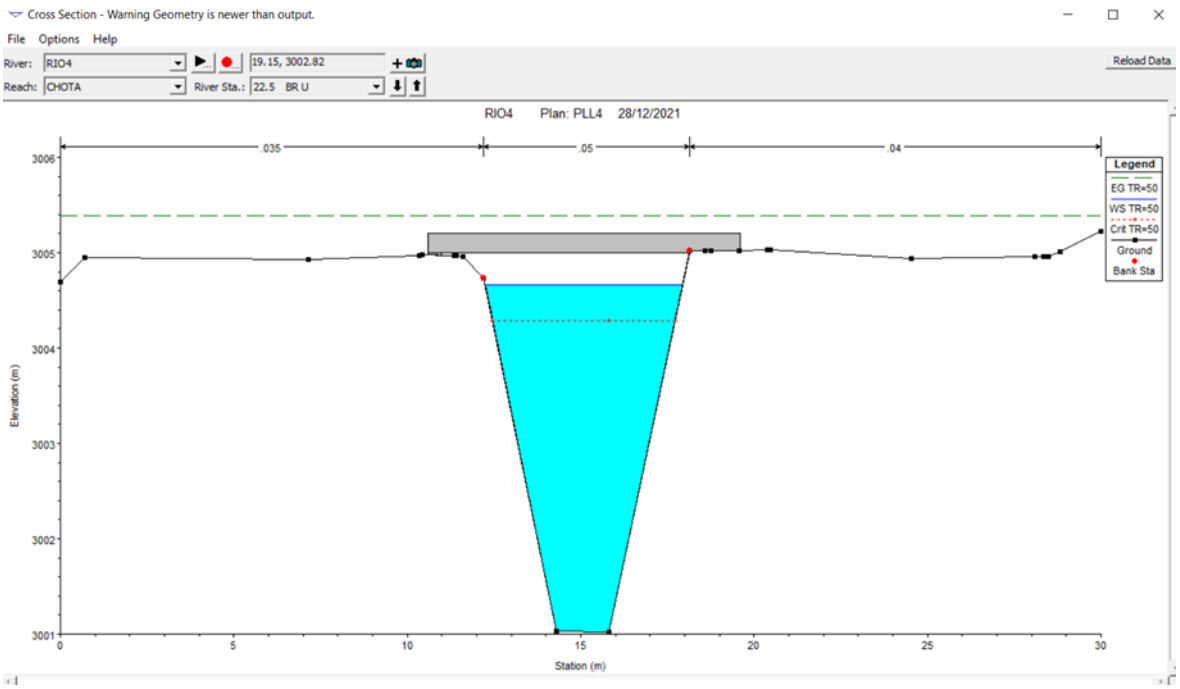


Figura 80

Vista de la Sección Transversal del Puente N° 2, para un Tr de 50 años, P4



5.1.3.5.Pontón N° 3 – P5

La microcuenca N° 5, tiene una extensión de 5.36 km2, es de forma oval oblonga, su coeficiente de compacidad es mayor a 1, la tormenta se da en toda su extensión, la pendiente es 22.76%, mostrando una topografía fuerte, la altitud media es 3,403.49 msnm, la longitud de máximo recorrido es 5.34 km, el orden de la red hídrica es 4 y alcanza un tiempo de concentración 100.15 minutos.

Figura 81

Microcuenca 5



Tabla 31

Parámetros Geomorfológicos, Microcuenca 5

Parámetro geomorfológico	Valor
Área (km2)	5.36
Perímetro (km)	10.81
Coeficiente de compacidad	1.307
Altitud media (msnm)	3,403.49
Pendiente de la cuenca (%)	22.76%
Número de orden	4
Longitud de la red hídrica (km)	27.41
Longitud del máximo recorrido (km)	5.34
Pendiente del cauce principal (%)	8.59
Tiempo de concentración (min)	100.15

La intensidad máxima de precipitación de la microcuenca 5, para Tr de 10, 25, 50 y 100 años, son 45.65, 53.11, 59.56 y 66.79 mm/h, respectivamente, para un tiempo de concentración de 100.15 minutos. Estos datos, se han utilizado para estimar el caudal máximo, siendo así, el coeficiente de escorrentía estimado asciende a 0.40, valor encontrado a partir de las tablas dadas por el MTC (2014), según cobertura vegetal, tipo de suelo y pendiente. El caudal máximo, para Tr de 10, 25, 50, 100 años son 27.19, 31.63, 35.47 y 39.78 m3/s, respectivamente, no obstante, se ha utilizado como caudal de modelamiento a 31.63 m3/s, debido a que Algeciras y Bermúdez (2016), argumentan que, para puentes con luces menores a 10 m, se trabaja con Tr de 25 años.

Tabla 32

Caudales Máximos según Tiempo de Retorno, Microcuenca 5

Tr (años)	Intensidad máxima (mm/h)	Caudal máximo (m3/s)
10	45.65	27.19
25	53.11	31.63
50	59.56	35.47
100	66.79	39.78

Para el modelamiento hidráulico, del pontón N° 3, P5, se realizó el levantamiento topográfico, 100 m aguas arriba y 100 m aguas debajo de la obra hidráulica. El seccionamiento transversal, se exporta al programa HEC-RAS, donde se agregan los valores de Manning, elegidos según lo observado en campo, teniendo en cuenta el manual HEC-RAS versión 5.0.7 (2020) y Ven Te Chow (1994), para el eje del río el Manning es 0.045 por tratarse de un río limpio a sinuoso, poco profundo, con algo de hierba y piedras, los bordes izquierdo y derecho tienen un valor Manning de 0.035 por ser un tramo donde hay pastos altos. Luego se agregan los caudales, 27.19, 31.63 y 35.47 m3/s, para Tr de 10, 25 y 50 años, en la

progresiva 0+045 aguas arriba. Se ingresa la pendiente aguas abajo determinado por el levantamiento topográfico 2.90%, y se corre el modelo, siendo Froude menor a 1, pertenece a un flujo de régimen subcrítico.

Figura 82

Vista del Levantamiento Topográfico sobre el Cauce, Pontón N° 3, P5



La altura del puente N° 1, P3, es de 2.70 m, y el borde libre o galibo, para un Tr de 25 años y 50 años, es 60 cm y 45 cm respectivamente, según el modelamiento hidráulico, por lo que la altura de esta obra de arte es mayor al nivel de agua frente a precipitaciones extremas, sin embargo, la altura del galibo es menor, al mínimo de 1.50, especificado por Rodríguez (2007), no obstante, el cálculo del caudal se ha dado para precipitaciones extremas.

Figura 83

Vista de la Sección Transversal del Pontón N° 3, Tr de 25 años, P5

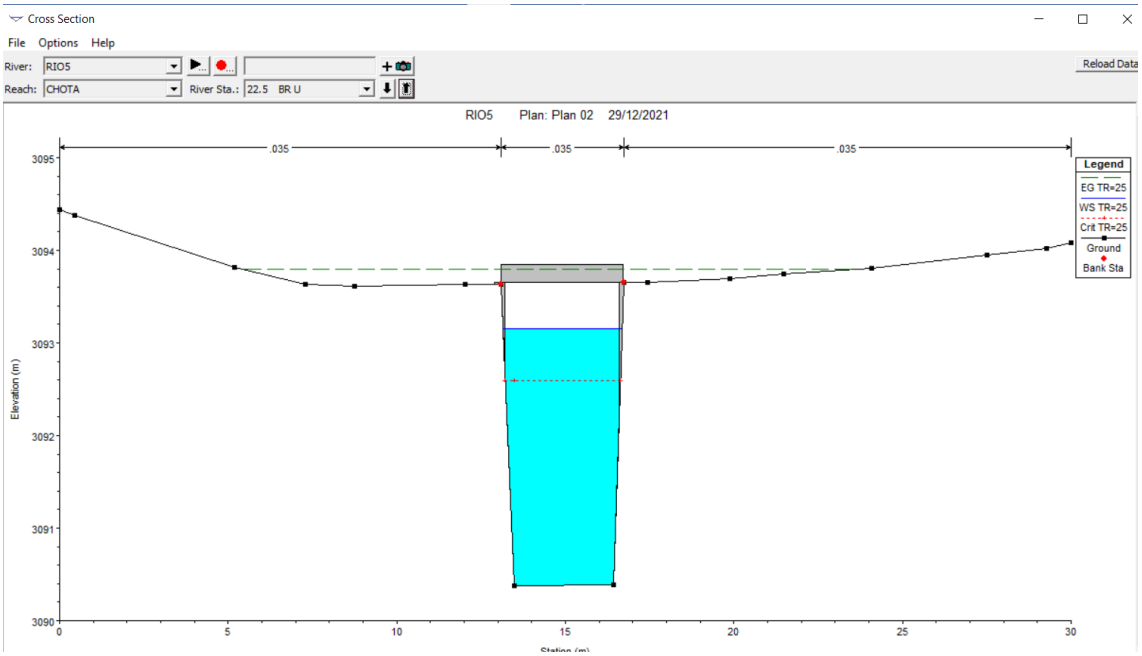
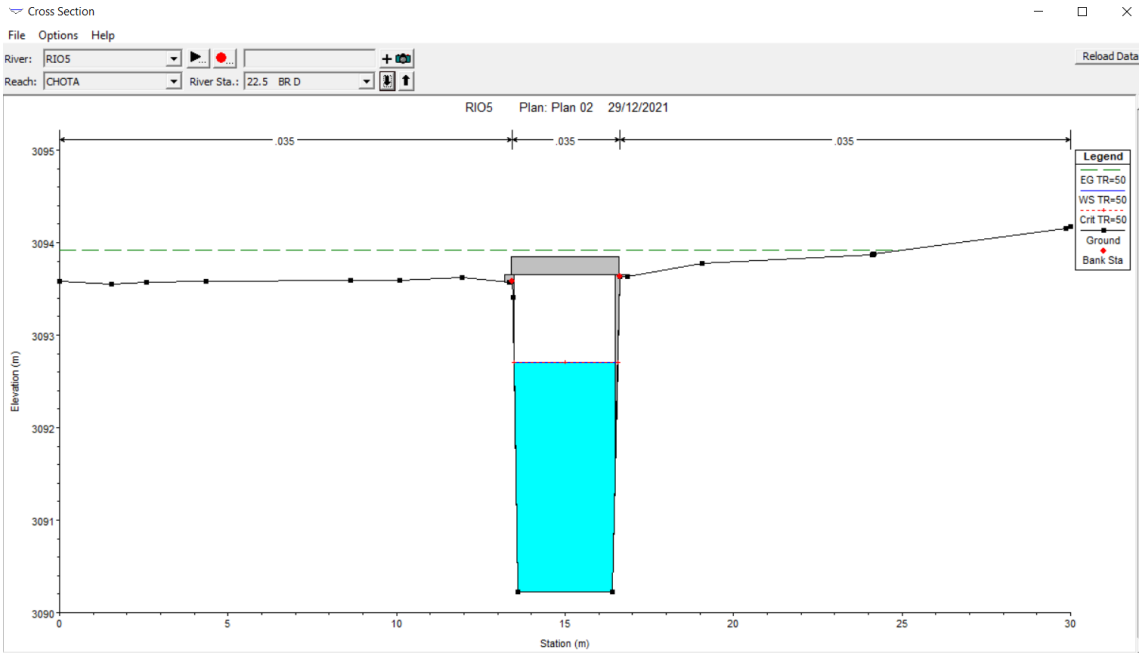


Figura 84

Vista de la Sección Transversal del Pontón N° 3, para un Tr de 50 años, P5



5.2. Análisis, interpretación y discusión de resultados

El estado visual de las obras de arte de la ruta CA-105, 65 al 78 Km, utilizando la guía para inspección de puentes (MTC, 2006), es regular para el pontón N° 1 y para el puente N° 1, bueno para el puente N° 2, malo para el pontón N° 3 y muy malo para el pontón N° 2. Por tanto, los resultados del Puente N° 2, concuerdan con el estudio de Bayane & Brühwiler (2020), quienes realizaron el seguimiento del estado visual del viaducto de concreto armado, verificando que este puente estaba en buen estado.

Alsharqawi, et al. (2018), determinaron que por medio de la inspección visual es factible la toma de decisiones y planificación de actividades de atención, siendo así, los puentes y pontones, que tienen una condición regular solo requieren de un plan de mantenimiento, tal como argumenta Montenegro (2020). Los puentes que estudiaron Alsharqawi, et al. (2018) presentaban un estado de conservación medio, tal como el pontón N° 1 y para el puente N° 1, por lo que estos requieren acciones de reparaciones generales, que para el puente N° 1, significa mejoramiento de las veredas, reparación de las barandas, pintura, reparación de grietas, entre otros, mientras que para el pontón N° 1, significa limpieza del cajón de concreto, para evitar sedimentación, mejoramiento de las barandas, reparación de grietas, entre otros, así mismo, se resalta la falta de accesibilidad al pontón N° 1, debido a que el cauce se encuentra cubierto por viviendas, siendo este un factor que podría llegar a generar socavación en el cimiento de las edificaciones, por lo que, se tendría que realizar un estudio específico para el cauce de esta quebrada.

Salazar-Aguilar (2018), en su investigación determinaron puentes en estado crítico, tal como el pontón N° 2, que requiere pronta atención, por lo que recomendaron realizar el diseño de un nuevo puente, así mismo, Kim y Queiroz

(2017), argumentan que en un puente en mal estado como el pontón N° 3, se deben dar reparaciones urgentes, debido a que el deterioro de los puentes se desarrolla rápidamente en su vida útil temprana, pero luego se estabiliza con el tiempo, debido a los esfuerzos de mantenimiento y reparación. Sin embargo, el pontón N° 2, presenta grietas estructurales, acumulación de sedimentos, ausencia de aceras, desprendimiento de concreto, ausencia de señalización, falta de encauzamiento de la quebrada, entre otros, por ello, tal como, Vargas-Barrantes et al. (2016a) y Vargas-Barrantes et al. (2016b), con la intención de contribuir a la atención de la estructur, se ha realizado el diseño del puente losa, para sustituir o rehabilitar el actual pontón tipo arco.

Puentes y pontones de la región Cajamarca, estudiados por Moreno (2013), Castro (2014), Polanco (2013) y otros, presentan condiciones que van de malas a regulares, tal como la mayoría de puentes y pontones evaluados en el presente estudio, esto demuestra un bajo nivel de mantenimiento a las obras de arte por parte de las autoridades regionales competentes.

Tabla 33

Inspección Visual de Puentes y Pontones

Datos generales	**Puentes y pontones**				
	P1	**P2**	**P3**	**P4**	**P5**
Denominación	Pontón N° 1	Pontón N° 2	Puente N° 1	Puente N° 2	Pontón N° 3
Tipo	Cajón	En arco	Viga losa	Viga losa	Losa
Luz libre (m)	2.80	4.60	7.00	8.00	3.70
Ancho de calzada (m)	12.00	4.00	5.10	5.10	5.10
Altura del puente (m)	1.80	2.73	2.70	3.60	2.50
Condición visual	2	4	2	1	3
Calificación visual	Regular	Muy malo	Regular	Bueno	Malo
Necesidad de atención	Reparaciones generales	Atención pronta	Reparaciones generales	Mantenimiento rutinario	Reparaciones urgentes

Ye et al. (2020), sugirió que para verificar el estado y desempeño de puentes es conveniente complementar la inspección visual con ensayos no destructivos, que permitan conocer el estado físico de las obras de arte, siendo así, en el actual estudio se ha verificado la resistencia a compresión de los elementos estructurales de puentes y/o pontones de la ruta CA-105, 65 al 78 Km, determinado mediante ensayos no destructivos (esclerometría). La resistencia a compresión del estribo izquierdo del pontón N° 2, es 114.40 kg/cm2, valor similar al alcanzado por Saenz (2016), quién obtuvo una resistencia a compresión del Puente Chillón que representa el 31.77% del f'c esperado 210 kg/cm2, y al obtenido por Barrantes (2017), del puente de la AV. Pakamuros de la ciudad de Jaén, cuya resistencia a compresión representa el 56.90% del f'c esperado de 210 kg/cm2, el mismo autor menciona que un valor mayor a 75% del f'c esperado, significa que la estructura aún cumple con el desempeño solicitado, para resistir las cargas vehiculares. El estribo izquierdo del puente N° 1, alcanza 245.10 kg/cm2, la viga izquierda del puente N° 2, alcanza el 276.40 kg/cm2, mientras que el estribo del pontón N° 3, alcanza 176.60 kg/cm2, siendo así, considerando que, Saenz (2016) y Barrantes (2017) argumentan que, elementos estructurales de un puente deben tener resistencias a compresión similares o mayores a 210 kg/cm2, se concluye que, estos puentes y pontones cumplen con la resistencia estructural según las pruebas de esclerometría, tal como, Bodilla (2014), verificó en su estudio.

Tabla 34

Ensayo de Esclerometría

Obra de arte	Estructura	Promedio de resistencia kg/cm2
Pontón N° 2, P2	Estribo izquierdo	114.40
Puente N° 1, P3	Estribo izquierdo	245.10
Puente N° 2, P4	Viga izquierda	276.40
Pontón N° 3, P5	Estribo derecho	176.60

Para verificar que la altura de puentes y pontones de la ruta CA-105, 65 al 78 Km, sea mayor que los niveles de agua por precipitaciones extremas (caudales máximos para Tr 25 y 50 años), primero se hizo la delimitación y determinación de los parámetros geomorfológicos de las microcuencas, donde el punto emisor de cada microcuenca representa la ubicación de los puentes y pontones. Las microcuencas 1, 2, 4 y 5 tienen un área menor a 10 km2, por lo que el caudal se determina por el método racional, mientras, que la microcuenca 3, tiene un área de 13.25 km2, por lo que el caudal se debería determinar por el método racional modificado, pero para uniformizar procesos se ha realizado con el método racional; todas las microcuencas tienen un coeficiente de compacidad mayor a 1, lo que indica que la tormenta se da en toda su extensión; las pendientes de las microcuencas están en un rango de 17 a 27%, lo que significa que tienen topografías de accidentadas a fuertes, mientras que, la pendiente de los cauces principales es menor al 15%, así mismo, el tiempo de concentración alcanza valores mayores o iguales a 1 hora.

Tabla 35

Parámetros Geomorfológicos de las Microcuencas

Parámetro geomorfológico	**Microcuenca**				
	1	**2**	**3**	**4**	**5**
Área (km2)	2.46	7.30	13.25	4.67	5.36
Perímetro (km)	7.33	12.32	16.70	9.68	10.81
Coeficiente de compacidad	1.308	1.276	1.284	1.254	1.307
Altitud media (msnm)	2,569.42	3,191.57	3,392.05	3,386.64	3,403.49
Pendiente de la cuenca (%)	17.05%	23.82%	23.55%	27.37%	22.76%
Número de orden	3	4	4	4	4
Longitud de la red hídrica (km)	9.60	36.90	54.49	24.85	27.41
Longitud del máximo recorrido (km)	2.76	5.26	8.12	4.53	5.34
Pendiente del cauce principal (%)	10.96	15.07	10.36	10.29	8.59
Tiempo de concentración (min)	58.34	89.20	132.47	85.67	100.15

El caudal máximo para Tr de 25 años, para las microcuencas 1, 2, 3, 4 y 5, es 15.41, 51.41, 73.72, 44.02 y 31.63 m3/s respectivamente, la microcuenca 3 tiene un mayor caudal a comparación de las otras microcuencas debido a que es la que tiene mayor extensión, mientras, que la microcuenca 1 es la que presenta menor caudal, siendo está la microcuenca de menor extensión, por ello se entiende que el tipo de pontón construido en este punto emisor sea de cajón, además de que el método de cálculo fue el racional. Aguayo (2017) determinó un caudal de 58.97 m3/s para un Tr de 50 años, siendo este valor similar al alcanzado por las microcuencas 2 y 4, quienes presentan similar caudal de diseño, no obstante, ninguno de los caudales obtenidos por las microcuencas, supera al caudal de diseño determinado por Condori e Itusaca (2017), caudal equivalente a 238.36 m3/s, para un Tr de 100 años, no obstante, cabe recalcar que la microcuenca analizada por Condori e Itusaca (2017) tenía una extensión mayor a la de las microcuencas de análisis del presente estudio, siendo esa la principal diferencia.

Con el caudal máximo obtenido para cada microcuenca, se realizado el modelamiento hidráulico para determinar el nivel máximo del agua.

Tabla 36

Caudales Máximos según Tr

	Caudal máximo (m3/s) para cada microcuenca				
Tr (años)	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**
10	13.24	44.18	63.36	37.84	27.19
25	15.41	51.41	73.72	44.02	31.63
50	17.28	57.65	82.67	49.36	35.47
100	19.38	64.05	92.70	55.35	39.78

Los puentes y pontones P1, P2, P3, P4 y P5, tienen alturas promedio de 1.80, 2.73, 2.70, 3.60 y 2.50 m respectivamente, por ello, para verificar el borde libre desde el nivel máximo del agua hasta el nivel del puente, se realizó el modelamiento

hidráulico para caudales máximos con Tr de 25 y 50 años, verificando que el borde libre de puentes y pontones oscilaba entre 30 a 60 cm para un Tr de 25 años, valor similar al obtenido por Condori e Itusca (2017), por lo que en la propuesta de diseño del puente trabajaron con un tirante de agua de 4.037 m. En el actual estudio, se comprobó que el pontón N° 2 (P2), era superado por el cauce es decir no tiene un borde libre, sino que el agua pasa sobre este, debido a la corta sección del tramo de ubicación del puente de 4.60 m cuando aguas arriba y abajo la sección es de 8.00 m de luz libre, siendo así se debe mejorar el encauzamiento del cauce de la quebrada, tal como sugieren Ildefonso y Zárate (2020).

Tabla 37

Borde Libre del Cauce, para Precipitaciones Extremas, en Puentes y Pontones

Tr (años)	**Borde libre (cm) para cada puente y pontón**				
	P1	**P2**	**P3**	**P4**	**P5**
25	50 cm	Supera al puente 40 cm	30 cm	40 cm	60 cm
50	40 cm	Supera al puente en 50 cm	10 cm	20 cm	45 cm
Altura del puente (m)	1.80	2.73	2.70	3.60	2.50

Finalmente, del estudio se ha verificado que el pontón N° 2, requiere atención inmediata por ende un nuevo diseño, y el pontón N° 3, requiere reparaciones urgentes, por lo que se tiene que realizar previo a las actividades de mantenimiento, mientras que los otros puentes y pontones solo requieres acciones de mantenimiento, siendo este resultado similar al encontrado por Martínez (2017) en su estudio en las autopistas Córdoba – Veracruz y Monterrey – Nuevo Laredo, de México.

5.3. Contrastación de hipótesis

En el programa Minitab 19, se hizo el análisis estadístico, para aceptar la hipótesis nula (Ho) o aceptar la hipótesis alternativa (H1). Si el valor-p (probabilidad) es menos de 0.05 (nivel de significancia), nivel de confianza 95%, se rechaza Ho. Las hipótesis generales son:

- **Ho:** La condición global y funcionalidad técnica es igual en todas las obras arte de la carretera CA-105, Km 65+000 al Km 78+000.
- **H1:** La condición global y funcionalidad técnica no es igual en todas las obras arte de la carretera CA-105, Km 65+000 al Km 78+000.

Para verificar la aceptación de H1 o Ho, se han planteado sub hipótesis para la inspección visual, inspección física e inspección hidráulica, debido a que estás representan la condición global y funcionalidad técnicas de puentes y pontones.

a) Inspección visual

Para el análisis ANOVA, las hipótesis fueron:

- Ho_a: No hay diferencia significativa en la condición visual para puentes y pontones.
- $H1_a$: Si hay diferencia significativa en la condición visual para puentes y pontones.

En la Tabla 38, se observan los valores medios de la condición visual de puentes y pontones por cada elemento de evaluación; estos datos han sido utilizados para el análisis estadístico ANOVA.

Tabla 38

Datos de Condición Visual de Puentes y Pontones, para Análisis Estadístico ANOVA

	Grado de daño				
Elemento	P1	P2	P3	P4	P5
Tablero	1	2	1	1	1
Vigas	1	3	1	1	1
Aceras	1	5	1	1	2
Barandas	1	5	2	1	5
Drenaje	2	4	1	1	5
Señalética	5	5	5	5	5
Estribo izquierdo	0	2	1	1	1
Estribo derecho	0	2	1	1	2
Cauce	2	4	1	1	1

En la Tabla 39, el valor-p es 0.015, es menor a 0.05, por tanto, se rechaza Ho y se acepta H1, siendo así, se puede afirmar que si hay diferencia significativa en la condición visual para puentes y pontones de la carretera. Es decir, los puentes y pontones tienen calificaciones de estado visual diferentes entre sí, que pueden ser bueno (1), regular (2), malo (3), muy malo (4), y pésimo (5), según el MTC (2006).

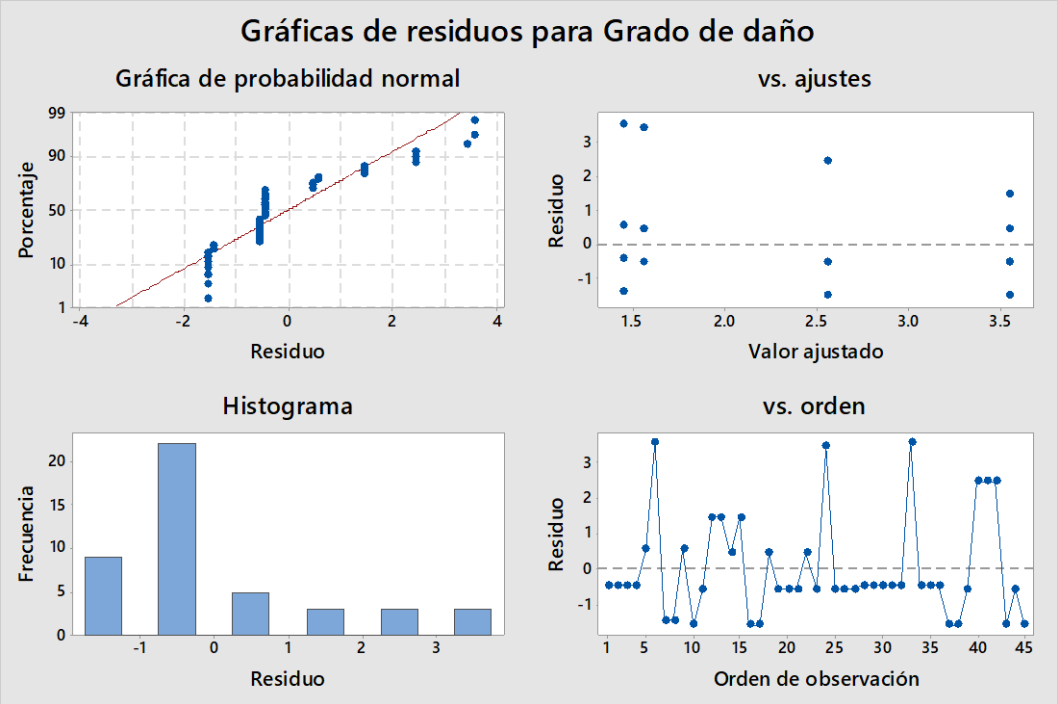
Tabla 39

Análisis de Varianza, para Inspección Visual

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Puente	4	31.33	7.833	3.52	0.015
Error	40	89.11	2.228		
Total	44	120.44			

Figura 85

Gráfica de Residuos para la Inspección Visual



Después de verificar que todos los datos de la inspección visual son diferentes, se plantea el análisis estadístico de varianza (t-student), para verificar si la condición visual de los puentes es buena a regular o de regular a mala, entonces se ha planteado las hipótesis específicas:

- Ho_a: El promedio de la condición visual de los puentes y pontones es igual a 2 (regular). $Ho \quad \mu = 2.00$
- $H1_a$: El promedio de la condición visual de los puentes y pontones es mayor a 2 (malo). $H1 \quad \mu > 2.00$

El valor-p para la prueba t-student es 0.327, es mayor a 0.05, por tanto, se rechaza H1 y se acepta Ho, siendo así, el promedio de la condición visual de los puentes y pontones de la carretera, es igual a 2, estado regular.

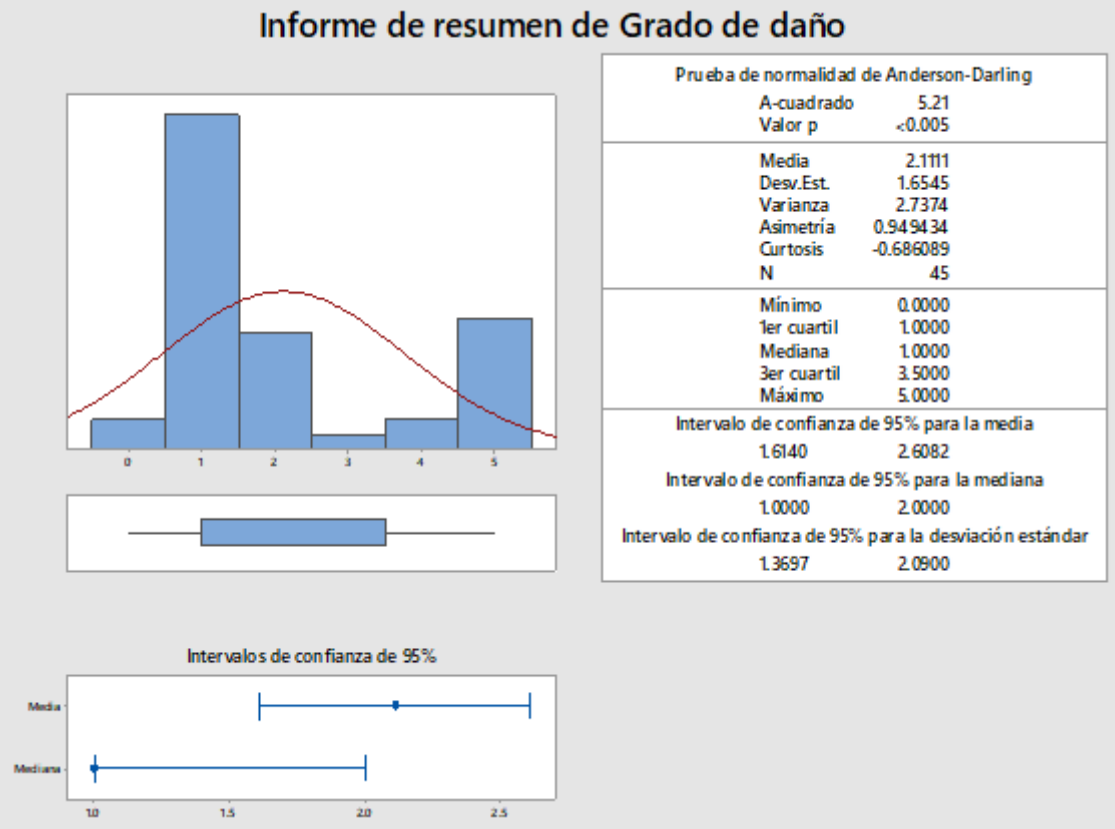
Tabla 40

Prueba Estadística: t-student, para Inspección Visual

Valor T	Valor p
0.45	0.327

Figura 86

Estadística Descriptiva para el Grado de Daño, Inspección Visual



b) Inspección física

Para el análisis ANOVA, las hipótesis fueron:

- Ho_b: No hay diferencia significativa en el número de rebotes determinado en el ensayo de esclerometría para elementos estructurales de puentes y pontones.

- $H1_b$: Si hay diferencia significativa en el número de rebotes determinado en el ensayo de esclerometría para elementos estructurales de puentes y pontones.

En la Tabla 41, se observa el número de rebotes de los elementos estructurales de puentes y pontones de la ruta CA-105, 65 al 78 km; estos datos han sido utilizados para el análisis estadístico ANOVA.

Tabla 41

Número de Rebotes del Ensayo de Esclerometría

Elemento estructural	N°	Puentes y pontones			
		P2	P3	P4	P5
Estribo	1	24	42	37	38
	2	30	46	39	41
	3	32	46	39	39
	4	31	45	39	40
	5	30	48	39	42
	6	28	45	40	38
	7	32	46	38	40
	8	31	47	39	40
	9	29	45	38	41
	10	31	44	39	40
Viga	1		38	45	
	2		38	46	
	3		44	50	
	4		45	49	
	5		44	48	
	6		42	50	
	7		42	51	
	8		45	49	
	9		45	52	
	10		42	48	

En la Tabla 42, el valor-p es 0.00, es menor a 0.05, por tanto, se rechaza Ho y se acepta H1, siendo así, se puede afirmar que, si hay diferencia en el número de

rebotes determinado en el ensayo de esclerometría para elementos estructurales de puentes y pontones de la carretera, es decir todos presenta distinto f´c.

Tabla 42

Análisis de Varianza, Inspección Física

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Puente	3	1590.5	530.15	39.31	0.000
Error	56	755.2	13.49		
Total	59	2345.7			

Figura 87

Gráfica de Residuos para N° de Rebotes del Ensayo de Esclerometría

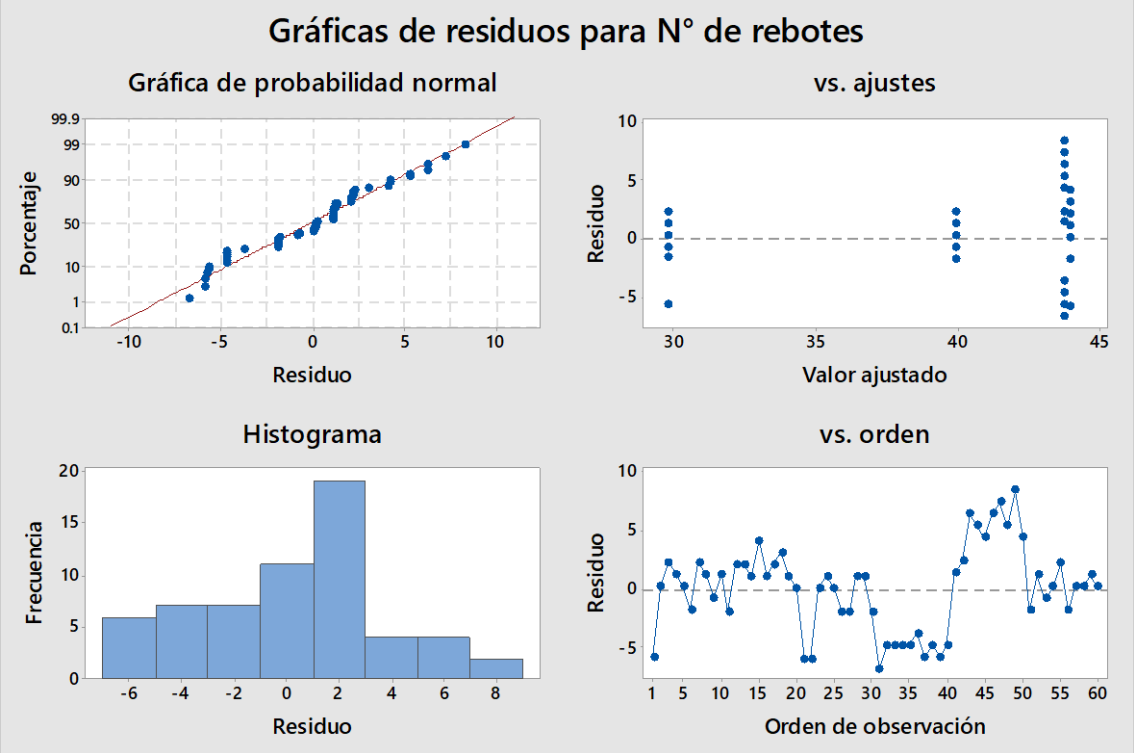
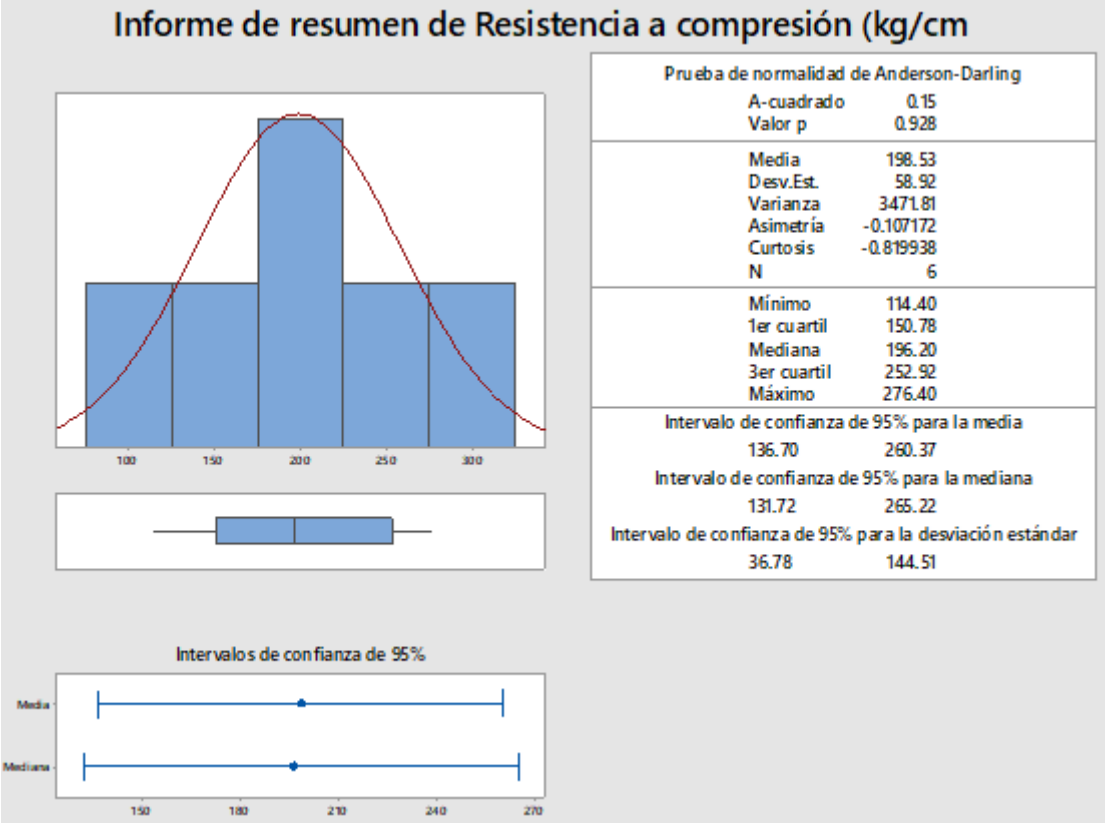


Figura 88

Estadística Descriptiva para la Resistencia a Compresión, Inspección Física



c) Inspección hidráulica

Para un análisis ANOVA, las hipótesis fueron:

- Ho_c: No hay diferencia significativa en el borde libre de puentes y pontones, frente a máximas avenidas.
- $H1_c$: Si hay diferencia significativa en el borde libre de puentes y pontones, frente a máximas avenidas.

En la Tabla 43, se observan los datos han sido utilizados para el análisis estadístico ANOVA.

Tabla 43

Borde Libre de Puentes y Pontones, frente a Máximas Avenidas

Puente	Tr	Borde libre
1	25	50
1	50	40
2	25	-40
2	50	-50
3	25	30
3	50	10
4	25	40
4	50	20
5	25	60
5	50	45

En la Tabla 44, el valor-p es 0.002, es menor a 0.05, por tanto, se rechaza Ho y se acepta H1, siendo así, se puede afirmar que, si hay diferencia significativa en el en el borde libre de puentes y pontones de la carretera, frente a máximas avenidas.

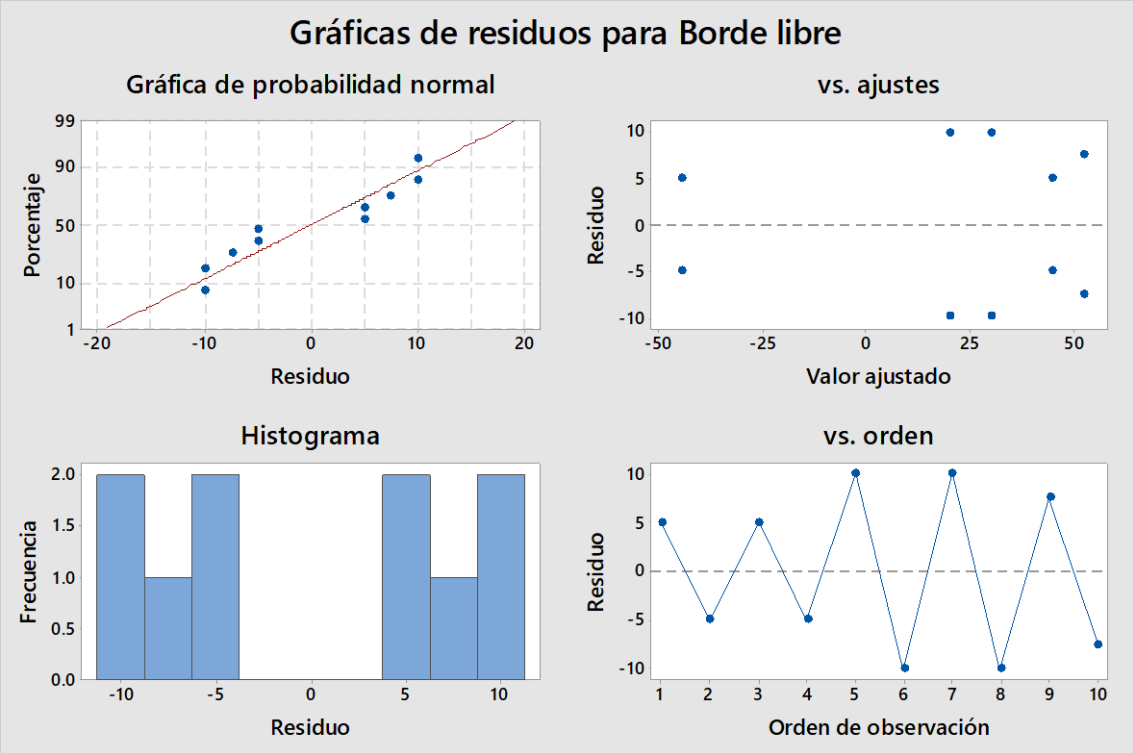
Tabla 44

Análisis de Varianza, Inspección Hidráulica

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Puente	4	12010.0	3002.5	24.51	0.002
Error	5	612.5	122.5		
Total	9	12622.5			

Figura 89

Gráfica de Residuos para Borde Libre, Inspección Hidráulica



Después de verificar que todos los datos de la inspección hidráulica son diferentes, se plantea el análisis estadístico de varianza (t-student), para verificar si el promedio del borde libre frente a precipitaciones extremas determinado por el modelamiento hidráulico para puentes y pontones supera al mínimo sugerido por Rodríguez (2017) de 1.50, entonces se ha planteado las hipótesis específicas:

- Ho_c: El promedio del borde libre frente a máximas avenidas, para puentes y pontones, es igual a 150 cm. $Ho \quad \mu = 150\ cm$
- $H1_c$: El promedio del borde libre frente a máximas avenidas, para puentes y pontones, es menor a 150 cm. $H1 \quad \mu < 150\ cm$

El valor-p para la prueba t-student es 0.000, es menor 0.05, por tanto, se rechaza Ho y se acepta H1, siendo así, el promedio del borde libre frente a máximas

avenidas, para puentes y pontones de la carretera, es menor a 150 cm. Los puentes y pontones tienen baja capacidad hidráulica.

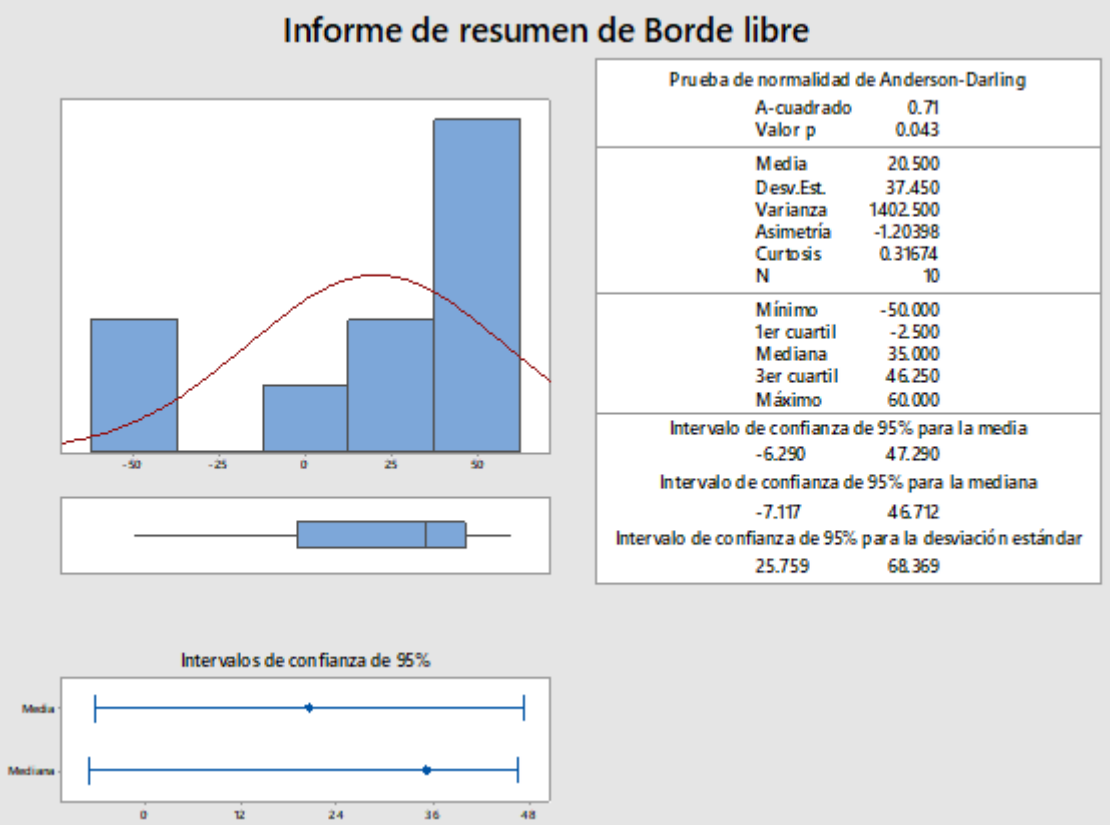
Tabla 45

Prueba Estadística: t-student, para Inspección Hidráulica

Valor T	Valor p
-10.93	0.000

Figura 90

Estadística Descriptiva para Borde Libre, Inspección Hidráulica



CAPÍTULO VI.

PROPUESTA

6.1. Formulación de la propuesta para la solución del problema

La obra hidráulica con condiciones más críticas, según la inspección visual, física e hidráulica, es el pontón tipo arco N° 2 (P2), de la ruta CA-105, 65 al 78 Km, por lo que se ha realizado la propuesta del diseño estructural del pontón, para ello, como primera medida se decidió realizar el encauzamiento del cauce, aumentando, la sección transversal de la obra hidráulica, para que coincida con el ancho del cauce aguas arriba y abajo, siendo así, la luz libre de la obra hidráulica sería 8.00 m, por tanto, su denominación sería de puente según el MTC (2018).

6.1.1. Encauzamiento del cauce e incremento del ancho de la sección transversal

A partir del levantamiento topográfico, realizado 100 m arriba y abajo del puente, se creó la superficie, para luego ser modificada, en base al ancho del cauce aguas arriba y abajo, para evitar el cuello de botella, que se forma en la sección del puente. Estas secciones, se exportaron a HEC-RAS, donde se colocaron los valores de Manning, 0.05 para el eje de río, y 0.035 para los bordes derecho e izquierdo, también se colocaron los caudales máximos para Tr de 10, 25 y 50 años (44.18, 51.41, y 57.65 m3/s), y la pendiente del cauce aguas abajo 7.10%, obteniendo el perfil longitudinal y vista 3D de la quebrada para cada periodo de retorno. Luego se modeló la estructura del puente, para verificar, si al encauzar el río, se logra aumentar el galibo para esta obra hidráulica. En el modelo hidráulico del cauce, se colocan los caudales de diseño de 44.18 y 51.41 m3/s para Tr de 25 y 50 años, verificando que el borde libre o galibo es respectivamente 1.80 y 1.50 m, cumpliendo con el mínimo (1.50 m) sugerido por Rodríguez (2017), por tanto, es imprescindible considerar el encauzamiento y ensanchamiento de la luz libre

del puente de 4.16 m a 8.00 m, para garantizar que mantenga su capacidad hidráulica, frente a máximas avenidas.

Figura 91

Perfil Longitudinal, Tr 50 años

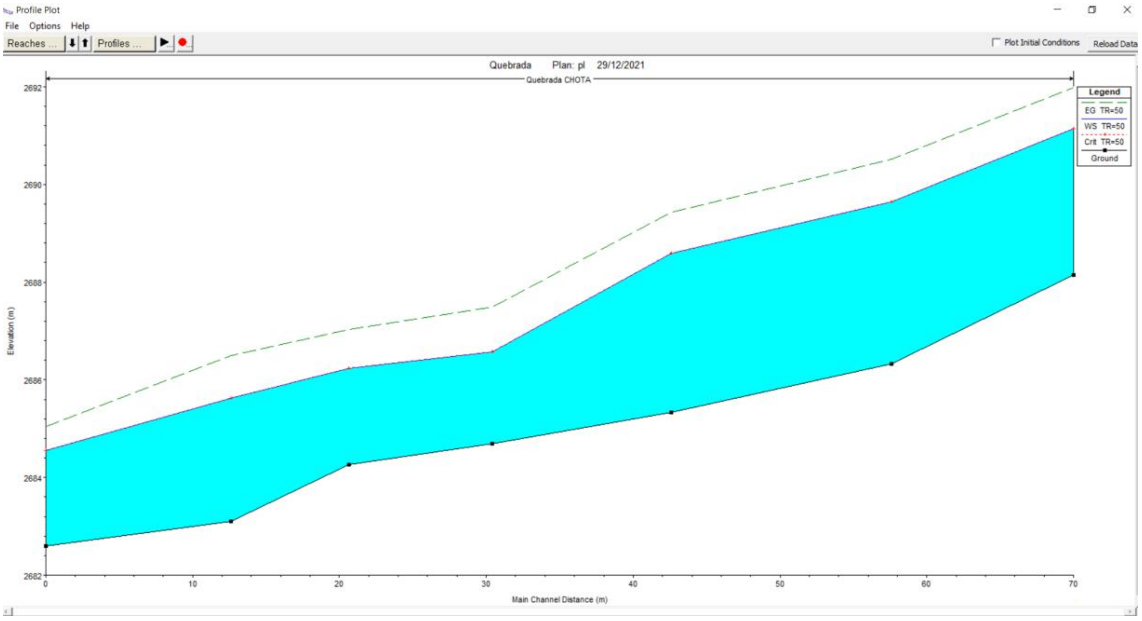


Figura 92

Vista 3D, Quebrada 2, Tr 50 años

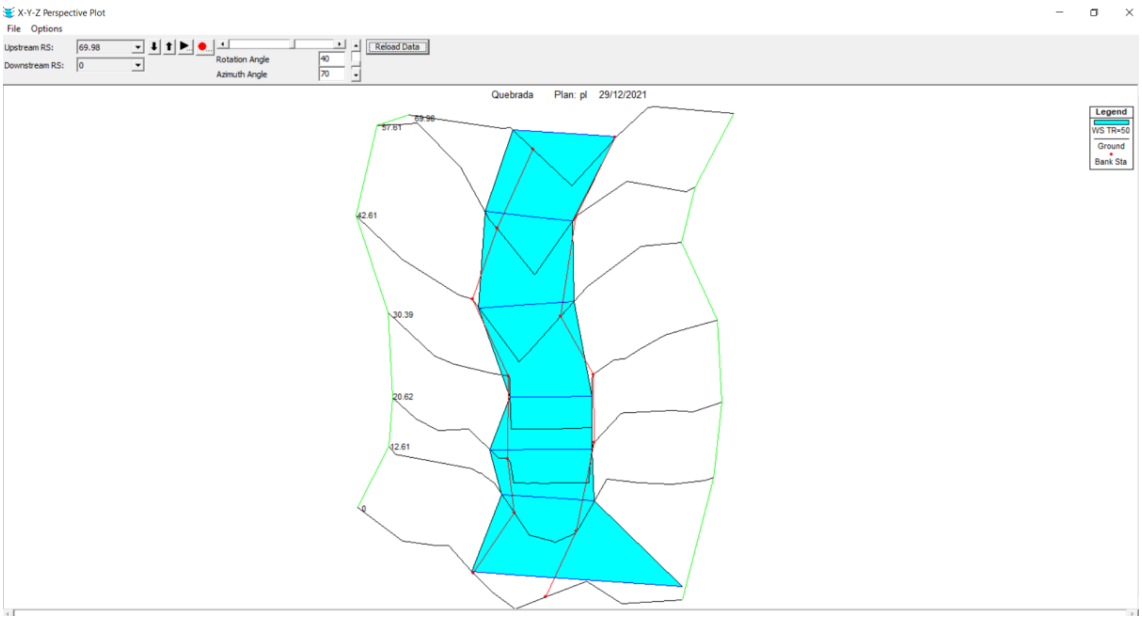


Figura 93

Vista del Tablero en Elevación, P2

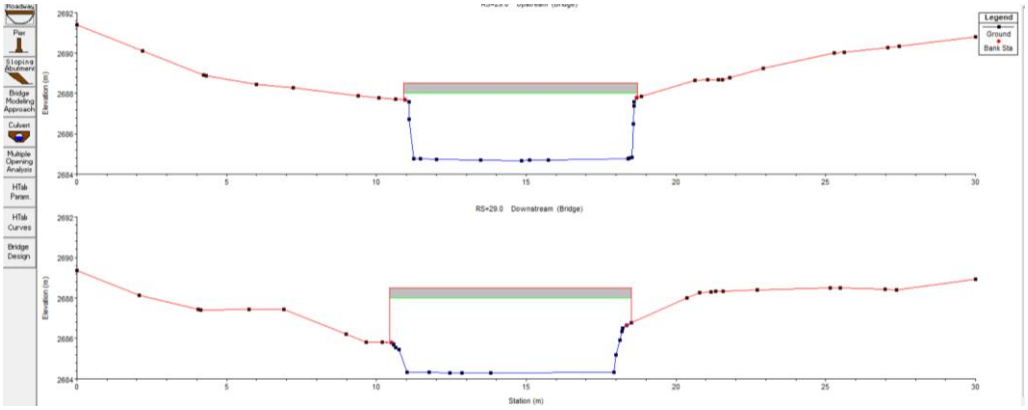


Figura 94

Vista del Puente en 3D

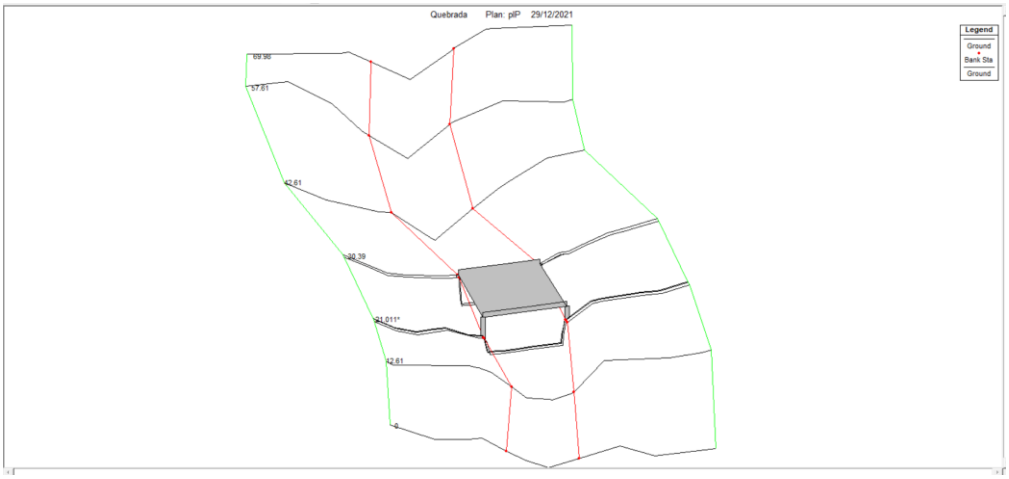


Figura 95

Vista del Puente, para un Caudal de Tr 50 años

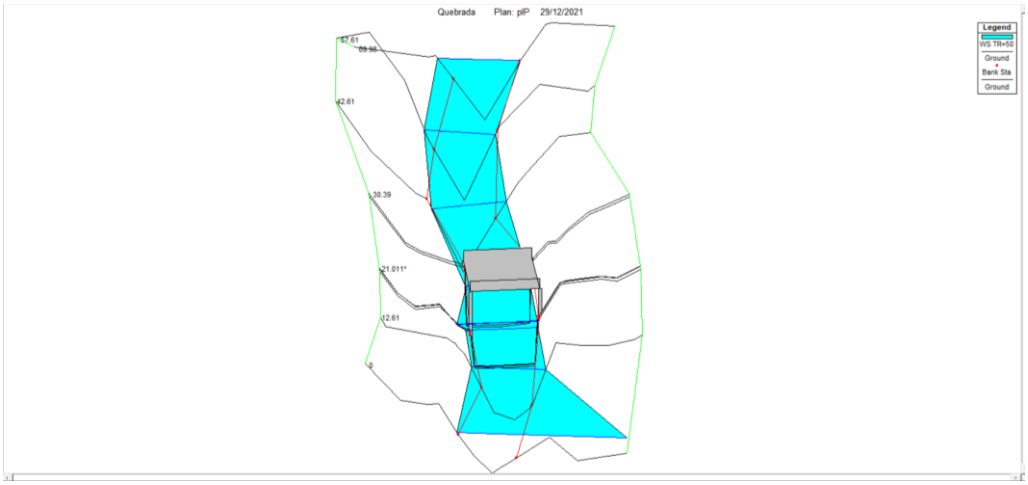


Figura 96

Vista del Borde Libre para un Caudal de Tr 25 años

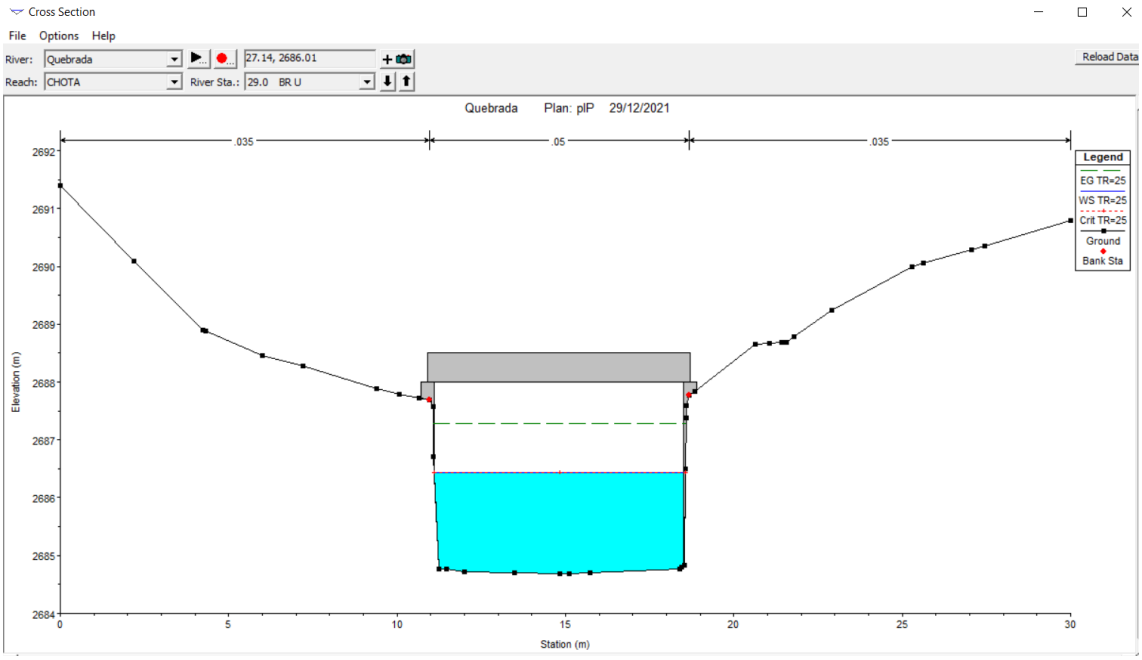
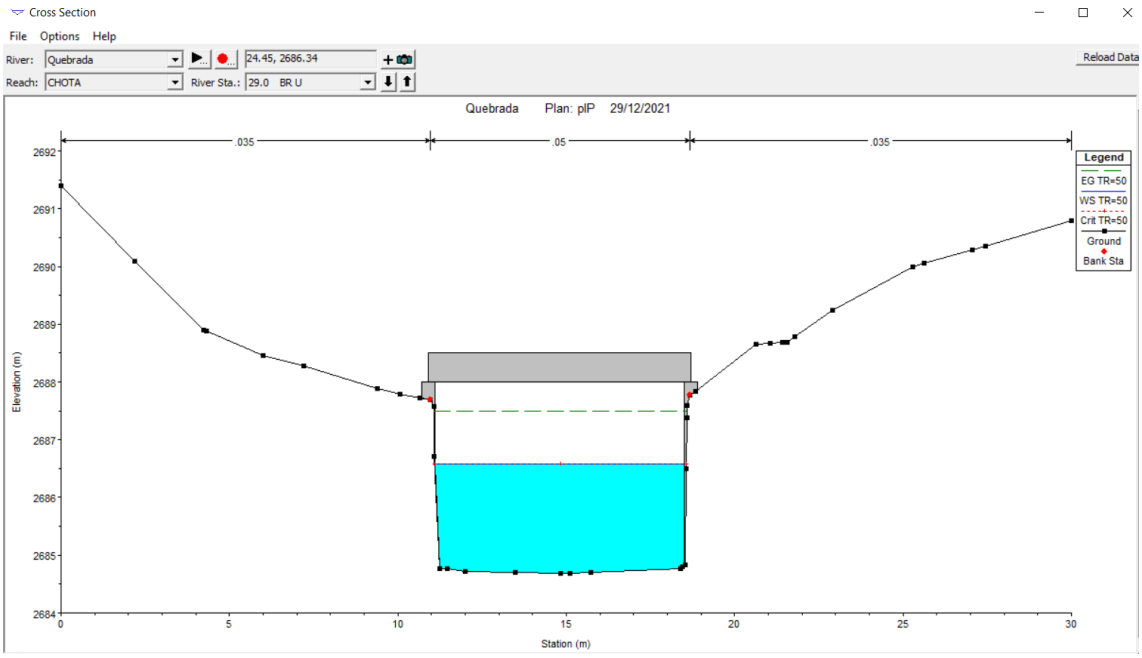


Figura 97

Vista del Borde Libre para un Caudal de Tr 50 años



6.1.2. Estudios básicos

a) Estudio de mecánica de suelos

El suelo sobre el que se colocará el estribo del puente, clasifica según SUCS, como, arcilla de alta plasticidad, con límite líquido 59.60% e índice de plasticidad 29%, con capacidad portante 0.78 kg/cm2. No obstante, para la parte lateral del estribo se remplazará el suelo existente por suelo granular, mismo que es no cohesivo, con ángulo de fricción 27.4°, y capacidad portante 0.96 kg/cm2.

Tabla 46

Características del Suelo

Descripción de la muestra	M1 – suelo de cimentación	M2 – suelo lateral para colocar
Contenido de humedad (%)	33.85	
% Peso material > 4	20.8	
% Peso material < 4	79.2	
LL	59.6	
LP	30.6	
IP	29.0	
SUCS	CH	SW
AASHTO	A-7-5 (16)	A-2
Densidad húmeda (gr/cm3)	1.66	1.870
Cohesión del suelo (kg/cm2)	0.30	0.06
Ángulo de fricción (°)	13.85	27.40
Capacidad de carga cimentación corrida (kg/cm2)	0.78	0.96

b) Estudio de tránsito vehicular

El conteo vehicular, se realizó por 7 días continuos como delimita la DG-2018 (MTC, 2018), en la estación Santa Rosa (cruce a otra rutas, por lo que, da certeza de la cantidad de vehículos que transitan por la ruta) con el fin de determinar el IMDA (676 veh/día), este dato permite definir la clasificación de la ruta y las características que debe tener la misma, por ende, se ha definido a partir de este estudio el ancho de calzada, el cual será de dos carriles de 3.30 m cada uno.

6.1.3. Diseño del puente losa

Se ha utilizado una hoja Excel para el predimensionamiento y el programa CSI bridge (Ver anexo).

a) Datos

Puente losa

- Luz libre del puente= 8 m
- Número de carriles= 2 carriles
- Vereda= 1.20 m

Materiales

- Concreto f'c= 280 kg/cm2
- Acero f'y= 4200 kg/cm2
- Elasticidad del acero= $2x10^6$ kg/cm2
- Peso específico concreto= 2400 kg/m3
- Peso específico asfalto= 2250 kg/m3
- Espesor del asfalto= 0.05 m

Cargas

- Carga peatonal= 365 kg/m2

Tabla 47

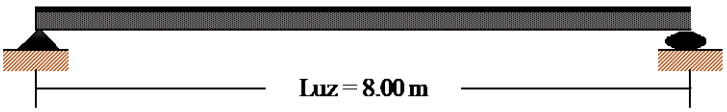
Metrado de Cargas en Superestructura

Metrado de cargas en superestructura							
Peso de losa	0.2	x	1	x	2.4	0.48	ton/m
Sobrecarga de vereda	0.2	x	1	x	2.4	0.48	ton/m
Peso de barra	0.07	x	1	x	2.4	0.168	ton
Peso de asfalto	0.05	x	1	x	2.25	0.113	ton/m
Carga peatonal				0.36			ton/m
Sobrecarga de diseño				HL-93			

Figura 98

Geometría del Puente

- **Longitudinal.**



- **Tranversal.**



b) Predimensionamiento

Se ha determinado el espesor de la losa, siendo este 50 cm.

$$h = \frac{1.20\times(Lc+3)}{30} = 0.44 \rightarrow h = 0.50\ m \quad (65)$$

c) Diseño estructural

Para la armadura principal: paralelo al tráfico, se determinó que se usarán barras de ⌀ 1” de 16 cm de separación.

Para la armadura de distribución en la parte inferior de la losa, se usará barras de ⌀ ½” con una separación de 20 cm.

Para el acero de temperatura se utilizarán barras de ⌀ ½” con una separación de 30 cm.

d) Verificación

Se realizó la revisión por fisuración, utilizando el momento de servicio 29.94 tn-m/m, para un ancho tributario de 16 cm, determinando el momento con respecto al eje neutro, el esfuerzo que presenta en el acero, y la separación máxima de la armadura, obteniendo una separación máxima de 37.96 cm, siendo superior a la

separación electa de 16 cm, por lo que se ha concluye que la armadura dispuesta cumple sin problemas de fisuración.

Figura 99

Vista, Losa del Puente

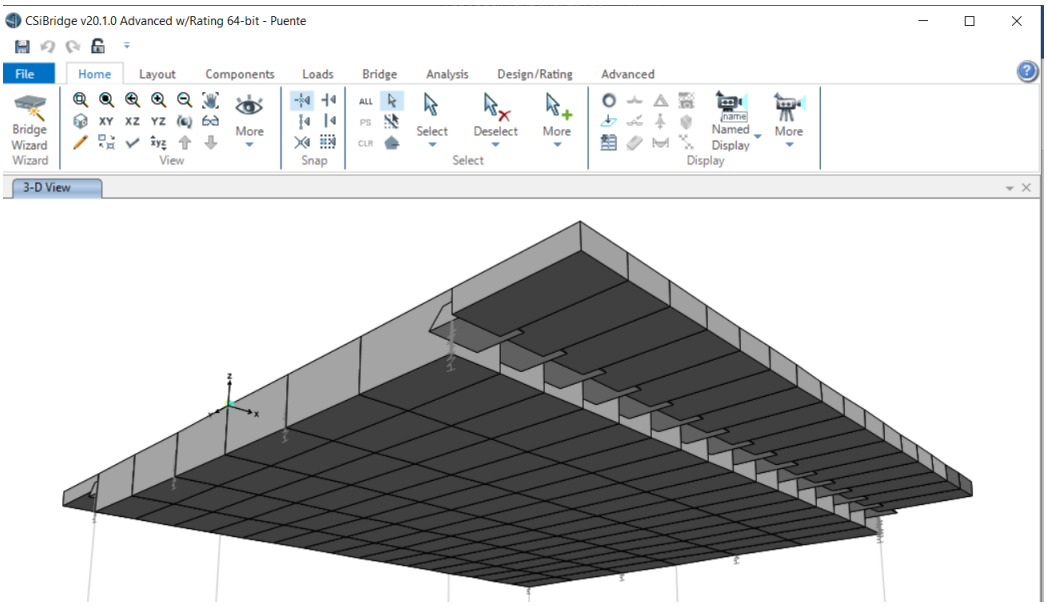
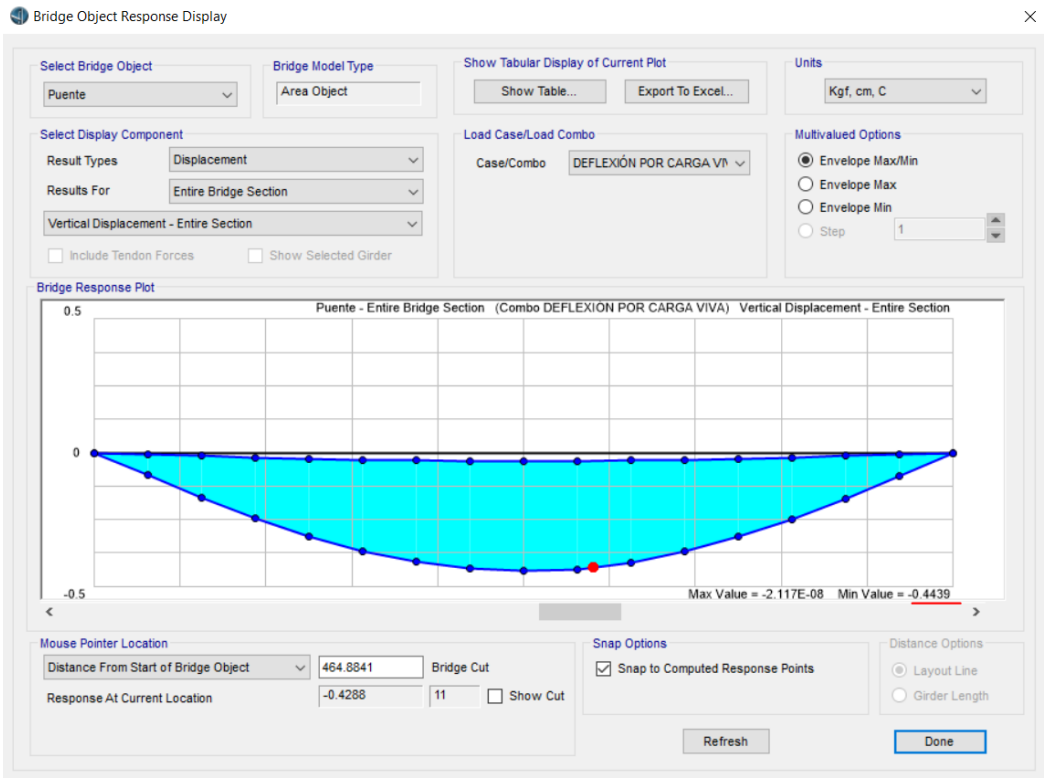


Figura 100

Control de Deflexión del Puente



6.1.4. Cálculo de la socavación

Se determinó que la profundidad de socavación total, para un Tr de 50 años es 2.10 m, para el estribo derecho e izquierdo (ver anexo).

Tabla 48

Socavación Total en Estribos, Tr= 50 años

Tipo de socavación	Estribo derecho	Estribo izquierdo
Socavación general Lischtvan Levediev (m)	0.13	0.13
Socavación local (m)	1.97	1.97
Socavación total (m)	2.10	2.10

6.1.5. Diseño del estribo

Para el diseño del estribo, se utilizó el software Mathcad, a través de una hoja de cálculo (Ver anexos), utilizando los datos del estudio de mecánica de suelos para el análisis de estabilidad, con el factor de seguridad mayor a 3.00. Primero se realizó el predimensionamiento del estribo, este tiene una altura de 5 m, ancho de cimiento de 5 m, altura de cimiento de 0.60 m, espesor menor y mayor de pantalla de 0.30 y 0.70 m, respectivamente, y longitud de punta de 1.50 m. Luego se realizó el metrado de cargas verticales y horizontales, para posteriormente realizar el chequeo por vuelco y deslizamiento, mismo que cumple.

Tabla 49

Chequeo de Estabilidad

Chequeo de estabilidad	Resistencia Ia	Resistencia Ib	Evento extremo	Observación
Por vuelco	1.67	1.67	1.83	Cumple
Por deslizamiento (Ton/m))	20.32	20.32	19.72	Cumple
Presiones actuantes en la base del estribo	1.58	1.58	2.88	Cumple

Luego de realizado el chequeo de estabilidad, se procede a realizar el cálculo del acero de refuerzo (ver anexo), verificando que el acero de la pantalla con un diámetro de 12.7 mm a un espaciamiento de 30 cm, se cumple con el chequeo de acero. Para el diseño del acero de la cimentación, en el talón se ha verificado la colocación de acero de 12.7 mm a 20 cm. En la zapata acero de 15.87 mm a 12 cm.

Figura 101

Disposición de Armadura de Acero en Estribo

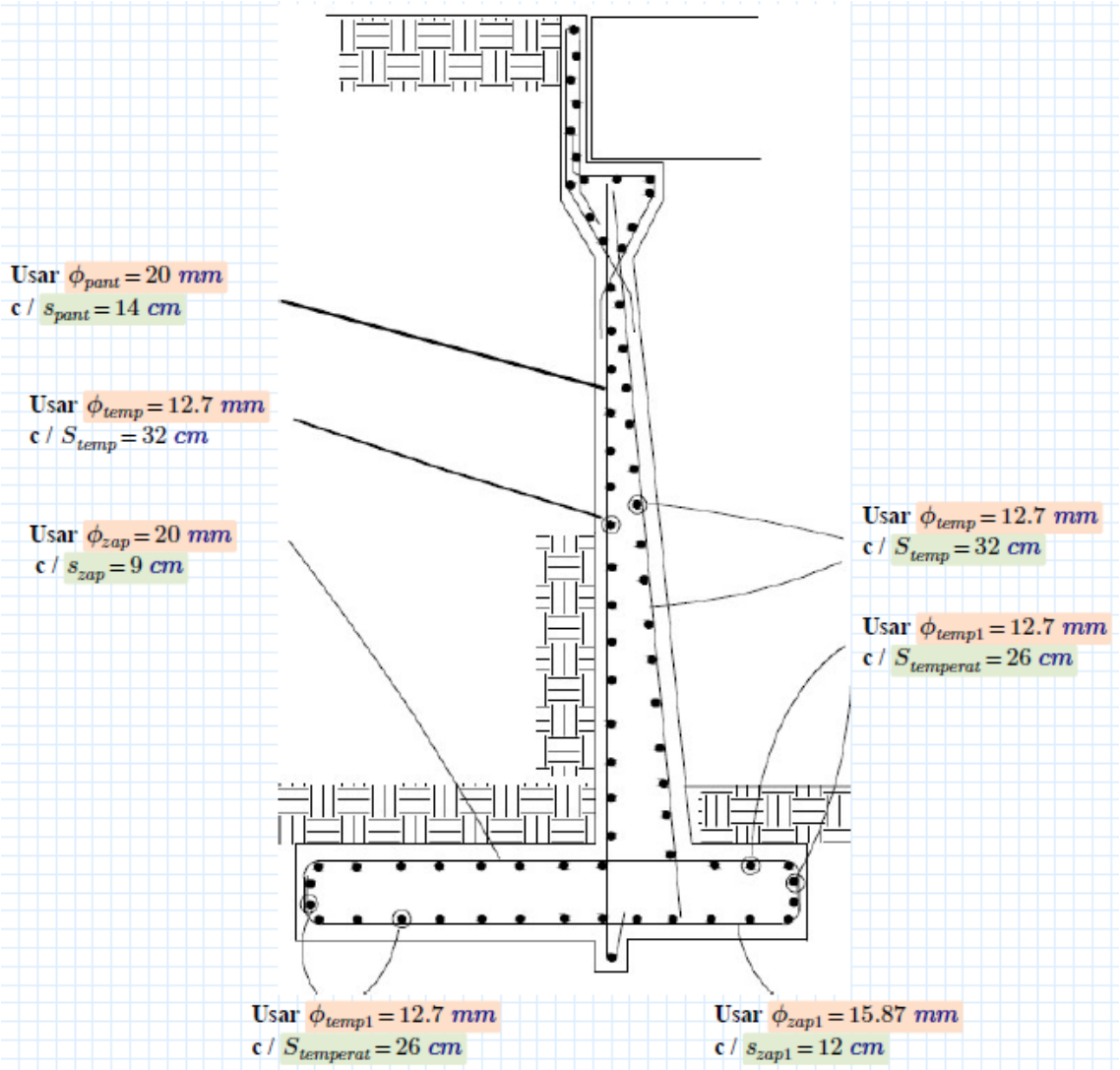


Figura 102

Vista en Planta, Puente Tipo Losa de 8.00 m

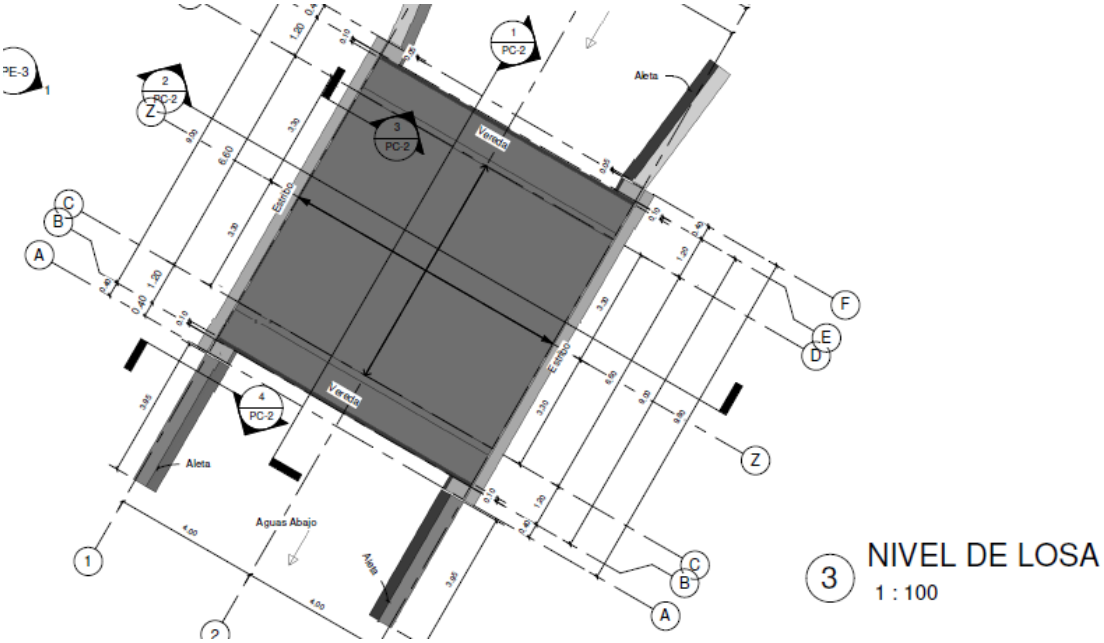
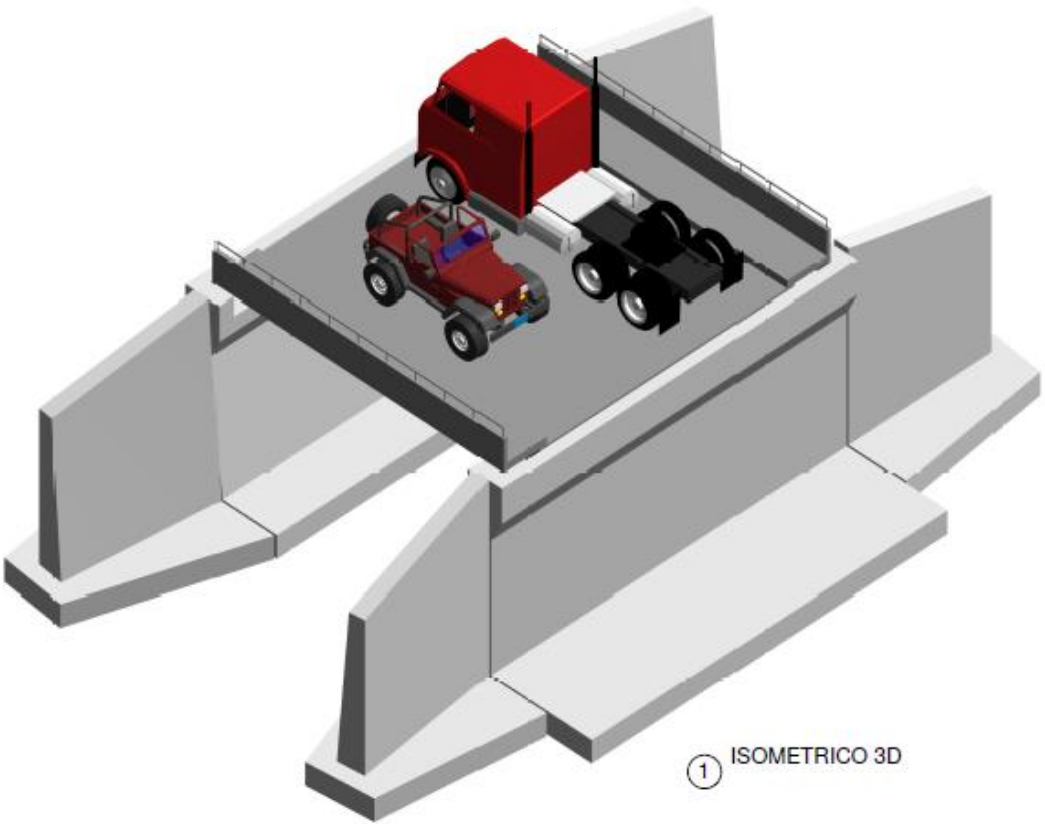


Figura 103

Isométrico del Puente Tipo Losa de 8.00 m



Nota: (ver anexo).

CONCLUSIONES

Al evaluar la condición global y funcionalidad técnica de las obras de arte de la carretera CA-105, Km 65+000 al Km 78+000, Chota, con la finalidad de proponer el diseño del puente o pontón en estado más crítico, se realizó la inspección física, inspección visual e inspección hidráulica, se ha llegado a determinar las conclusiones:

1) El estado visual de las obras de arte de la carretera CA-105, 65 al 78 Km, es bueno para el puente N° 2 tipo viga losa, regular para el puente tipo N° 1 tipo viga losa y el pontón N° 1 tipo cajón, malo para el pontón N° 3 tipo losa, y muy malo para el pontón N° 2 tipo arco. Los puentes requieren acciones de mantenimiento para reparar grietas y fisuras, evitar el deterioro de las aceras, reparar deflexiones por colisión en las barandas, colocar señalética, entre otras, mientras que, el pontón N° 2, tipo arco, requiere acciones inmediatas, debido a que presenta grietas, fisuras, nidos de piedra, descascaramiento, entre otras patologías del concreto, además de que no dispone de aceras y barandas para el tránsito peatonal, además presenta evidencias de sedimentación y requiere encauzamiento de la quebrada.
2) La resistencia a compresión de los elementos estructurales del puente N° 1 y N° 2, según el ensayo de esclerometría, tienen f'c promedio de 245.10 y 276.40 kg/cm2, mientras que, el pontón N° 2 y N° 3, solo alcanzan 114.40 y 176.60 kg/cm2, siendo así los elementos estructurales de concreto del pontón N° 2, presentan baja resistencia a compresión, y están a la mitad de su capacidad estructural.
3) La microcuenca 1, 2, 3, 4 y 5, que corresponden al pontón N° 1, pontón N° 2, puente N° 1, puente N° 2 y pontón N° 3, respectivamente, tienen un área de 2.46, 7.30, 13.25, 4.67 y 5.36 km2, por ello, se usó el método racional para el cálculo del caudal, en todas las microcuencas. Las intensidades máximas se determinaron a partir de los datos pluviométricos de la estación Bambamarca, por su cercanía a las microcuencas

de análisis. El caudal máximo para las microcuencas 1, 2, 3, 4 y 5 (Tr de 25 años) es 15.41, 51.41, 73.72, 44.02 y 31.63 m3/s, respectivamente. Con estos datos, se realizó el modelamiento hidráulico, determinando que el pontón N° 1, puente N° 1, puente N° 2 y pontón N° 3, tienen un borde libre o galibo para caudales máximos con un Tr de 25 años, de 50, 30, 40 y 60 cm, en cambio, el pontón N° 2, ve superada su capacidad hidráulica, debido a que frente a un incremento del caudal el cauce, este llegaría a pasar sobre la obra hidráulica, debido a que el ancho de la sección del pontón, es menor, en comparación al ancho de la quebrada, aguas arriba y aguas abajo, por lo que se necesita ensanchar y encausar el cauce en el tramo de ubicación del pontón 2.

4) Se ha planteado el diseño estructural del pontón N° 2 (4.60 m), debido a que presentaba el estado más crítico, pero como primera medida se ha planteado el encauzamiento y ensanchamiento de la sección de la quebrada en el tramo de ubicación del puente, por lo que la luz libre es 8.00 m, siendo así la denominación de pontón cambia por puente, según el MTC (2018). El puente diseñado es de tipo losa, de un espesor de losa de 50 cm, y un estribo de 5 m de alto, con el que se logra un galibo para un Tr de 50 años de 1.50 m.

RECOMENDACIONES Y/O SUGERENCIAS

Recomendar a la Municipalidad Provincial de Chota realizar el mantenimiento y rehabilitación de puentes y pontones encontrados en el tramo de la carretera CA-105, Km 65+000 al Km 78+000, a fin de garantizar la conectividad de la ciudad de Chota con la carretera 3N (ruta que conecta a la ciudad con el distrito de Bambamarca, Cajamarca y otros), ya que la mayoría de obras de paso, no cumplen con la altura de galibo dada por el MTC (2018), el mismo que podría ser la causa de falla por efectos de socavación de la cimentación de pilas y/o estribos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Aguayo, S.A. (2017). *Evaluación funcional y estructural del puente sobre el río Chibunga, ubicado en la Vía calpi-gatazo grande, parroquia Cajabamba, cantón Colta, provincia Chimborazo*. [Tesis de grado, Universidad Nacional de Chimborazo]. http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/3748

Algeciras, K.A. y Bermúdez, J. (2016). *Determinación del caudal máximo para diseño del puente en la quebrada Tuaneca sobre la vía Siachoque – Toca.* [Tesis de grado, Universidad Distrital Francisco José de Caldas]. http://hdl.handle.net/11349/3885

Al Hashli, S., & John, A. D. (2014). Flood Risk Analysis of Bridge–A Case Study. *Proceedings of International Conference on Architecture And Civil Engineering (ICAACE'14)*, 1(1), 128-134. http://dx.doi.org/10.17758/UR.U1214341

Alsharqawi, M., Zayed, T., & Dabous, S. A. (2018). Integrated condition rating and forecasting method for bridge decks using Visual Inspection and Ground Penetrating Radar. *Automation in Construction*, *89*, 135-145. https://doi.org/10.1016/j.autcon.2018.01.016

Álvarez, J. A., y Calle, G. F. (2013). *Estudio de parámetros hidráulicos e hidrológicos para el dimensionamiento de obras para drenaje vial en la vía de acceso al sector "La Unión" en Santa Isabel–Azuay*. [Tesis de grado, Universidad de Cuenca].

Andina. (2017, 29 de abril). Casi el 70 % de puentes colapsados por lluvias estaba mal diseñado. Andina. https://andina.pe/agencia/noticia-casi-70-puentes-colapsados-lluvias-estaba-mal-disenado-664914.aspx

Arellano-Choca, R., Carrillo-García, M., Ruiz-García, A., Navarro-Gómez, H. I., & Vázquez-Peña, M. A. (2020). Characteristic curve at the inlet of a culvert-type hydraulic model. *Revista Chapingo Serie Horticultura*, *12*(1).

Barba, M.A. y Molina, M.J. (2012). *Propuesta de guía de inspección cualitativa para puentes en nicaragua.* [Tesis monográfica, Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua]. http://repositorio.unan.edu.ni/id/eprint/5467

Barrantes, F. G. (2017). *Análisis de la vulnerabilidad estructural del puente de la av. Pakamuros de la ciudad de Jaén – Cajamarca*. [Tesis de grado, Universidad Nacional Cajamarca]. http://repositorio.unc.edu.pe/handle/UNC/1067

Bayane, I., & Brühwiler, E. (2020). Structural condition assessment of reinforced-concrete bridges based on acoustic emission and strain measurements. *Journal of Civil Structural Health Monitoring*, *10*(5), 1037-1055.

Blas, C.K. y Fernandez, F.C. (2020). *Propuestas de mejora de puentes vehiculares urbanos de concreto sobre el Río Rímac a través de la metodología LRFR del Aastho y la ficha de inspección del MTC para garantizar su servicio. caso de estudio: entre puente balta y corpac*. Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas. http://hdl.handle.net/10757/656198

Bodadilla, A.A. (2014). *Evaluación del puente Pakamuros de la ciudad de Jaén, departamento de Cajamarca.* [Tesis de grado, Universidad Nacional de Cajamarca]. http://repositorio.unc.edu.pe/handle/UNC/560

Bolivar, E. (2020). *Modelamiento hidrológico e hidráulico bidimensional del río Marañón, sector puente Tingo Chico. Carretera Huánuco-Conococha*. [Tesis de grado para optar el título de Ingeniero Agrícola, Universidad Nacional Agraria La Molina]. https://hdl.handle.net/20.500.12996/4521

Carrasco, W. I. (2014). *Análisis del comportamiento en obra de módulos prefabricados para alcantarillas de la carretera Cañete-Lunahuaná*. [Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Civil, Universidad Nacional de Cajamarca]. http://repositorio.unc.edu.pe/handle/UNC/588

Castro, R. (2014). *Diagnóstico del estado de conservación de los puentes Pakamuros y Mesones Muro sobre el Río Amoju – Jaén.* [Tesis de grado, Universidad Nacional de Cajamarca]. http://repositorio.unc.edu.pe/handle/UNC/563

Ccora, J.A. (2019). *Proceso constructivo del puente tipo arco atirantado en la CC.NN. Lagarto distrito Palcazú – Pasco*. [Informe técnico, Universidad Peruana de los Andes]. https://hdl.handle.net/20.500.12848/1510

Chow, V.T., Maidment, D.R., y Mays, L.W. (1994). *Hidrología aplicada*. McGraw Hill Interamericana S.A. ISBN: 958-600-171-7. https://www.hidrosm.com/2021/01/libro-hidrologia-aplicada-ven-te-chow.html

Cotrina, T. A., y Palomino, M. E. (2021). *Propuesta de mejoramiento de la carretera a nivel de afirmado entre los tramos puente Pomagón–centro poblado el tambo, distrito Bambamarca–provincia Hualgayoc–Cajamarca, 2020.* [Tesis de grado, Universidad Privada de Trujillo].

Condori, R., e Itusaca, P. (2017). *Análisis comparativo del diseño estructural de alternativas de puentes urbanos para los barrios Unión Putina y Libertad de la*

localidad de Putina. [Tesis de grado, Universidad Nacional del Altiplano]. http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/7051

Dámazo, J. D. (2006, mayo). Pruebas no destructivas del concreto. Las estructuras no son eternas. *Construcción y Tecnología*, 1(1): 48-54. http://www.imcyc.com/ct2006/mayo06/TECNOLOGIA.pdf

Decreto supremo N° 011 – 2016 – MTC. (2016, 27 de julio). *Actualización del clasificador de rutas del sistema nacional de carreteras – SINAC.* Normas legales. Ministerio de Transportes y Comunicaciones. El Peruano.

Elareshy, A. S., Wahab, M. M. A., Mazek, S. A., & Osman, A. M. (2020, December). Numerical modeling of new connection pontoon under static and dynamic loads. In *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 974(1), 1-13. doi:10.1088/1757-899X/974/1/012006

Guerrero, V. M. (2020). *Metodología, planificación y presupuesto del mantenimiento del puente mixto sobre el rio Chila, ubicado en la parroquia San Jacinto, jurisdicción Santo Domingo de los Tsáchilas*. [Tesis de grado, Universidad de Guayaquil]. http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/49533

Gutiérrez-Solís, P., y Salazar-Brenes, K. (2019). *Propuesta de actividades de intervención y costos unitarios para la atención de los daños de la Red de Puentes de El Guarco.* [Proyecto final de graduación, Instituto Tecnológico de Costa Rica]. https://hdl.handle.net/2238/11196

Günal, M., Ay, M., & Günal, A. (2017). Cross-drainage culvert design by using GIS. *Acta Physica Polonica A*, *132*(3), 595-598.

Gutiérrez, C. (2014). *Hidrología básica y aplicada*. Universidad Politécnica Salesiana. https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/6758

Huallpa, M.A. (2015). *Elaboración de ábacos para el diseño de puentes tipo losa y viga losa, de concreto armado, basados en la metodología AASHTO – LRFD.* [Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Civil, Universidad Nacional de San Agustín]. http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/51

Huanca, W. (2018). *Diseño de un pontón viga-losa en el km 16+890 para mejorar la transitabilidad en la carretera del caserío la Libertad, Moyobamba-2017.* [Tesis de grado, Universidad César Vallejo]. https://hdl.handle.net/20.500.12692/19209

Ibáñez Asencio, S., Moreno Ramón, H., y Gisbert Blanquer, J.M. (2011). *Morfología de las cuencas hidrográficas.* Universidad Politécnica de Valencia.

https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/10782/Morfologia%20cuenca.pdf?sequence=1

Ildefonso, H.J. y Zárate, P.R. (2020). *Diseño hidráulico y estructural para encauzamiento del río Pollo, tramo puente Central - intersección río Huangamarca - Distrito Otuzco La Libertad.* [Tesis de grado, Universidad César Vallejo]. https://hdl.handle.net/20.500.12692/52461

Instituto del Cemento y del Concreto de Guatemala. (2018, diciembre). *Boletín Técnico ICCG. Ensayos no destructivos para evaluación de la resistencia del concreto endurecido. Boletín técnico 06*. ICCG.

Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto AC. (2009, marzo). *El concreto en la obra. Problemas, causas y soluciones, sección coleccionable 19*. Imcyc.

Instituto Nacional de Defensa Civil. (2021). *Informe de emergencia N° 1371 – 23/9/2021/ COEN – INDECI/ 01:10 horas (Informe N° 26) lluvias intensas en el departamento de Cajamarca*. INDECI. https://afly.co/kly6

Kim, Y.J. y Queiroz, L.B. (2017). Big Data for condition evaluation of constructed bridges. *Engineering Structures*, 141(1), 217-227.

Kripka, M., Yepes, V., & Milani, C. J. (2019). Selection of sustainable short-span bridge design in Brazil. *Sustainability*, *11*(5), 1307.

Krishna, P. L., & Rajasekhar, D. K. (2018). Analysis and design of box culvert. *International Journal of Science Technology and Engineering*, *4*(10), 141-156.

Martínez, M. (2017). *Inspección y evaluación de puentes de concreto*. [Tesis de maestría en infraestructura del transporte en la rama de las vías terrestres, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, México]. http://bibliotecavirtual.dgb.umich.mx:8083/xmlui/handle/DGB_UMICH/3129

Mendoza, B.G. (2020). *Evaluación técnica para definir los niveles de intervención por implementar; en los puentes y pontones ubicados en los tramos: Cusco - Pisac y Huacarpay - Pisac, en la región de Cusco. Utilizando la metodología SCAP*. [Tesis para optar el título profesional de ingeniero civil, Universidad San Martín de Porres]. https://hdl.handle.net/20.500.12727/6473

Ministerio de Transporte y Comunicaciones. (2018, 12 de enero). *Glosario de términos de uso frecuente en proyectos de infraestructura vial*. *R.D. N° 02-2018-MTC/14*. MTC.

Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2018, diciembre). *Manual de carreteras_ Diseño geométrico DG – 2018*. MTC.

Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2018, diciembre). *Manual de diseño de puentes*. MTC.

Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2014, marzo). *Manual de carreteras: Hidrología, hidráulica y drenaje. R.D. N° 20-2011 MTC/14.* MTC.

Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2006, 14 de marzo) *Guía para inspecciones de puentes. Directiva N° 01-2006-MTC/14. R.D. N° 012-2006-MTC/14*. MTC.

Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. (MVCS, 2021). *Reglamento Nacional de Edificaciones. Norma CE.040 Drenaje Pluvial*. MVCS.

Montenegro, M.M. (2020). *Inspección de la superestructura y propuesta de un plan de mantenimiento preventivo del puente vehicular Sanchez Cerro, ubicado entre los distritos Piura y Castilla, provincia de Piura, Perú-2019.* [Tesis para obtener el título profesional de Ingeniero Civil, Universidad Nacional de Piura]. http://repositorio.unp.edu.pe/handle/20.500.12676/2238

Montero, J. (2010). *Diseño del alcantarillado combinado para la Urbanización Sawgrass*. [Tesis de grado, Universidad San Francisco de Quito]. http://repositorio.usfq.edu.ec/handle/23000/757

Monja, E. (2019). *Estudio hidrológico e hidráulico para el dimensionamiento optimizado del puente vehicular sobre el río Cumbaza en la localidad Juan Guerra-distrito Juan Guerra-provincia de San Martin-San Martin 2018*. [Tesis de grado, Universidad Nacional de San Martín]. http://hdl.handle.net/11458/3417

Morales-Quintero, D. E., de Jesús Vélez-Macías, F., & Guerrero-Hoyos, B. (2019). Caracterización hidrogeológica y geomorfológica de la cuenca y embalse del parque natural la Nitrera. *Revista de la Facultad de Ciencias*, *8*(1), 73-99.

Moreno, A. (2013). *Nivel de deterioro estructural en el puente de concreto "Puente Orellana" – Jaén.* [Tesis de grado, Universidad Nacional de Cajamarca]. http://repositorio.unc.edu.pe/handle/UNC/568

Muñoz, E. E. (2002). Estudio de las causas del colapso de algunos puentes en Colombia. *Ingeniería y Universidad*, *6*(1), 33-47. https://tycho.escuelaing.edu.co/contenido/encuentros-suelosyestructuras/documentos/tercer_ent/estudio_causas_colapso_algunos_puentes.pdf

Muñoz-Barrantes, J., Vargas-Alas, L. G., Vargas-Barrantes, S., Agüero-Barrantes, P., Villalobos-Vega, E., Barrantes-Jiménez, R., et al. (2015). *Actualización de los criterios para la evaluación visual de puentes LM-PI-UP-05-2015*. San José, Costa Rica: Programa de Infraestructura del Transporte (PITRA), LanammeUCR.

Norma AASHTO (2005). *Especificaciones AASHTO para el diseño de puentes por el método LRFD. 2da Ed.* [S.N], [S.I], 1998.

Ortiz, O. (2004, enero). Evaluación hidrológica. *HIDRORED Red Latinoamericana de micro hidroenergía*, 1(1), 1-7.

Ortiz-Vera, O. (2015). Similitud Hidráulica de Sistemas Hidrológicos Altoandinos y Transferencia de Información Hidrometeorológica. *Tecnología y ciencias del agua*, 6(4), 25-44. ISSN 0187-8336.

Ortiz, O., Montalvo, N., Mejía, A., Vásquez, A., Ingol-Blanco, E. (2016). *Morfometría adimensional de sistemas hidrológicos altoandinos y generación de información hidrológica*. XXVII Congreso latinoamericano de Hidráulica, IAHR.

Patel, R., & Jamle, S. (2019). Analysis and design of box culvert: a manual approach. *Intl J Advan Eng Res Sci*, 6(1), 286-291.

Pecho, Y. (2017). Importancia del mantenimiento preventivo de puentes en el Perú. En E. Carrera (Dir.), I Congreso Internacional de Ingeniería y Dirección de Proyectos III Congreso Regional IPMA – LATNET, *Universidad de Piura*, 1(1), 37-48.

Pérez, R. (2013). *Diseño y construcción de alcantarillados sanitario, pluvial y drenaje en carreteras*. Ecoe Ediciones.

Pizarro, R., Sangüesa, C., & Martínez, E. (2003). Módulo 2 Curvas Intensidad Duración Frecuencia. *Sociedad Estándares de Ingeniería Para Aguas Y Suelos LTDA*.

Polanco, K.L. (2013). *Evaluación de las fallas estructurales del puente Chonta de la red vial Cajamarca – Baños del Inca.* [Tesis de grado, Universidad Nacional de Cajamarca]. http://repositorio.unc.edu.pe/handle/UNC/569

Provias Nacional. (2019). *Memoria Anual 2018. Memorándum N° 373-2019-MTC/20.4.* Ministerio de Transportes y Comunicaciones.

Quispe, P.O. (2008). *Diseño de alcantarillado de cajón rectangular; comparación analítica, empírica y modelación numérica.* [Tesis de grado, Universidad Ricardo Palma]. http://repositorio.urp.edu.pe/handle/urp/162

Robles, R. M., y Vega, F. E. (2014). *Simulación hidrológica de cuencas mediante el uso del software watershed modeling system.* [Tesis de grado, Universidad Nacional del Santa]. http://repositorio.uns.edu.pe/handle/UNS/2086

Rodríguez, A. (2017). *Puentes con AASHTO-LRFD 2014, 7ª ed*. Ediciones Prometeo Desencadenado. ISBN: 978-612-46974-9-4. https://n9.cl/4q28n

Rodriguez, M.K. (2019). *Diseño de un puente tipo losa y un puente viga losa hasta 20 m de luz, en el distrito de Chilca-2017*. [Tesis de grado, Universidad Continental].

Sacachipana, J.J. (2019). *Modelamiento hidráulico bidimensional de la bocatoma Jila San Jeronimo con HEC – RAS*. [Tesis de grado, Universidad Nacional del Altiplano]. http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/12278

Saenz, R. (2016). *La evaluación preliminar del Puente Chillón km. 24 + 239. Carretera Panamericana Norte Habich - Intercambio vial Ancón, para posible intervención preventiva.* [Tesis de licenciatura en ingeniería civil, Universidad Privada del Norte] http://hdl.handle.net/11537/10564

Salazar-Aguilar, D. (2018). *Inspección, evaluación y priorización de 15 puentes en el cantón de Buenos Aires.* [Tesis de licenciatura en Ingeniería en Construcción, Instituto Tecnológico de Costa Rica]. https://hdl.handle.net/2238/10490

Saldaña, P.B., y Mera, S.E. (2014). *Diseño de la vía y mejoramiento hidráulico de obras de arte en la carretera Loero-Jorge Chávez, inicio en el km 7.5, distrito de Tambopata, región Madre de Dios*. [Tesis para optar el título de ingeniero civil, Universidad Privada Antenor Orrego]. https://hdl.handle.net/20.500.12759/619

Sandoval Erazo, W. R., & Aguilera Ortiz, E. P. (2015). Determinación de Caudales en cuencas con poco información Hidrológica. *CIENCIA UNEMI*, *7*(12), 100-110. https://doi.org/10.29076/issn.2528-7737vol7iss12.2014pp100-110p

Seminario Manrique, E. (2004). *Guía para el diseño de puentes con vigas y losas*. [Tesis para optar el título de Licenciado en Ingeniería, Universidad de Piura]. https://hdl.handle.net/11042/1364

Servicio Nacional de Meteorología e hidrología. (2021). *Pronóstico del tiempo para Chota (Cajamarca).* Senamhi. https://www.senamhi.gob.pe/?p=pronostico-detalle&dp=06&localidad=0033

Sinchire, L.J. (2019). *Diseño estructural de un puente tipo cajón en el kilómetro 17 de la vía del recinto Agua Dulce -Cantón Jipijapa*. [Tesis de grado, Universidad Estatal del Sur de Manabí]. http://repositorio.unesum.edu.ec/handle/53000/1728

Subgerencia de Caminos, Forestal Arauco. (2018). *Obras de arte prescripciones técnicas, 7ma ed. Documento técnico.* Arauco. https://n9.cl/j9koe

Vargas-Barrantes, S. Agüero-Barrantes, P., Barrantes-Jiménez, R., Loría-Salazar, L.G. (2016a). *Evaluación de la condición del puente sobre el río Rojo ruta nacional*

no. 32. Informe LM-PI-UP-PN09-2016. Universidad de Costa Rica. https://www.lanamme.ucr.ac.cr/repositorio/handle/50625112500/1001

Vargas-Barrantes, S. Agüero-Barrantes, P., Barrantes-Jiménez, R., Loría-Salazar, L.G. (2016b). *Evaluación de la condición del puente sobre el río San Miguel ruta nacional No. 32.* Informe LM-PI-UP-PN10-2016. Universidad de Costa Rica. https://www.lanamme.ucr.ac.cr/repositorio/handle/50625112500/1002

Vela, P.M. (2020). *Evaluación del estado del puente Huallaga km. 00+310 carretera central PE 3N, a efectos de su intervención preventiva – 2020*. [Tesis para obtener el título de ingeniero civil, Universidad Nacional Hermilio Valdizán de Huánuco]. http://repositorio.unheval.edu.pe/handle/UNHEVAL/6274

Vélez, G.A. (2019). *Determinación de la resistencia a la compresión del concreto mediante el método de esclorometría*. [Tesis de grado, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas]. http://hdl.handle.net/10757/626340

Venanzi, I., Castellani, R., Ierimonti, L., & Ubertini, F. (2019). An automated procedure for assessing local reliability index and life-cycle cost of alternative girder bridge design solutions. *Advances in Civil Engineering*, *2019*.

Villón, M. (2002). *Hidrología, 2da ed*. Editorial MaxSoft.

Villón, M. (2006). *Hidrología estadística*. Instituto tecnológico de Costa Rica.

Villon, M. (2009). *HEC – RAS Ejemplos. 1ª ed*. Ediciones Villon, 584p.

Ye, S., Lai, X., Bartoli, I., & Aktan, A. E. (2020). Technology for condition and performance evaluation of highway bridges. *Journal of Civil Structural Health Monitoring*, *10*(4), 573-594. https://doi.org/10.1007/s13349-020-00403-6

Zapata, R. (2018). *Geología y Geotecnia*. Universidad Nacional de Rosario.

ANEXOS

Anexo A. Matriz de consistencia

Tesis: Evaluación de la condición global y funcionalidad técnica de las obras de arte de la carretera CA-105, km 65+000 al km 78+000, Chota

Tesista: Neiser Aldair Idrogo Delgado

Formulación del problema	Objetivos	Hipótesis	Variables	Dimensiones	Metodología
¿Cuál es la condición global y funcionalidad técnica de las obras de arte de la carretera CA-105, Km 65+000 al Km 78+000?	**Objetivo general** Evaluar la condición global y funcionalidad técnica de las obras de arte de la carretera CA-105, Km 65+000 al Km 78+000, Chota, con la finalidad de proponer el diseño del puente o pontón en estado más crítico. **Objetivos específicos** – Constatar el estado visual de las obras de arte de la carretera CA-105, Km 65+000 al Km 78+000, utilizando la guía para inspección de puentes del Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC, 2006). – Estimar la resistencia a compresión de los elementos estructurales de puentes y/o pontones de la carretera CA-105, Km 65+000 al Km 78+000, mediante ensayos no destructivos (esclerometría). – Verificar que la altura de puentes y pontones de la carretera CA-105, Km 65+000 al Km 78+000, sea mayor que los niveles de agua por caudales máximos para Tr de 25 años. – Plantear el diseño estructural del puente o pontón de la carretera CA-105, Km 65+000 al Km 78+000, en estado más crítico	H1: La condición global y funcionalidad técnica es igual en todas las obras arte de la carretera CA-105, Km 65+000 al Km 78+000, todas tienen el mismo grado de deterioro, calificado como malo (3).	Condición global Funcionalidad técnica Diseño de puente	Inspección visual Inspección física Parámetros geomorfológicos Modelamiento hidráulico Levantamiento topográfico Estudio de mecánica de suelos Estudio de tránsito vehicular Estudio hidráulico Diseño de puente losa Diseño de estribo	**Enfoque:** Mixto. **Tipo de investigación**: Aplicado. **Diseño de investigación:** No experimental de corte transversal. **Población:** Todas las obras de arte: alcantarillas, puentes, pontones, badenes y cunetas que forman pate de la carretera CA-105, Km 65+000 al km 78+000. **Muestra:** Cinco puentes y pontones, ubicados en la carretera CA-105, Km 65+000 al Km 78+000, ruta Chota a Chaupelanche.

Anexo B. Panel fotográfico

B.1. Panel fotográfico de los puentes y pontones

Fotografía 1. Pontón tipo cajón P1



Fotografía 2. Pontón tipo arco P2



Fotografía 3. Puente tipo viga losa P3



Fotografía 4. Puente tipo viga losa P4



Fotografía 5. Pontón tipo losa P5



B.2. Panel fotográfico de la inspección visual

Fotografía 6. Inspección visual a alcantarillas



Fotografía 7. Inspección visual al pontón tipo arco P2



Fotografía 8. Inspección visual al puente tipo viga losa P4



B.3. Panel fotográfico del ensayo de esclerometría

Fotografía 9. Ensayo de esclerometría en el pontón tipo arco P2



Fotografía 10. Ensayo de esclerometría en el puente tipo viga losa P3



Fotografía 11. Ensayo de esclerometría en el puente tipo viga losa P4



Fotografía 12. Ensayo de esclerometría



B.4. Panel fotográfico del levantamiento topográfico

Fotografía 13. Levantamiento topográfico del pontón tipo arco P2



Fotografía 14. Levantamiento topográfico puente viga losa P3



Fotografía 15. Levantamiento topográfico puente viga losa P4



Fotografía 16. Levantamiento topográfico pontón losa P5



B.5. Panel fotográfico del estudio de tránsito vehicular

Fotografía 17. Conteo vehicular en el centro poblado Santa Rosa turno noche







Fotografía 18. Conteo vehicular en el centro poblado Santa Rosa turno día



B.6. Panel fotográfico del estudio de mecánica de suelos

Fotografía 19. Ubicación de la calicata en el pontón tipo arco P2



Fotografía 20. Calicata en el pontón tipo arco P2



Fotografía 21. Muestra para el ensayo de corte directo



Fotografía 22. Ensayo de peso específico



Fotografía 23. Ensayo de corte directo



Anexo C. Documentación

C.1. Solicitud de datos al SENAMHI

GERENCIA GENERAL DEL SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGÍA E HIDROLOGÍA DEL PERU – SENAMHI

Presente.-

Neiser Aldair Idrogo Delgado

(Nombres y Apellidos)

Jr. San Francisco S/N, Chota, Chota, Cajamarca

(Dirección)

con Nº DNI: 74658903 Telf.: 91741612 E-mail neiser0609@gmail.com

Universidad/ Instituto: Universidad Nacional Autónoma de Chota

Carrera/ Profesión: Ingeniería Civil

Ante usted me presento y expongo;

Que, por motivo de estar desarrollando el proyecto de tesis "Evaluación de la condición global y funcionalidad técnica de las obras de arte de la carretera CA-105, Km 65+000 al Km 78+000, Chota" el cual consiste en evaluar la condición global y funcionalidad de puentes, pontones y alcantarillas en la carretera CA-105, km 65+000 al km 78+000, mediante la utilización de metodologías de inspección de puentes del Ministerio de transporte y comunicaciones (MTC), con la finalidad de presentar un mapa de datos técnicos para que se pueda plantear medidas de solución para condiciones futuras. La investigación es de tipo descriptiva comparativa, tiene como muestra a los puentes, pontones y alcantarillas de la carretera Chota - Chaupelanche, para su ejecución se aplicarán métodos visuales, pruebas no destructivas en concreto (esclerometría), análisis hidrológico (delimitación de cuenca, análisis de similitud hidrológica con distintas estaciones, estimación de caudales) y estudio topográfico, para determinar la capacidad hidráulica de los puentes, pontones y alcantarillas en estudio, de tal manera que se planteé un mapa técnico de obras de arte según datos técnicos, plasmando así las medidas de solución para condiciones futuras, para que la ruta de estudio presente características técnicas según el crecimiento poblacional. Los resultados son de beneficio para alumnos, investigadores, ejecutores de proyectos de infraestructura vial y pobladores en general del distrito de Chota.

Solicito la siguiente información:

ESTACIÓN	PARÁMETROS	ESCALA	PERÍODOS
Chotano Lajas	Precipitaciones	Diaria	1969-2019
Cochabamba	Precipitaciones	Diaria	1969-2019
Bambamarca	Precipitaciones	Diaria	1969-2019
Cutervo	Precipitaciones	Diaria	1969-2019
Querecotillo	Precipitaciones	Diaria	1969-2019
Agusto Weberbauer	Precipitaciones	Diaria	1969-2019

Por lo expuesto, agradeceré a usted atender lo solicitado.

Chota, 8 de noviembre del 2020



Firma del Usuario

C.2. Declaración jurada para solicitud de datos al SENAMHI

ANEXO 03: FORMATO DE DECLARACIÓN JURADA

DECLARACION JURADA

Yo, **NEISER ALDAIR IDROGO DELGADO** identificado (a) con DNI Nº **74658903** con domicilio en **JR. SAN FRANCISCO S/N** en el Distrito de **CHOTA**, Provincia de **CHOTA**, Departamento **CAJAMARCA**,

DECLARO BAJO JURAMENTO, QUE

La información hidrometeorológica proporcionada por SENAMHI, será de uso exclusivo de mi trabajo/proyecto/tesis titulado (a) "**EVALUACION DE LA CONDICION GLOBAL Y FUNCIONALIDAD TECNICA DE LAS OBRAS DE ARTE DE LA CARRETERA CA-105, KM 65+000 AL KM 78+000, CHOTA**" de la Universidad/Instituto **UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE CHOTA**

CHOTA 8 de **NOVIEMBRE** del 20**20**

Firma del Usuario

C.3. Correo de recepción de datos del SENAMHI

Gmail NEISER ALDAIR IDROGO DELGADO <neiser0609@gmail.com>

SOLICITUD DE DATOS

Jacqueline Fernandez Florian (UACGD) <jfernandez@senamhi.gob.pe> 8 de diciembre de 2020, 02:41
Para: "neiser0609@gmail.com" <neiser0609@gmail.com>

Estimado,

Previo cordial saludo, en atención a su solicitud se
remite la información que tenemos disponible, las casillas
en blanco indica que no se dispone de datos, asimismo agradeceré confirmar la recepción del presente.

Cordialmente,

Jacqueline F.

7 archivos adjuntos — Descargar todos los archivos adjuntos

CUTERVO 5.xlsx
121K Ver como HTML Descargar

COCHABAMBA 4.xlsx
113K Ver como HTML Descargar

CHOTANO 3.xlsx
91K Ver como HTML Descargar

BAMBAMARCA 2.xlsx
113K Ver como HTML Descargar

C.4. Certificado de calibración de la estación total

GEOTEK

"Amamos la precisión"

INACAL

CERTIFICADO DE CALIBRACION

DATOS DEL EQUIPO

Nombre : ESTACION TOTAL		Precisión Angular	: 05''
Marca : TOPCON		Lectura mínima	: 01''/03''
Modelo : ES-105		Precisión de distancia	: Preciso+:1.5 mm+2 ppm, Preciso Rápido:2.0 mm+2 ppm
Serie : GZ4435		Alcance	: 3,500 mts.c/01 prisma - no prisma: 400 mts

LABORATORIOS GEOTEK E.I.R.L., a través de su servicio técnico CERTIFICA que el equipo en mención se encuentra totalmente revisados, controlados, calibrados y 100% operativos; cumpliendo con las especificaciones Técnicas de fabrica y los Estándares Internacionales establecidos (DIN18723).

CERTIFICADO DE CALIBRACION

Nro. : C1621

Fecha : 02/07/2021

EQUIPO DE CALIBRACIÓN UTILIZADO

LABORATORIOS GEOTEK E.I.R.L. para controlar y calibrar este instrumento se contrasta con un colimador original marca SANWEI, modelo F550/TD4 con número de serie 18675120022 con una distancia focal en 500 mm; de doble retículo y uno de ellos está enfocado al infinito, el grosor de sus trazos esta dentro de 01'', que es patronado periódicamente por un teodolito KERN modelo DKM2A precisión al 01'' con el método de lectura Directa-Inversa y refrendado con un nivel LEICA modelo NA730 de precisión +/- 2.5 mm nivelación doble en 1 km.

Desviación estándar basada en la norma ISO 9001 /ISO 14001 del nivel automático NA730 LEICA de precisión +/- 2.5 mm en nivelación doble de 1 km. La condiciones ambientales son, en temperatura: 23.7° C con variaciones que no excedieron +-0.5°C con una presión atmosférica de 760 mm Hg y con humedad relativa de 52%.

LABORATORIOS GEOTEK E.I.R.L., no se responsabiliza por desajustes y/o descalibraciones en los equipos causados por un inadecuado transporte del mismo o mala manipulación del usuario; la periocidad de la calibración está en función del uso, conservación y mantenimiento del equipo

TRAZABILIDAD DE LOS PATRONES

Certificado de calibración LGD-004-2021 emitido por INACAL – Instituto Nacional de Calidad – Laboratorio de Longitud y Ángulo.

Patrón	Marca	Modelo	Serie
Nivel automático	LEICA	NA730	5732310
Distanciometro	LEICA	D1	1271050421

RESULTADOS ANGULARES

ANGULOS	VALOR DEL PATRON	VALOR LEIDO EN EL INSTRUMENTO		ERROR MEDIDO	PRECISION	RESULTADO
HORIZONTAL	180°00'00''	0°00'00"	180°00'02"	2"	± 5"	OPERATIVO
VERTICAL	360°00'00''	90°00'00"	270°00'02"	2"	± 5"	OPERATIVO

RESULTADOS DISTANCIAS INCLINADAS

OBJETIVO	VALOR DEL PATRON	VALOR LEIDO EN EL INSTRUMENTO	ERROR MEDIDO	PRECISION	RESULTADO
PRISMA P01	9.078m	9.076m	-2mm	± (2mm + 2ppm)	OPERATIVO
PRISMA P02	12.132m	12.131m	-1 mm	± (2mm + 2ppm)	OPERATIVO
TARJETA DR1	16.297m	16.296m	-1 mm	± (3mm + 2ppm)	OPERATIVO
TARJETA DR2	19.740m	19.742m	+2 mm	± (3mm + 2ppm)	OPERATIVO

CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO

Fecha	Mantenimiento	Calibración	Próxima Calibración	Observación
02/07/2021		X	06 meses	% 100 OPERATIVO

Responsable de Verificación	Propietario	Obra
LABORATORIOS GEOTEK E.I.R.L. RUC: 20605988980	RAMIRO FERNANDO SAAVEDRA BUSTAMANTE RUC: 10715753877	
LABORATORIOS GEOTEK E.I.R.L. RUC: 20605988980 Av Circunvalación N° 607 - Santiago de Surco Sello y firma	Sello y firma	

LABORATORIOS GEOTEK E.I.R.L.
Av. Circunvalación 607, Santiago de Surco - Lima
Teléfono: 971957848 RUC: 20605988980 www.geotek.com.pe

C.5. Certificado de calibración de los equipos de mecánica de suelos

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LFP - 339 - 2021

Expediente : **093-2021**
Fecha de emisión : 2021-07-12

1. Solicitante : **GSE LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN S.A.C.**

Dirección : JR. CAJAMARCA NRO. 792 - CHOTA - CAJAMARCA

2. Descripción del Equipo : **CELDA DE CARGA Y PESAS PARA CORTE DIRECTO**

Marca de Corte Directo : **PERUTEST**
Modelo de Corte Directo : **PT-CDA**
Serie de Corte Directo : **1027**

Marca de Celda : **MAVIN**
Modelo de Celda : **NS1-500kg**
Serie de Celda : **e8303127**
Capacidad de Celda : **500 kg**

Marca de Indicador : **PERUTEST**
Modelo de Indicador : **NO INDICA**
Serie de Indicador : **NO INDICA**

El Equipo de medición con el modelo y número de serie abajo. Indicados ha sido calibrado probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad a la Dirección de Metrología del INACAL y otros.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

Punto de Precision S.A.C no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

3. Lugar y fecha de Calibración
JR. CAJAMARCA NRO. 792 - CHOTA - CAJAMARCA
09 - JULIO - 2021

4. Método de Calibración
La Calibracion se realizó de acuerdo a la norma ASTM E4 .

5. Trazabilidad

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO	TRAZABILIDAD
CELDA DE CARGA	MAVIN	CCP - 0340 - 005 - 20	ELICROM
INDICADOR	MCC		

6. Condiciones Ambientales

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	16,7	16,8
Humedad %	70	70

7. Resultados de la Medición
Los errores de la prensa se encuentran en la página siguiente.

8. Observaciones
Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva de color verde con el número de certificado y fecha de calibración de la empresa PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

LABORATORIO
PUNTO DE PRECISIÓN S A C

Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

TABLA N° 1

SISTEMA DIGITAL "A" kgf	SERIES DE VERIFICACIÓN (kgf)				PROMEDIO "B" kgf	ERROR Ep %	RPTBLD Rp %
	SERIE 1	SERIE 2	ERROR (1) %	ERROR (2) %			
25	25,20	25,10	-0,80	-0,40	25,15	-0,60	0,40
50	50,40	50,40	-0,80	-0,80	50,40	-0,79	0,00
75	75,50	75,50	-0,67	-0,67	75,50	-0,66	0,00
100	100,50	100,50	-0,50	-0,50	100,50	-0,50	0,00
125	125,35	125,30	-0,28	-0,24	125,33	-0,26	0,04
150	150,20	150,25	-0,13	-0,17	150,23	-0,15	-0,03
175	175,80	175,10	-0,46	-0,06	175,45	-0,26	0,40
200	199,95	200,05	0,03	-0,03	200,00	0,00	-0,05

NOTAS SOBRE LA CALIBRACIÓN

1.- Ep y Rp son el Error Porcentual y la Repetibilidad definidos en la citada Norma:
Ep= ((A-B) / B)* 100 Rp = Error(2) - Error(1)

2.- La norma exige que Ep y Rp no excedan el 1,0 %

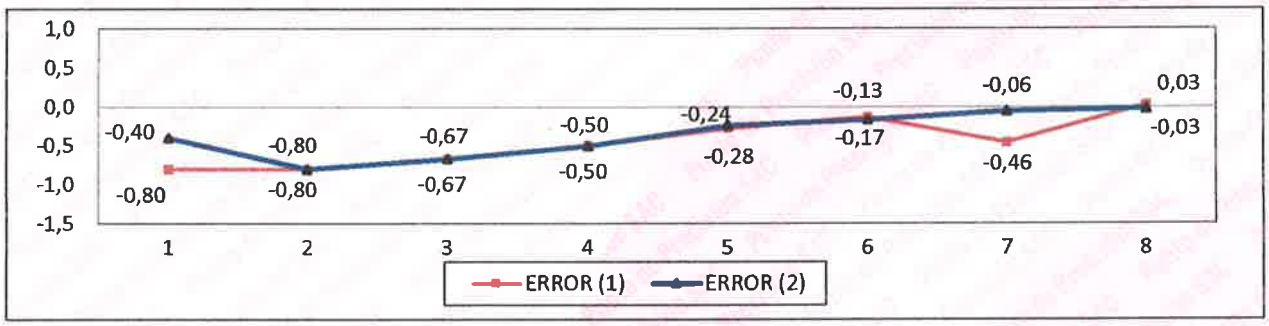
3.- Coeficiente Correlación : $R^2 = 1$

Ecuación de ajuste : y = 1,0008x - 0,4146

Donde: x : Lectura de la pantalla
y : Fuerza promedio (kgf)



GRÁFICO DE ERRORES



LABORATORIO PUNTO DE PRECISIÓN S A C

Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

PESAS DE CORTE DIRECTO

IDENTIFICACIÓN	VALOR NOMINAL g	VALOR DETERMINADO g	CORRECCIÓN g
1	1500	1495,2	4,8
2	1500	1480,6	19,4
3	1500	1498,1	1,9
4	1500	1501,7	-1,7
5	3000	2991,3	8,7
6	3000	3004,3	-4,3

FIN DEL DOCUMENTO

LABORATORIO PUNTO DE PRECISIÓN S A C

Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

Punto de Precisión SAC

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LL - 1001 - 2021

Expediente : **093-2021**
Fecha de emisión : 2021-07-12

1. Solicitante : **GSE LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN S.A.C.**

Dirección : JR. CAJAMARCA NRO. 792 - CHOTA - CAJAMARCA

2. Instrumento de Medición : **COPA CASAGRANDE**

Marca de Copa : **SHERMAN**
Modelo de Copa : **NO INDICA**
Serie de Copa : **NO INDICA**

Contómetro : **DIGITAL**
Marca de Contómetro : **CHNT**
Modelo de Contómetro : **JDM1-48**
Serie de Contómetro : **NO INDICA**

El Equipo de medición con el modelo y número de serie abajo. Indicados ha sido calibrado probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad a la Dirección de Metrología del INACAL y otros.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

Punto de Precisión S.A.C no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

3. Lugar y fecha de Calibración
JR. CAJAMARCA NRO. 792 - CHOTA - CAJAMARCA
08 - JULIO - 2021

4. Método de Calibración
Por Comparación con instrumentos Certificados por el INACAL - DM.
Tomando como referencia la Norma ASTM D 4318.

5. Trazabilidad

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO	TRAZABILIDAD
PIE DE REY	INSIZE	TC - 9991 - 2020	INACAL - DM

6. Condiciones Ambientales

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	19,7	19,6
Humedad %	68	69

7. Observaciones
Los resultados de las mediciones efectuadas se muestran en la página 02 del presente documento.

LABORATORIO PUNTO DE PRECISIÓN S A C

Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

Medidas Verificadas

	COPA CASAGRANDE							RANURADOR		
	CONJUNTO DE LA CAZUELA				BASE			EXTREMO CURVADO		
DIMENSIONES	A	B	C	N	K	L	M	a	b	c

DESCRIPCIÓN	RADIO DE LA COPA	ESPESOR DE LA COPA	PROFUNDIDA DE LA COPA	Copa desde la guia del espesor a base	ESPESOR	LARGO	ANCHO	ESPESOR	BORDE CORTANTE	ANCHO
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
MEDIDA TOMADA	55,48	2,18	28,01	47,71	47,23	146,95	125,34	9,79	2,03	13,26
	55,46	2,16	27,99	47,72	47,25	146,94	125,33	9,80	2,02	13,24
	55,48	2,18	28,00	47,71	47,26	149,96	125,35	9,78	2,03	13,25
	55,47	2,18	27,98	47,70	47,22	149,95	125,36	9,77	2,04	13,23
	55,49	2,17	28,01	47,70	47,24	149,97	125,34	9,79	2,03	13,27
	55,46	2,19	28,02	47,72	47,22	149,96	125,33	9,77	2,02	13,22
PROMEDIO	55,47	2,18	28,00	47,71	47,24	148,96	125,34	9,78	2,03	13,25
MEDIDAS STANDARD	54	2	27	47	50	150	125	10	2	13,5
TOLERANCIA ±	0,5	0,1	0,5	1,0	2,0	2,0	2,0	0,05	0,1	0,1
ERROR	1,47	0,18	1,00	0,71	-2,76	-1,04	0,34	-0,22	0,03	-0,26

FIN DEL DOCUMENTO

LABORATORIO PUNTO DE PRECISIÓN S A C

Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

Punto de Precisión SAC

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LT - 973 - 2021

Expediente : **093-2021**
Fecha de emisión : 2021-07-12

1. Solicitante : **GSE LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN S.A.C.**

Dirección : JR. CAJAMARCA NRO. 792 - CHOTA - CAJAMARCA

2. Instrumento de Medición : **ESTUFA**

Indicación : **DIGITAL**

Marca del Equipo : **NO INDICA**
Modelo del Equipo : **JLA-01**
Serie del Equipo : **JHE-012**
Capacidad del Equipo : **80 L**

Marca de indicador : **AUTONICS**
Modelo de indicador : **TCN4S**
Serie de indicador : **NO INDICA**
Temperatura calibrada : **110 °C**

El instrumento de medición con el modelo y número de serie abajo indicados ha sido calibrado, probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad a la Dirección de Metrología del INACAL y otros.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

Punto de Precision S.A.C no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

3. Lugar y fecha de Calibración
JR. CAJAMARCA NRO. 792 - CHOTA - CAJAMARCA
08 - JULIO - 2021

4. Método de Calibración
La calibración se efectuó según el procedimiento de calibración PC-018 del Servicio Nacional de Metrología del INACAL - DM.

5. Trazabilidad

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO	TRAZABILIDAD
TERMOMETRO DIGITAL	APPLENT	150-CT-T-2020	INACAL - DM

6. Condiciones Ambientales

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	18,7	19,1
Humedad %	69	69

7. Conclusiones
La estufa se encuentra dentro de los rangos 110 °C ± 5 °C para la realizacion de los ensayos de laboratorio según la norma ASTM.

8. Observaciones
Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva de color verde con el número de certificado y fecha de calibración de la empresa PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

LABORATORIO
PUNTO DE PRECISIÓN S A C

Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

CALIBRACIÓN PARA 110 °C

Tiempo (min.)	Ind. (°C) Temperatura del equipo	TEMPERATURA EN LAS POSICIONES DE MEDICIÓN (°C)										T. prom. (°C)	ΔTMax. - TMin. (°C)
		NIVEL INFERIOR					NIVEL SUPERIOR						
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
0	109	107,4	110,9	113,4	110,9	111,5	109,5	111,5	111,3	113,4	112,6	111,2	6,0
2	109	107,5	111,0	113,4	110,9	111,8	109,1	111,6	111,5	113,0	112,4	111,2	5,9
4	109	107,5	111,1	114,6	111,1	111,4	109,3	111,8	111,4	113,8	112,8	111,5	7,1
6	109	107,5	111,3	113,7	111,4	111,4	109,3	111,8	111,6	114,2	112,5	111,5	6,7
8	110	107,6	111,5	113,6	111,5	111,8	110,1	112,4	111,7	113,4	112,4	111,6	6,0
10	110	107,8	111,6	113,8	111,6	111,2	109,8	112,5	111,9	113,3	112,4	111,6	6,0
12	109	107,8	111,5	113,8	111,4	111,8	109,9	112,5	111,9	113,8	112,8	111,7	6,0
14	110	107,8	111,1	114,6	110,9	111,5	109,8	111,5	111,6	113,7	112,5	111,5	6,8
16	109	107,5	111,0	113,6	110,9	111,4	109,1	112,4	111,5	113,3	112,7	111,3	6,1
18	109	107,8	110,9	113,8	111,4	111,8	109,8	111,6	111,3	113,4	112,6	111,4	6,0
20	110	107,8	111,1	113,7	111,5	111,4	109,5	112,5	111,9	113,8	112,7	111,6	6,0
22	109	107,6	111,0	113,6	111,1	111,2	109,8	112,4	111,5	113,3	112,4	111,4	6,0
24	109	107,4	111,1	114,6	111,5	111,5	109,3	111,5	111,6	114,2	112,5	111,5	7,2
26	110	107,4	111,6	113,7	110,9	111,5	109,1	111,8	111,4	113,4	112,8	111,4	6,3
28	109	107,6	111,3	113,4	111,5	111,2	109,8	111,6	111,3	113,4	112,6	111,4	5,8
30	110	107,5	111,1	113,7	111,1	111,8	109,5	111,8	111,6	113,0	112,5	111,4	6,2
32	109	107,6	111,0	114,6	111,4	111,4	109,1	111,5	111,5	113,8	112,4	111,4	7,0
34	110	107,4	110,9	113,6	110,9	111,4	109,3	111,6	111,3	113,7	112,7	111,3	6,3
36	109	107,6	111,6	113,4	110,9	111,4	110,1	111,5	111,4	113,4	112,8	111,4	5,8
38	110	107,5	110,9	113,6	111,1	111,3	109,1	111,5	111,5	114,2	112,6	111,3	6,7
40	109	107,4	111,5	114,6	110,9	111,2	110,1	111,6	111,3	113,8	112,7	111,5	7,2
42	111	107,4	111,0	113,8	110,9	111,8	109,5	112,4	111,7	113,7	112,6	111,5	6,4
44	110	107,5	111,6	113,4	111,1	111,5	109,1	111,5	111,4	113,0	112,4	111,3	5,9
46	111	107,4	111,1	113,4	110,9	111,2	109,3	111,6	111,7	113,8	112,4	111,3	6,4
48	109	107,6	111,3	113,7	111,4	111,8	109,5	111,8	111,3	113,4	112,6	111,4	6,1
50	110	107,5	110,9	114,6	111,1	111,3	109,5	111,5	111,5	113,3	112,9	111,4	7,1
52	110	107,4	111,6	113,4	110,9	111,5	109,5	111,5	111,3	113,4	112,4	111,3	6,0
54	109	107,5	111,1	114,6	111,4	111,8	109,1	111,6	111,4	113,0	112,4	111,4	7,1
56	110	107,4	111,0	113,4	111,5	111,5	109,5	111,5	111,5	113,4	112,7	111,3	6,0
58	109	107,6	111,6	113,7	111,1	111,3	109,9	111,8	111,3	113,3	112,9	111,5	6,1
60	111	107,8	111,0	113,8	111,1	111,3	109,1	112,4	111,6	113,0	112,8	111,4	6,0
T. PROM	109,6	107,6	111,2	113,8	111,2	111,5	109,5	111,8	111,5	113,5	112,6	111,4	
T. MAX	111,0	107,8	111,6	114,6	111,6	111,8	110,1	112,5	111,9	114,2	112,9		
T. MIN	109,0	107,4	110,9	113,4	110,9	111,2	109,1	111,5	111,3	113,0	112,4		
DTT	2,0	0,4	0,7	1,2	0,7	0,6	1,0	1,0	0,6	1,2	0,5		

Parámetro	Valor (°C)	Incertidumbre Expandida (°C)
Máxima Temperatura Medida	114,6	0,4
Mínima Temperatura Medida	107,4	0,5
Desviación de Temperatura en el Tiempo	1,2	0,2
Desviación de Temperatura en el Espacio	6,3	0,3
Estabilidad Media (±)	0,6	0,02
Uniformidad Media	7,2	0,1

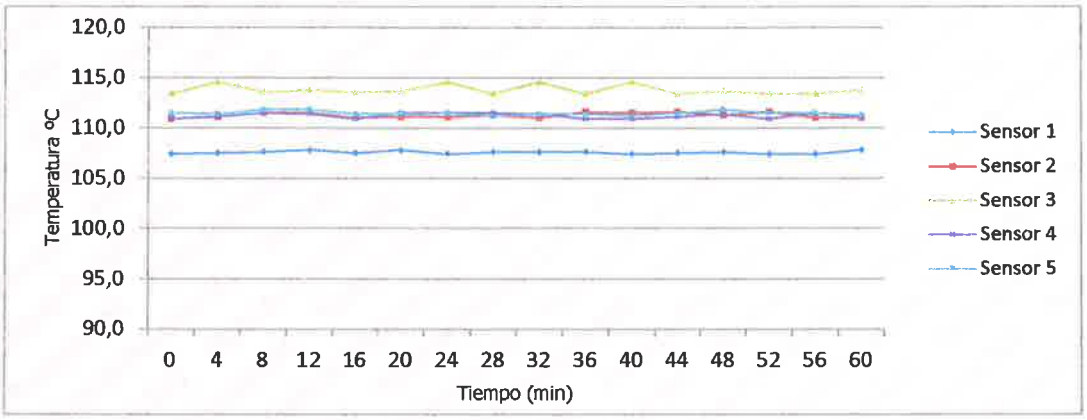
Para cada posición de medición su "desviación de temperatura en el tiempo" DTT esta dada por la diferencia entre la máxima y la mínima temperatura registradas en dicha posición
Entre dos posiciones de medición su "desviación de temperatura en el espacio" esta dada por la diferencia entre los promedios de temperaturas registradas en ambas posiciones.
La incertidumbre expandida de la medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura k =2 que, para una distribución normal corresponde a una probabilidad de cobertura de apróximadamente 95 %.

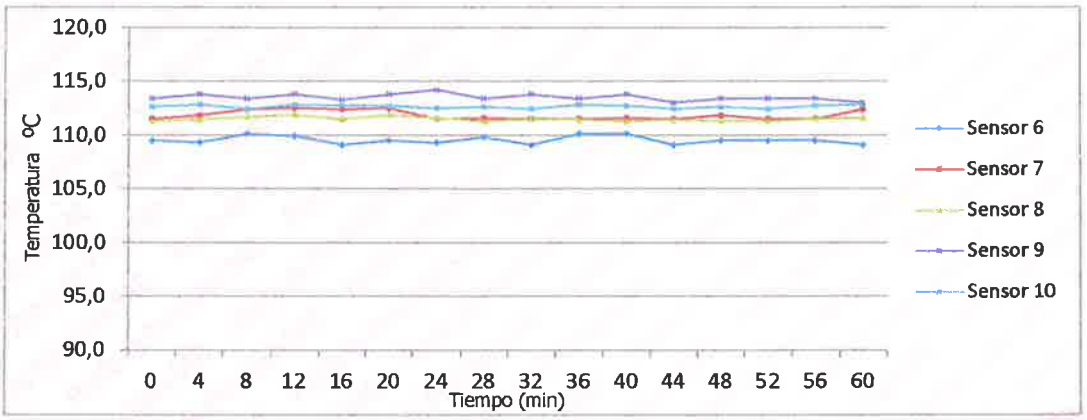
LABORATORIO PUNTO DE PRECISIÓN S A C

Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

TEMPERATURA DE TRABAJO 110 °C



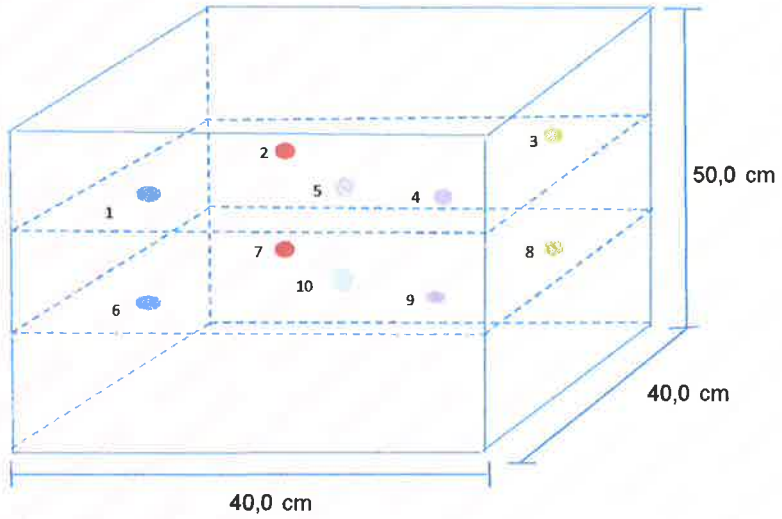


LABORATORIO PUNTO DE PRECISIÓN S A C

Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

DISTRIBUCIÓN DE LOS SENSORES EN EL EQUIPO



- Los Sensores 5 y 10 se ubicaron sobre sus respectivos niveles.
- Los demas sensores se ubicaron a 8 cm de las paredes laterales y a 8 cm del fondo y del frente del equipo.
- Los Sensores del nivel superior se ubicaron a 1,5 cm por encima de la altura mas alta que emplea el usuario.
- Los Sensores del nivel inferior se ubicaron a 1,5 cm por debajo de la parrilla más baja.

FIN DEL DOCUMENTO

LABORATORIO PUNTO DE PRECISIÓN S A C

Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN Nº LM-378-2021

Expediente : **093-2021**
Fecha de Emisión : 2021-07-12

1. **Solicitante** : **GSE LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN S.A.C.**
   Dirección : JR. CAJAMARCA NRO. 792 - CHOTA - CAJAMARCA

2. **Instrumento de Medición** : **BALANZA**

Marca	: **OHAUS**
Modelo	: **CL501T**
Número de Serie	: **7131121053**
Alcance de Indicación	: **500 g**
División de Escala de Verificación (e)	: **0,1 g**
División de Escala Real (d)	: **0,1 g**
Procedencia	: **NO INDICA**
Identificación	: **NO INDICA**
Tipo	: **ELECTRÓNICA**
Ubicación	: **LABORATORIO**
Fecha de Calibración	: **2021-07-08**

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura k=2. La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la incertidumbre en la medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95 %.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones en que se realizarón las mediciones y no debe ser utilizado como certificado de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

3. **Método de Calibración**
   La calibración se realizó mediante el método de comparación según el PC-011 4ta Edición, 2010; Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase I y II del SNM-INDECOPI.

4. **Lugar de Calibración**
   LABORATORIO de GSE LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN S.A.C.
   JR. CAJAMARCA NRO. 792 - CHOTA - CAJAMARCA

LABORATORIO
PUNTO DE PRECISIÓN S A C

Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106
www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com
PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

5. Condiciones Ambientales

	Mínima	Máxima
Temperatura	18,7	18,9
Humedad Relativa	69,5	70,5

6. Trazabilidad

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
INACAL - DM	Juego de pesas (exactitud F1)	PE21-C-0084-2021

7. Observaciones

(*) La balanza se calibró hasta una capacidad de 500,0 g
Antes del ajuste, la indicación de la balanza fue de 499,6 g para una carga de 500,0 g
El ajuste de la balanza se realizó con las pesas de Punto de Precisión S.A.C.
Los errores máximos permitidos (e.m.p.) para esta balanza corresponden a los e.m.p. para balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud II, según la Norma Metrológica Peruana 003 - 2009. Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento no Automático.

Se colocó una etiqueta autoadhesiva de color verde con la indicación de "CALIBRADO".
Los resultados de este certificado de calibración no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

8. Resultados de Medición

INSPECCIÓN VISUAL			
AJUSTE DE CERO	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	CURSOR	NO TIENE
PLATAFORMA	TIENE	SIST. DE TRABA	NO TIENE
NIVELACIÓN	TIENE		

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

	Inicial	Final
Temp. (°C)	18,9	18,9

Medición N°	Carga L1= 250,0 g			Carga L2= 500,0 g		
	I (g)	ΔL (g)	E (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)
1	250,0	0,08	-0,03	500,0	0,06	-0,01
2	250,1	0,07	0,08	500,1	0,07	0,08
3	250,0	0,06	-0,01	500,1	0,06	0,09
4	250,0	0,09	-0,04	500,1	0,09	0,06
5	250,0	0,07	-0,02	500,0	0,08	-0,03
6	250,1	0,06	0,09	500,0	0,07	-0,02
7	250,1	0,08	0,07	500,0	0,06	-0,01
8	250,0	0,09	-0,04	500,0	0,08	-0,03
9	250,0	0,07	-0,02	500,0	0,09	-0,04
10	250,0	0,06	-0,01	500,1	0,07	0,08
Diferencia Máxima			0,13			0,13
Error máximo permitido ±		0,1 g		±	0,2 g	

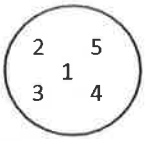
LABORATORIO PUNTO DE PRECISIÓN S A C

Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106
www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN Nº LM-378-2021



ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

	Inicial	Final
Temp. (°C)	18,9	18,8

Posición de la Carga	Determinación de E_0				Determinación del Error corregido				
	Carga mínima (g)	I (g)	ΔL (g)	Eo (g)	Carga L (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)
1	1,0	1,1	0,06	0,09	150,0	150,0	0,05	0,00	-0,09
2		1,0	0,07	-0,02		150,0	0,06	-0,01	0,01
3		1,0	0,09	-0,04		150,1	0,09	0,06	0,10
4		1,0	0,06	-0,01		150,0	0,07	-0,02	-0,01
5		1,1	0,09	0,06		150,0	0,06	-0,01	-0,07

(*) valor entre 0 y 10 e

Error máximo permitido : ± 0,1 g

ENSAYO DE PESAJE

	Inicial	Final
Temp. (°C)	18,8	18,7

Carga L (g)	CRECIENTES				DECRECIENTES				± emp (g)
	I (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	
1,00	0,9	0,06	-0,11						
5,00	5,0	0,07	-0,02	0,09	5,0	0,07	-0,02	0,09	0,1
10,00	10,0	0,09	-0,04	0,07	10,0	0,09	-0,04	0,07	0,1
20,00	20,0	0,07	-0,02	0,09	20,0	0,07	-0,02	0,09	0,1
50,00	49,9	0,06	-0,11	0,00	50,0	0,06	-0,01	0,10	0,1
70,00	69,9	0,09	-0,14	-0,03	69,9	0,08	-0,13	-0,02	0,1
100,00	99,9	0,08	-0,13	-0,02	99,9	0,09	-0,14	-0,03	0,1
150,00	149,9	0,07	-0,12	-0,01	149,9	0,07	-0,12	-0,01	0,1
200,00	200,0	0,06	-0,01	0,10	199,9	0,06	-0,11	0,00	0,1
400,00	400,0	0,09	-0,04	0,07	400,0	0,08	-0,03	0,08	0,1
500,00	500,0	0,07	-0,02	0,09	500,0	0,07	-0,02	0,09	0,1

e.m.p.: error máximo permitido

Lectura corregida e incertidumbre expandida del resultado de una pesada

$$R_{corregida} = R - 1{,}64\times10^{-4} \times R$$

Incertidumbre

$$U_R = 2\sqrt{5{,}35\times10^{-3}\ g^2 + 1{,}74\times10^{-7} \times R^2}$$

R : Lectura de la balanza ΔL: Carga Incrementada E: Error encontrado E_o: Error en cero E_c: Error corregido

R : en g

FIN DEL DOCUMENTO

LABORATORIO PUNTO DE PRECISIÓN S A C

Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106
www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN Nº LM-379-2021

Expediente : **093-2021**
Fecha de Emisión : 2021-07-12

1. **Solicitante** : **GSE LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN S.A.C.**
   Dirección : JR. CAJAMARCA NRO. 792 - CHOTA - CAJAMARCA

2. **Instrumento de Medición** : **BALANZA**

Marca	: **NO INDICA**
Modelo	: **NO INDICA**
Número de Serie	: **NO INDICA**
Alcance de Indicación	: **200 g**
División de Escala de Verificación (e)	: **0,01 g**
División de Escala Real (d)	: **0,01 g**
Procedencia	: **NO INDICA**
Identificación	: **NO INDICA**
Tipo	: **ELECTRÓNICA**
Ubicación	: **LABORATORIO**
Fecha de Calibración	: **2021-07-08**

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura k=2. La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la incertidumbre en la medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95 %.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones en que se realizarón las mediciones y no debe ser utilizado como certificado de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

3. **Método de Calibración**
   La calibración se realizó mediante el método de comparación según el PC-011 4ta Edición, 2010; Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase I y II del SNM-INDECOPI.

4. **Lugar de Calibración**
   LABORATORIO de GSE LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN S.A.C.
   JR. CAJAMARCA NRO. 792 - CHOTA - CAJAMARCA

LABORATORIO
PUNTO DE PRECISIÓN S A C

Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106
www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com
PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

5. Condiciones Ambientales

	Mínima	Máxima
Temperatura	18,7	18,9
Humedad Relativa	69,5	70,5

6. Trazabilidad

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
INACAL - DM	Juego de pesas (exactitud F1)	PE21-C-0084-2021

7. Observaciones

(*) La balanza se calibró hasta una capacidad de 200,00 g
Antes del ajuste, la indicación de la balanza fue de 198,96 g para una carga de 200,00 g
El ajuste de la balanza se realizó con las pesas de Punto de Precisión S.A.C.
Los errores máximos permitidos (e.m.p.) para esta balanza corresponden a los e.m.p. para balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud II, según la Norma Metrológica Peruana 003 - 2009. Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento no Automático.

Se colocó una etiqueta autoadhesiva de color verde con la indicación de "CALIBRADO".
Los resultados de este certificado de calibración no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

8. Resultados de Medición

INSPECCIÓN VISUAL			
AJUSTE DE CERO	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	CURSOR	NO TIENE
PLATAFORMA	TIENE	SIST. DE TRABA	NO TIENE
NIVELACIÓN	TIENE		

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

	Inicial	Final
Temp. (°C)	18,7	18,8

Medición N°	Carga L1= 100,00 g			Carga L2= 200,00 g		
	I (g)	ΔL (g)	E (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)
1	100,01	0,007	0,008	200,00	0,008	-0,003
2	100,00	0,006	-0,001	200,00	0,006	-0,001
3	100,02	0,007	0,018	200,00	0,007	-0,002
4	100,00	0,009	-0,004	200,01	0,009	0,006
5	100,00	0,008	-0,003	200,00	0,008	-0,003
6	100,00	0,007	-0,002	199,99	0,007	-0,012
7	100,00	0,006	-0,001	199,97	0,004	-0,029
8	100,01	0,008	0,007	199,97	0,004	-0,029
9	100,01	0,007	0,008	200,00	0,008	-0,003
10	100,02	0,006	0,019	200,00	0,007	-0,002
Diferencia Máxima			0,023			0,035
Error máximo permitido	±	0,02 g		±	0,03 g	

LABORATORIO PUNTO DE PRECISIÓN SAC

Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106
www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN Nº LM-379-2021

2		5
	1	
3		4

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

	Inicial	Final
Temp. (°C)	18,8	18,8

Posición de la Carga	Determinación de E_o				Determinación del Error corregido				
	Carga mínima (g)	I (g)	ΔL (g)	Eo (g)	Carga L (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)
1	0,10	0,10	0,006	-0,001	60,00	59,96	0,006	-0,041	-0,040
2		0,10	0,006	-0,001		60,01	0,009	0,006	0,007
3		0,09	0,006	-0,011		60,04	0,009	0,036	0,047
4		0,09	0,006	-0,011		60,01	0,009	0,006	0,017
5		0,10	0,006	-0,001		60,02	0,009	0,016	0,017

(*) valor entre 0 y 10 e

Error máximo permitido : ± 0,02 g

ENSAYO DE PESAJE

	Inicial	Final
Temp. (°C)	18,8	18,9

Carga L (g)	CRECIENTES				DECRECIENTES				± emp (g)
	I (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	
0,100	0,10	0,008	-0,003						
0,200	0,21	0,009	0,006	0,009	0,20	0,006	-0,001	0,002	0,01
2,000	2,00	0,009	-0,004	-0,001	2,00	0,007	-0,002	0,001	0,01
5,000	5,01	0,009	0,006	0,009	5,00	0,006	-0,001	0,002	0,01
10,000	10,02	0,009	0,016	0,019	10,00	0,007	-0,002	0,001	0,01
20,000	20,02	0,009	0,016	0,019	20,00	0,006	-0,001	0,002	0,01
50,000	50,03	0,008	0,027	0,030	50,02	0,009	0,016	0,019	0,01
70,000	70,02	0,009	0,016	0,019	70,01	0,008	0,007	0,010	0,02
100,000	100,01	0,009	0,006	0,009	100,02	0,009	0,016	0,019	0,02
150,000	150,02	0,009	0,016	0,019	150,01	0,007	0,008	0,011	0,02
200,000	200,00	0,008	-0,003	0,000	200,00	0,008	-0,003	0,000	0,02

e.m.p.: error máximo permitido

Lectura corregida e incertidumbre expandida del resultado de una pesada

$$R_{corregida} = R - 2{,}06\times10^{-4} \times R$$

Incertidumbre

$$U_R = 2\sqrt{1{,}87\times10^{-4}\ g^2 + 2{,}13\times10^{-7} \times R^2}$$

R : Lectura de la balanza ΔL: Carga Incrementada E: Error encontrado E_o: Error en cero E_c: Error corregido

R : en g

FIN DEL DOCUMENTO

LABORATORIO PUNTO DE PRECISIÓN SAC

Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106
www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-380-2021

Expediente : **093-2021**
Fecha de Emisión : 2021-07-12

1. **Solicitante** : **GSE LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN S.A.C.**
   Dirección : JR. CAJAMARCA NRO. 792 - CHOTA - CAJAMARCA

2. **Instrumento de Medición** : **BALANZA**

Marca	: **NOTEBOOK**
Modelo	: **NO INDICA**
Número de Serie	: **NO INDICA**
Alcance de Indicación	: **500 g**
División de Escala de Verificación (e)	: **0,01 g**
División de Escala Real (d)	: **0,01 g**
Procedencia	: **CHINA**
Identificación	: **NO INDICA**
Tipo	: **ELECTRÓNICA**
Ubicación	: **LABORATORIO**
Fecha de Calibración	: **2021-07-08**

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura k=2. La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la incertidumbre en la medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95 %.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones en que se realizarón las mediciones y no debe ser utilizado como certificado de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

3. **Método de Calibración**
La calibración se realizó mediante el método de comparación según el PC-011 4ta Edición, 2010; Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase I y II del SNM-INDECOPI.

4. **Lugar de Calibración**
LABORATORIO de GSE LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN S.A.C.
JR. CAJAMARCA NRO. 792 - CHOTA - CAJAMARCA

LABORATORIO PUNTO DE PRECISIÓN SAC

Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106
www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com
PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

5. Condiciones Ambientales

	Mínima	Máxima
Temperatura	18,7	18,8
Humedad Relativa	69,5	69,5

6. Trazabilidad

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
INACAL - DM	Juego de pesas (exactitud F1)	PE21-C-0084-2021

7. Observaciones

(*) La balanza se calibró hasta una capacidad de 500,00 g
Antes del ajuste, la indicación de la balanza fue de 499,50 g para una carga de 500,00 g
El ajuste de la balanza se realizó con las pesas de Punto de Precisión S.A.C.
Los errores máximos permitidos (e.m.p.) para esta balanza corresponden a los e.m.p. para balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud II, según la Norma Metrológica Peruana 003 - 2009. Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento no Automático.

Se colocó una etiqueta autoadhesiva de color verde con la indicación de "CALIBRADO".
Los resultados de este certificado de calibración no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

8. Resultados de Medición

INSPECCIÓN VISUAL			
AJUSTE DE CERO	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	CURSOR	NO TIENE
PLATAFORMA	TIENE	SIST. DE TRABA	NO TIENE
NIVELACIÓN	TIENE		

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

	Inicial	Final
Temp. (°C)	18,8	18,7

Medición N°	Carga L1= 250,00 g			Carga L2= 500,00 g		
	I (g)	ΔL (g)	E (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)
1	249,98	0,006	-0,022	500,00	0,008	-0,003
2	249,98	0,007	-0,023	500,00	0,006	-0,001
3	249,98	0,006	-0,022	500,02	0,007	0,018
4	249,98	0,004	-0,020	500,02	0,009	0,016
5	249,97	0,004	-0,030	500,01	0,009	0,006
6	249,98	0,003	-0,019	500,02	0,009	0,016
7	249,97	0,002	-0,028	500,03	0,008	0,027
8	249,97	0,004	-0,030	500,05	0,009	0,046
9	249,98	0,003	-0,019	500,04	0,009	0,036
10	249,98	0,004	-0,020	500,06	0,008	0,057
Diferencia Máxima			0,011			0,060
Error máximo permitido	±	0,03 g		±	0,03 g	

LABORATORIO PUNTO DE PRECISIÓN SAC

Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106
www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN Nº LM-380-2021

2		5
	1	
3		4

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

	Inicial	Final
Temp. (°C)	18,7	18,7

Posición de la Carga	Determinación de E_0				Determinación del Error corregido				
	Carga mínima (g)	I (g)	ΔL (g)	Eo (g)	Carga L (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)
1	0,10	0,10	0,008	-0,003	150,00	150,00	0,006	-0,001	0,002
2		0,10	0,006	-0,001		149,99	0,006	-0,011	-0,010
3		0,11	0,009	0,006		149,95	0,004	-0,049	-0,055
4		0,10	0,006	-0,001		150,00	0,008	-0,003	-0,002
5		0,09	0,004	-0,009		150,02	0,009	0,016	0,025

(*) valor entre 0 y 10 e

Error máximo permitido : ± 0,02 g

ENSAYO DE PESAJE

	Inicial	Final
Temp. (°C)	18,7	18,8

Carga L (g)	CRECIENTES				DECRECIENTES				± emp (g)
	I (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	
0,100	0,11	0,009	0,006						
0,200	0,20	0,006	-0,001	-0,007	0,20	0,006	-0,001	-0,007	0,01
10,000	10,01	0,009	0,006	0,000	10,01	0,008	0,007	0,001	0,01
20,000	20,01	0,008	0,007	0,001	20,00	0,006	-0,001	-0,007	0,01
50,000	50,01	0,009	0,006	0,000	50,00	0,007	-0,002	-0,008	0,01
70,000	70,00	0,007	-0,002	-0,008	70,00	0,006	-0,001	-0,007	0,02
100,000	100,02	0,009	0,016	0,010	100,00	0,008	-0,003	-0,009	0,02
150,000	150,01	0,008	0,007	0,001	150,00	0,007	-0,002	-0,008	0,02
200,000	200,01	0,008	0,007	0,001	200,00	0,006	-0,001	-0,007	0,02
400,001	400,01	0,007	0,007	0,001	400,00	0,008	-0,004	-0,010	0,03
500,000	500,02	0,009	0,016	0,010	500,02	0,009	0,016	0,010	0,03

e.m.p.: error máximo permitido

Lectura corregida e incertidumbre expandida del resultado de una pesada

$$R_{corregida} = R - 2{,}50\times10^{-5} \times R$$

Incertidumbre

$$U_R = 2\sqrt{4{,}38\times10^{-4}\ g^2 + 1{,}53\times10^{-8} \times R^2}$$

R : Lectura de la balanza ΔL: Carga Incrementada E: Error encontrado E_0: Error en cero E_c: Error corregido

R : en g

FIN DEL DOCUMENTO

LABORATORIO PUNTO DE PRECISIÓN SAC

Jefe de Laboratorio
Ing. Luis Loayza Capcha
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Ángeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106
www.puntodeprecision.com E-mail: info@puntodeprecision.com / puntodeprecision@hotmail.com

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN DE PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.

Anexo D. Sistema de calificación de daños en puentes

En el Manual de Inspección de Puentes del Ministerio de Obras Públicas y Transportes de Costa Rica, como parte del procedimiento de inspección de puentes se cuenta con una serie de lineamientos donde se califica el grado de deterioro del puente, tomando en cuenta la condición en la cual se encuentran los diferentes elementos que componen tanto a la superestructura como a la infraestructura y sus respectivos accesorios y obras complementarias del puente. Esta calificación se da en el grado de 1 a 5, tal como la "Guía para inspección de puentes" del Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC, 2006), pero presenta mayor detalle acerca de la calificación para cada elemento de estudio por lo que se tomará en cuenta las tablas del Manual de Inspección de Puentes de Costa Rica (2007), adaptadas en el estudio de Aguayo (2017).

a) Para elementos de concreto

Agrietamiento

Grado	Descripción
1	No hay grietas
2	Se observó algunas grietas
3	El espesor de la grieta es menor a 0.30 mm con intervalos de 50 cm
4	El espesor de la grieta es mayor a 0.30 mm con intervalos de 50 cm
5	Se observa grietas con espesores de varios mm

Descascaramiento

Grado	Descripción
1	No se observó descascaramiento en la superficie de la estructura
2	Se observó el principio del descascaramiento
3	Ha crecido el descascaramiento en algunas partes de la superficie
4	Se observó un considerable descascaramiento
5	Se observó un considerable descascaramiento y oxidación

Eflorescencia

Grado	Descripción
1	No se observó eflorescencia
2	Se observaron pequeñas manchas blancas en la superficie
3	Se observó eflorescencia en menos de la mitad del área
4	Se observó eflorescencia en más de la mitad del área
5	Se observó estalactitas en muchos lugares causados por el CaCl2

Nidos de piedra

Grado	Descripción
1	No se observaron nidos de piedra
2	Se observaron nidos de piedra en algunos sitios
3	Se observaron más de diez nidos de piedra
4	Se observaron nidos de piedra en muchos sitios
5	No aplica

Acero de refuerzo expuesto

Grado	Descripción
1	Descaramiento en la superficie del concreto
2	Se observó cascaras a lo largo del refuerzo principal
3	El refuerzo está expuesto en pequeñas partes
4	Se observa el refuerzo principal expuesto y oxidado
5	Se observa el acero principal expuesto con reducción de sección

Fisuras en una dirección

Grado	Descripción
1	No se observó fisuras
2	El ancho de las fisuras es menor a 0.20 mm en intervalos de más de 1.00 m
3	El ancho de las fisuras es mayor a 0.20 mm en intervalos de más de 1.00 m
4	El ancho de las fisuras es mayor a 0.20 mm en intervalos de más de 1.00 y 0.50 m
5	El ancho de las fisuras es mayor a 0.20 mm en intervalos de menos de 0.50 m

Nota: Fisuras lineales en el concreto causadas en muchos casos por los esfuerzos debido a la carga viva y muerta. El ancho y distancia entre grietas debe ser cuidadosamente inspeccionado.

Fisuras en dos direcciones

Grado	Descripción
1	No se observó fisuras
2	No aplica
3	El ancho de las fisuras es menor a 0.20 mm en intervalos de más de 50 cm
4	El ancho de las fisuras es mayor a 0.20 mm en intervalos de más de 50 cm
5	El ancho de las fisuras es mayor a 0.20 mm y el concreto se está descarando

Nota: La causa principal es la fatiga causada por la repetición de caga viva. La extensión y el patrón de la malla de la grieta en la losa deben ser cuidadosamente inspeccionados.

b) Para elementos de acero

Oxidación

Grado	Descripción
1	No se observan oxidación en elementos
2	Se observa comienzos de oxidación
3	20% del elemento está cubierto con oxidación
4	50% del elemento está cubierto por oxidación
5	Más del 50% está cubierto por oxidación

Corrosión

Grado	Descripción
1	No se observa corrosión en el elemento
2	Se observa comienzos de corrosión
3	La corrosión creció y ha ocasionado orificios en partes del elemento
4	Algunas partes del elemento están reducidas por corrosión
5	Algunas partes del elemento se han perdido por la corrosión

c) Accesorios

Carpeta de rodadura

El pavimento no es un miembro estructural, sin embargo, genera carga muerta al puente, por lo tanto, el espesor del pavimento debe ser el mínimo requerido. Dentro de este elemento se van a evaluar los principales tipos de daños.

Ondulaciones

Grado	Descripción
1	Sin ondulación
2	La profundidad de la ondulación es menor a 2.00 cm
3	La profundidad de ondulación está entre 2.00 y 4.00 cm
4	50% del elemento está cubierto por oxidación
5	Más del 50% está cubierto por oxidación

Surcos

Grado	Descripción
1	Sin ondulación
2	La profundidad de la ondulación es menor a 2.00 cm
3	La profundidad de ondulación está entre 2.00 y 4.00 cm
4	50% del elemento está cubierto por oxidación
5	Más del 50% está cubierto por oxidación

Grietas

Grado	Descripción
1	No se observan grietas
2	El espesor de la grieta es menor a 5.00 mm
3	El espesor de la grieta esta entre 5.00 y 10.00 mm
4	Se observan grietas en red
5	Se observan grietas en red y en algunas partes hay desprendimiento de concreto

Baches de pavimento

Grado	Descripción
1	No se observan baches
2	La profundidad del bache es menor a 20.00 mm
3	La profundidad del bache esta entre 20.00 y 50.00 mm
4	La profundidad del bache es mayor que 50.00 mm
5	Es necesario detener el vehículo para esquivar los baches

Material ajeno a la vía

Grado	Descripción
1	No se observa material ajeno a la vía
2	Del 0 al 10% de la vía se encuentra cubierta con otro material
3	Del 10% al 25% de la vía se encuentra cubierta con otro material
4	Del 25% al 50% de la vía se encuentra cubierta con otro material
5	Más del 50% de la vía se encuentra cubierta con otro material

Nota: Se considera material ajeno a la vía ajena a tierra, material granular u otro, presente en la carpeta de rodadura el cual afecta la condición de la carpeta de rodadura.

Barandas de acero

Deformación

Grado	Descripción
1	No se observan daños de deformación en el elemento
2	Deformación menor a 5.00 cm
3	Deformación entre 5.00 y 10.00 cm con respecto al original
4	Deformación entre 10.00 y 20.00 cm con respecto al original
5	Deformación mayor a 20.00 cm con respecto al original

Nota: Cambio en el tamaño o forma de un cuerpo debido a la aplicación de una o más fuerzas sobre el mismo o a la ocurrencia de dilatación térmica

Faltante o ausencia

Grado	Descripción
1	Se encuentra con la totalidad del elemento
2	Algunas partes del elemento están dañadas
3	Hace falta menos del 10% del elemento
4	Hace falta entre el 10% y el 30% del elemento
5	Hace falta más del 30% del elemento

Nota: Faltante se refiere a la pérdida parcial o total de algún elemento.

Daños por colisión

Grado	Descripción
1	No se observan daños por colisión
2	Algunas partes de la baranda están dañadas
3	El 10% de la baranda está dañada
4	Entre el 10% y el 30% de la baranda está dañada
5	Más del 30% de la baranda está dañada

Nota: Se considera si el elemento posee alguna falla provocada por el impacto de vehículos.

Juntas de expansión

La junta de expansión debe ser capaz de resistir los cambios climáticos para llevar a cabo su función y no comprometer la calidad del viaje de los vehículos que transitan en el puente.

Filtraciones de agua

Grado	Descripción
1	No hay filtración de agua proveniente de las juntas
2	Se observó filtraciones en algunas partes de los asientos del puente
3	Se observó filtraciones menos del 50% del muro y la viga cabezal
4	Se observó filtraciones en más del 50% del muro y la viga cabezal
5	Las filtraciones cubren toda la pared frontal y la viga cabezal

Faltante o deformación

Grado	Descripción
1	No se observan faltante o deformaciones de juntas
2	Se observan pequeñas deformaciones
3	Algunas partes están deformadas
4	Algunas partes se han perdido
5	Los vehículos deben reducir la velocidad antes de pasar por las juntas

Movimiento vertical

Grado	Descripción
1	No se observó movimientos
2	Se observan pequeños movimientos
3	Algunas partes se mueven verticalmente y se detectaron sonidos
4	Algunas partes se mueven considerablemente o se detectaron grandes sonidos
5	La velocidad del vehículo debe reducirse antes de la junta de expansión

Juntas obstruidas

Grado	Descripción
1	No se observó juntas obstruidas
2	No aplica
3	Se observó cierta obstrucción en la junta
4	Se observó bastante obstrucción en la junta
5	La junta está cubierta por sobre capas de asfalto

Sistema de drenaje

Obstrucción de drenajes

Grado	Descripción
1	No hay problemas
2	No aplica
3	Aproximadamente el 50% de los drenajes se encuentran obstruidos
4	Más del 50% de los drenajes se encuentran obstruidos
5	Drenajes totalmente obstruidos

Longitud o sección insuficiente

Grado	Descripción
1	No hay problemas
2	No aplica
3	Aproximadamente el 50% de los drenajes no tienen la longitud o sección requerida
4	Más del 50% de los drenajes no tienen la longitud o sección requerida
5	Todos los drenajes no poseen longitud o sección requerida

Ausencia de drenajes

Grado	Descripción
1	Los drenajes existentes son suficientes
2	No aplica
3	Los drenajes existentes son insuficientes
4	No aplica
5	No existen drenajes

Mala ubicación de drenajes

Grado	Descripción
1	No hay problemas
2	No aplica
3	Aproximadamente el 50% de los drenajes desfogan sobre otro elemento
4	No aplica
5	Todos los drenajes descargan sobre algún elemento del puente

Bombeo de la vía

Grado	Descripción
1	No hay problemas
2	Se observan pequeños depósitos de agua
3	La pendiente es insuficiente
4	Solo un carril posee la pendiente necesaria
5	No existe pendiente transversal

Señalización

Emplazamiento de señalética

Grado	Descripción
1	No hay problemas
2	No aplica
3	No aplica
4	Información con demasiada antelación
5	Información con poca antelación

Desgaste de pintura

Grado	Descripción
1	No hay problemas
2	Desgaste en menos del 25% de la señalética
3	Desgaste entre el 25 al 50% de la señalética
4	Desgaste entre el 50 al 75% de la señalética
5	Desgaste en más del 75% de la señalética

Ausencia de señalética

Grado	Descripción
1	No hay problemas
2	Ausencia de señalización informativa
3	Ausencia de señalización reglamentaria
4	Ausencia de señalización preventiva
5	Ausencia total de señalización

d) Apoyos

Se debe determinar qué tipo de apoyo fue previsto en el diseño (fijo, expansivo o rígido).

La causa principal de daños en los apoyos es el movimiento de la tierra en un sismo.

Rotura de pernos

Grado	Descripción
1	No se observan daños en el perno de anclaje
2	La tuerca no se encuentra en su posición original
3	El perno de anclaje está deformado
4	El perno de anclaje se desplazó más de 5.00 cm
5	El perno de anclaje está completamente cortado

Deformación del apoyo

Grado	Descripción
1	No se observan deformaciones
2	Se observa una ligera deformación
3	Se observan deformaciones, pero todavía funciona
4	El apoyo esta considerablemente deformado y deberá ser remplazado
5	El apoyo está completamente deforme y no funciona como apoyo

Inclinación del apoyo

Grado	Descripción
1	No se observa ninguna inclinación
2	No aplica
3	Ligeramente inclinado
4	No aplica
5	Esta considerablemente inclinado y no tiene función como apoyo

Desplazamiento del apoyo

Grado	Descripción
1	No hay desplazamiento en el apoyo
2	No aplica
3	El apoyo está ligeramente desplazado
4	No aplica
5	El apoyo se desplazó más de 5.00 cm de su posición original

e) Obras de protección y seguridad

Protección del talud

Grado	Descripción
1	No hay daños en el talud del relleno de aproximación
2	No aplica
3	El talud del relleno de aproximación colapso ligeramente
4	No aplica
5	El colapso del talud reduce el ancho de la vía

Inclinación del estribo

Grado	Descripción
1	No se observa movimiento
2	No aplica
3	Se confirma visualmente el movimiento ligero
4	No aplica
5	La inclinación es notable

Socavación en la fundación

Grado	Descripción
1	No se observa socavación
2	No aplica
3	Se observa socavación, pero no se extiende a la fundación
4	No aplica
5	Aparece socavación por la fundación

f) Cauce

Inestabilidad de taludes o terraplenes adyacentes a la estructura

Grado	Descripción
1	No hay daños en taludes adyacentes a la estructura
2	No aplica
3	Leve inestabilidad en taludes adyacentes a la estructura
4	No aplica
5	Colapso en taludes adyacentes a la estructura

Erosión en el lecho y márgenes del río

Grado	Descripción
1	No se observa acumulación de sedimentos en los márgenes del río
2	No aplica
3	Movilización de pequeñas cantidades de sedimentos que son transportados
4	No aplica
5	Movilización de grandes cantidades de sedimentos, transportados aguas abajo

Socavación general del cauce

Grado	Descripción
1	No se observa socavación en elementos estructurales del puente
2	No aplica
3	Crecientes producen socavación leve en elementos estructurales del puente
4	No aplica
5	Crecientes producen socavación excesiva en elementos estructurales del puente

Obstrucción del cauce por escombros

Grado	Descripción
1	No se observa obstrucción por escombros alrededor de la estructura
2	No aplica
3	Leve obstrucción por escombros alrededor de la estructura
4	No aplica
5	Considerable obstrucción por escombros alrededor de la estructura

Sedimentación de material transportado por la corriente

Grado	Descripción
1	No se observa sedimentación por material transportado por la corriente
2	No aplica
3	Leve sedimentación de material transportado por la corriente aguas abajo
4	No aplica
5	Considerable sedimentación de material transportado por la corriente aguas abajo

Falla o colapso de la estructura de protección de las orillas del río

Grado	Descripción
1	No se observa daños en las estructuras de protección de las orillas del río
2	No aplica
3	Leves daños de las estructuras de protección de las orillas del río
4	No aplica
5	Colapso parcial de las estructuras de protección de las orillas del río

g) Calificación general de la condición del puente

La Guía para la inspección de puentes del MTC (2006), describe la siguiente calificación:

Calificación	Descripción de la condición
0	Muy bueno: No se observa problemas
1	Bueno: Hay problemas menores. Algunos elementos muestran deterioro sin importancia
2	Regular: Los elementos primarios están en buen estado, pero algunos secundarios muestran deterioro, algo de pérdida de sección, grietas, descascaramiento o socavación pérdida de sección avanzada.
3	Malo: La pérdida de sección, deterioro o socavación afectan seriamente a los elementos estructurales primarios. Hay posibilidad de fracturas locales, pueden presentarse rajaduras en el concreto o fatigas en el acero.
4	Muy Malo: Avanzado deterioro de los elementos estructurales primarios. − Grietas de fatiga en acero o grietas de corte en el concreto − La socavación compromete el apoyo que debe dar la infraestructura. − Conviene cerrar el puente a menos que este monitoreado.
5	Pésimo: Gran deterioro o pérdida de sección presente en elementos estructurales críticos. − Desplazamientos horizontales o verticales afectan la estabilidad de la estructura − El puente se cierra al tráfico, pero con acciones correctivas se puede restablecer el tránsito de unidades ligeras.

Nota: (MTC, 2006).

Muñoz-Barrantes et al. (2015) describe el nivel de atención propuesto según la condición:

Calificación	Condición	Necesidad de atención	Descripción
1	Satisfactoria	Mantenimiento rutinario	Debe estar programado para todos los puentes
2	Regular	Reparaciones	Se programan en conjunto con el siguiente mantenimiento rutinario del puente
3	Deficiente	Reparaciones	Es necesario programar la reparación previa al próximo mantenimiento rutinario
4	Seria	Atención pronta	Se debe atender pronto el puente para detener la progresión del daño. Propuesta de reparación o cambio del puente.
5	Alarmante	Atención prioritaria	Se debe señalar la condición estructural peligrosa del puente. Se debe evaluar la capacidad estructural. Propuesta de cambio del puente.

Nota: Adaptado de (Muñoz-Barrantes et al. 2015).

Anexo E. Fichas de inspección visual de puentes y pontones

Nombre del puente:	P1	Ruta:	CA-105
Tipo de puente:	Cajón	Luz total (m)	2.80
Año de construcción:	2005	Ancho de calzada (m)	12.00
Distrito:	Chota	Fecha de inspección	24/01/2020
Responsable de inspección		Neiser Aldair Delgado Idrogo	

Toma de datos de la inspección

1) Identificación y ubicación

Nombre:	Pontón 1 - Querocoto	Dpto politico:	Cajamarca
Tipo de puente:	Cajón	Dpto vial:	Cajamarca
Ruta:	CA-105	Provincia:	Chota
Tramo:	km 65+000 - km 78+000	Distrito:	Chota
Km:	65+000	Poblado más cercano:	Ciudad de Chota
Coordenadas UTM WGS 84			
Este:	7660903		
Norte:	9274538		
Altura (msnm)	2473		

2) Datos generales

Longitud total (m):	2.80	Tipo de servicio:	Público
Ancho de calzada (m):	12.00	Número vías tránsito:	1
Ancho de vereda (m):	0.25	Año de construción:	2005
Altura libre superior (m)	0.20	Alineamiento:	Vertical
Altura libre inferior (m)	1.80		

3) Tramos

Número de tramos	1	Longitud tramo 1 (m):	2.8
Luz principal (m)	2.8	Longitud tramo 2 (m):	No posee

4) Superestructura

Losa		**Vigas**	
Material	Concreto	Material	Concreto
Espesor (m)	0.20	N° de vigas	2
Superficie de desgaste	Afirmado	Forma	Rectangular
		Peralte (m)	2.00
		Separación entre ejes (m)	0.00

5) Subestructura

Estribo izquierdo	No tiene	**Estribo derecho**	No tiene
Elevación tipo:		Elevación tipo:	
Material:		Material:	
Cimentación/Tipo		Cimentación/Tipo	
Cimentación/material		Cimentación/material	
Apoyo izquierdo	No tiene	**Apoyo derecho**	No tiene
Tipo:		Tipo:	
Material:		Material:	
N° de apoyos:		N° de apoyos:	

6) Pilares

Pila 1	No tiene	**Pila 2**	No tiene
Elevación/Tipo:		Elevación/Tipo:	

Nombre del puente:	P1	Ruta:	CA-105
Tipo de puente:	Cajón	Luz total (m)	2.80
Año de construcción:	2005	Ancho de calzada (m)	12.00
Distrito:	Chota	Fecha de inspección	24/01/2020
Responsable de inspección		Neiser Aldair Delgado Idrogo	

Elevación/material:
Cimentación/tipo:
Cimentación/material:

Elevación/material:
Cimentación/tipo:
Cimentación/material:

7) Accesorios

Barandas
Tipo: Tubular
Material: Acero

Veredas y sardineles
Ancho de vereda (m): 0.25
Altura sardinel (m): 0.20

Drenajes x
Tipo
N° de drenajes

Juntas de expansión x
Tipo
N° de juntas

8) Seguridad vial

Acceso izquierdo No tiene
Señal informativa:
Señal preventiva:
Señal reglamentaria:
Señal horizontal:

Acceso derecho No tiene
Señal informativa:
Señal preventiva:
Señal reglamentaria:
Señal horizontal:

9) Sobrecarga
Señalización de carga: No tiene

10) Condición del sector de la carretera
Condición de la carretera: Regular

11) Niveles de agua

Aguas máximas (m): 0.6
Aguas mínimas (m): 0.3
Galibo determinado (m): 1.5
Período de aguas máximas: Diciembre - marzo
Período de estiaje: Junio - septiembre

Presenta socavación: No
Necesita encauzamiento: No
Longitud de socavación (m): No se visualiza
Longitud de encausamiento (m): 0

12) Comentarios

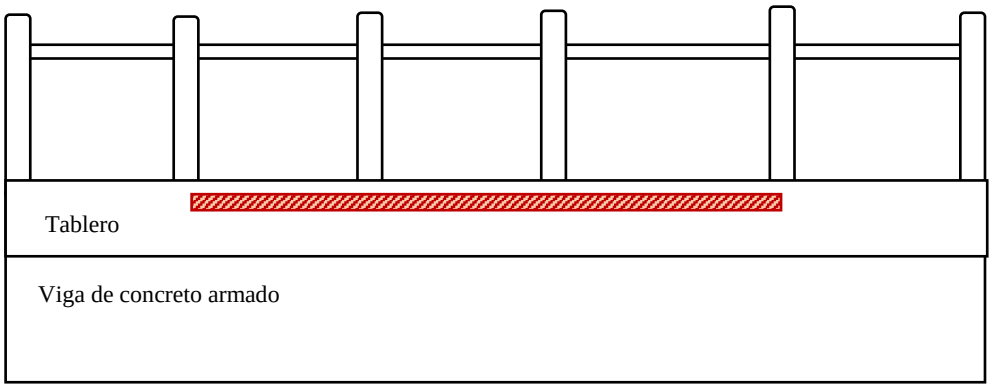
No se tiene una visualización clara del puente cajón, debido a que el cauce del río ha sido invadido aguas abajo por la construcción de viviendas sobre el cauce, previo encauzamiento tipo canal del río, así mismo, aguas arriba, la vegetación es densa, lo que también impide su visualización.

Nombre del puente:	P1	Ruta:	CA-105
Tipo de puente:	Cajón	Luz total (m)	2.80
Año de construcción:	2005	Ancho de calzada (m)	12.00
Distrito:	Chota	Fecha de inspección	24/01/2020
Responsable de inspección		Neiser Aldair Delgado Idrogo	

Inspección visual
Elemento: TABLERO

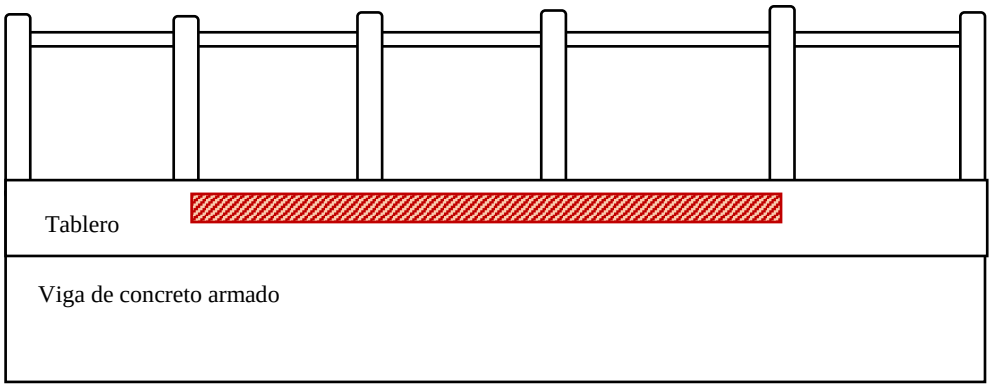
Descripción del daño: Agrietamiento **Grado:** 2

Comentarios:



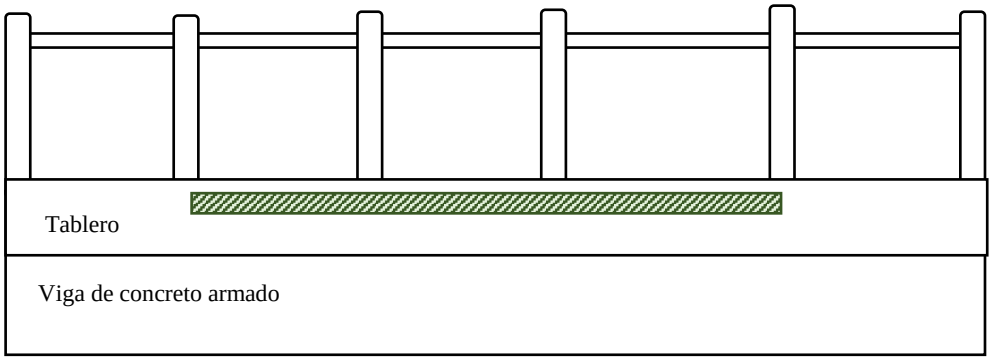
Descripción del daño: Descascaramiento **Grado:** 1

Comentarios:



Descripción del daño: Eflorescencia **Grado:** 1

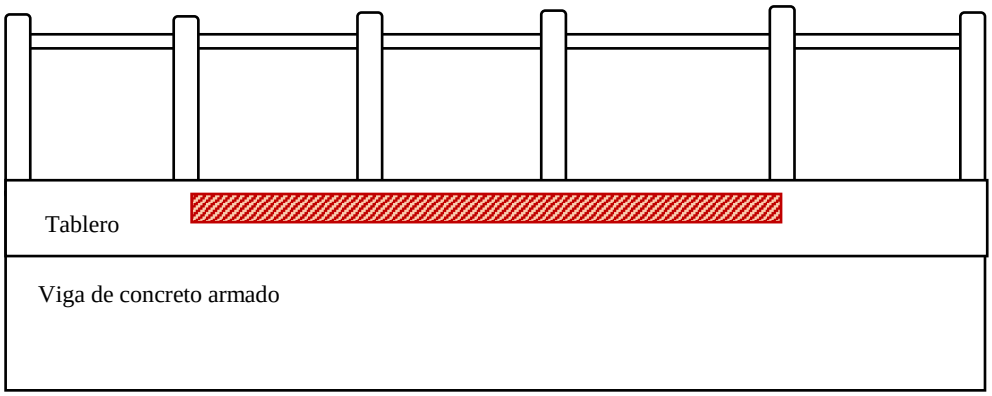
Comentarios:



Nombre del puente:	P1	Ruta:	CA-105
Tipo de puente:	Cajón	Luz total (m)	2.80
Año de construcción:	2005	Ancho de calzada (m)	12.00
Distrito:	Chota	Fecha de inspección	24/01/2020
Responsable de inspección		Neiser Aldair Delgado Idrogo	

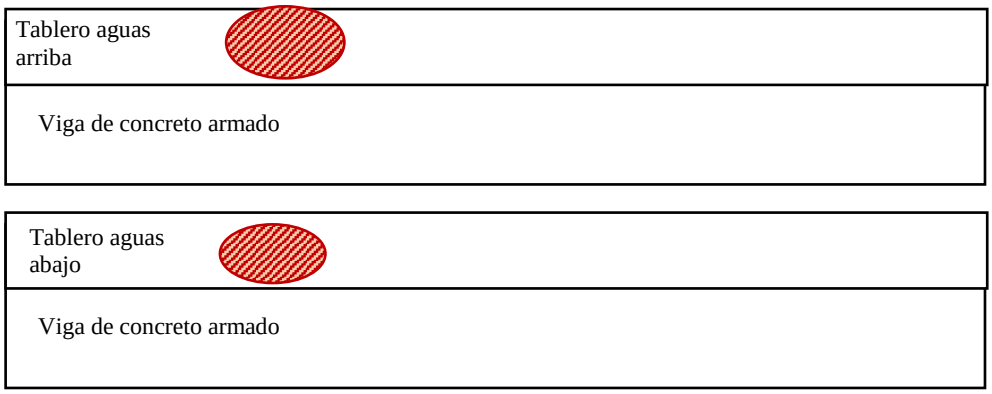
Descripción del daño: Nidos de piedra **Grado:** 1

Comentarios:



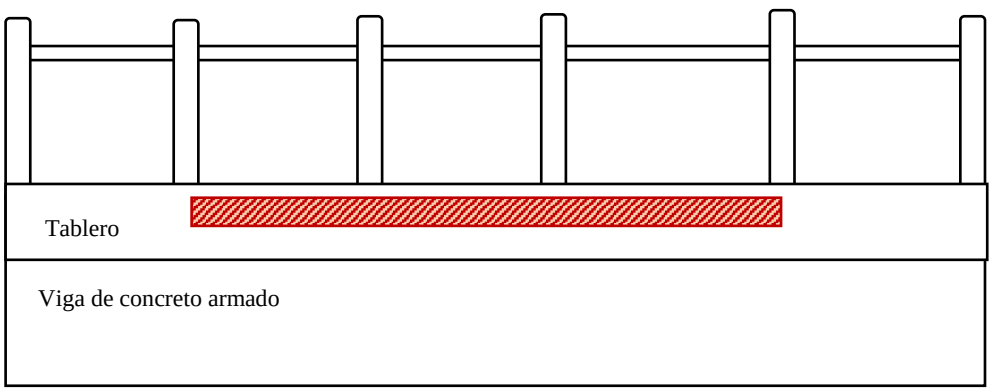
Descripción del daño: Acero de refuerzo expuesto **Grado:** 1

Comentarios:



Descripción del daño: Fisuras en una dirección **Grado:** 2
Descripción del daño: Fisuras en dos direcciones **Grado:** 1

Comentarios:

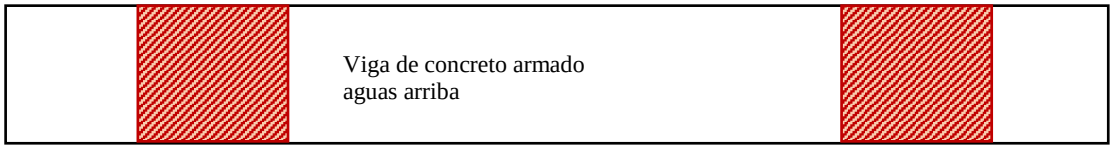


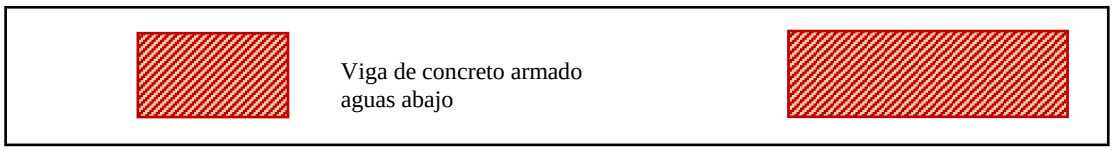
Nombre del puente:	P1	Ruta:	CA-105
Tipo de puente:	Cajón	Luz total (m)	2.80
Año de construcción:	2005	Ancho de calzada (m)	12.00
Distrito:	Chota	Fecha de inspección	24/01/2020
Responsable de inspección		Neiser Aldair Delgado Idrogo	

Inspección visual
Elemento: VIGAS

Descripción del daño: Agrietamiento **Grado:** 2

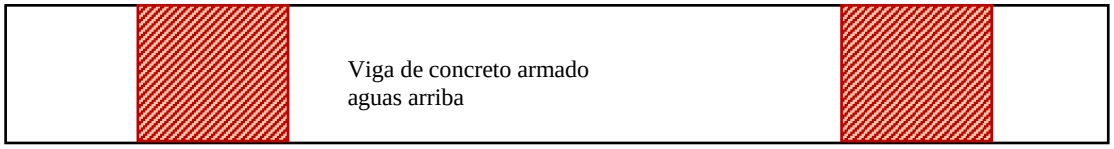
Comentarios:

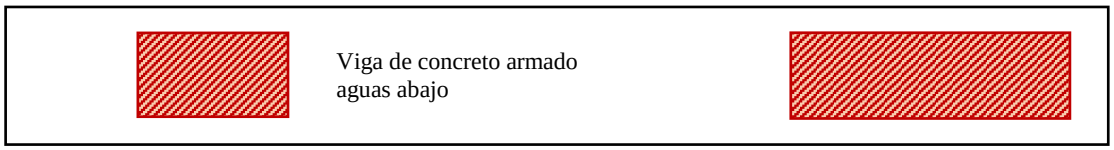




Descripción del daño: Descascaramiento **Grado:** 1

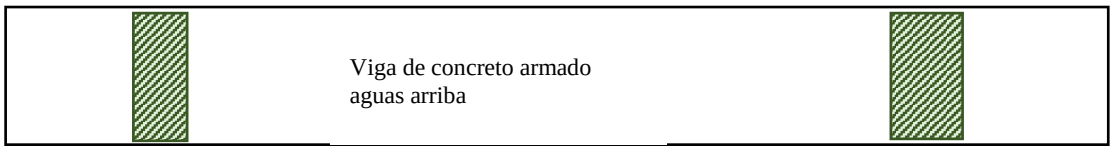
Comentarios:

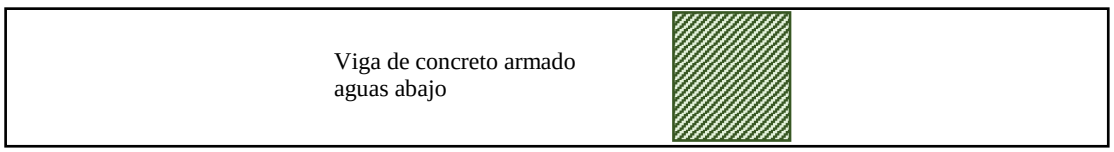




Descripción del daño: Eflorescencia **Grado:** 1

Comentarios:

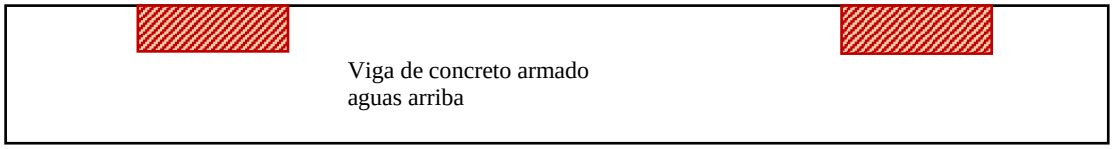


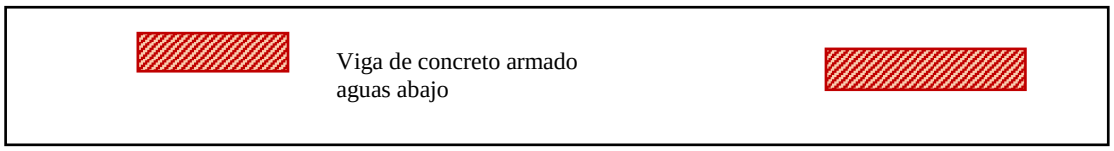


Nombre del puente:	P1	Ruta:	CA-105
Tipo de puente:	Cajón	Luz total (m)	2.80
Año de construcción:	2005	Ancho de calzada (m)	12.00
Distrito:	Chota	Fecha de inspección	24/01/2020
Responsable de inspección		Neiser Aldair Delgado Idrogo	

Descripción del daño: Nidos de piedra **Grado:** 1

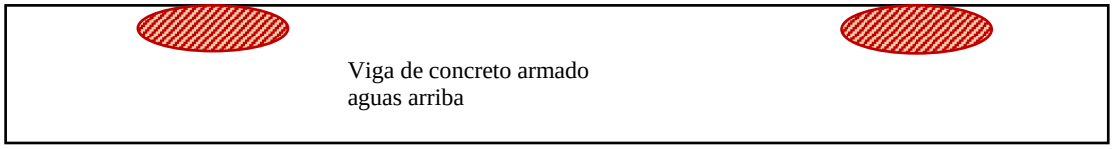
Comentarios:

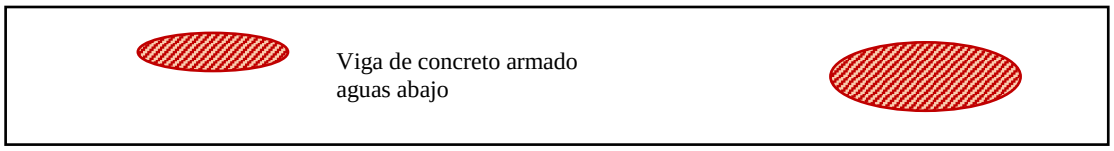




Descripción del daño: Acero de refuerzo expuesto **Grado:** 1

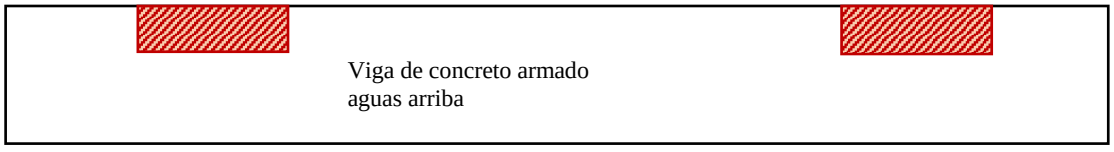
Comentarios:

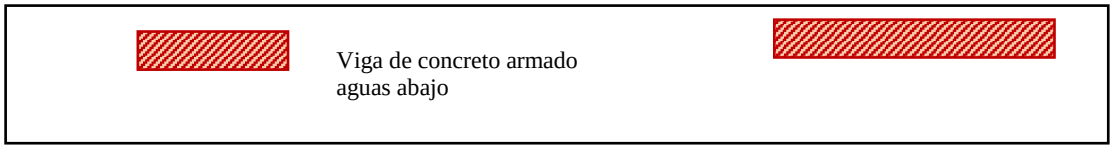




Descripción del daño: Fisuras en una dirección **Grado:** 2
Descripción del daño: Fisuras en dos direcciones **Grado:** 1

Comentarios:



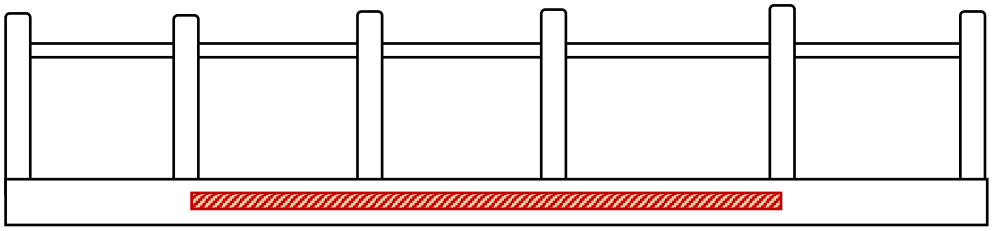


Nombre del puente:	P1	Ruta:	CA-105
Tipo de puente:	Cajón	Luz total (m)	2.80
Año de construcción:	2005	Ancho de calzada (m)	12.00
Distrito:	Chota	Fecha de inspección	24/01/2020
Responsable de inspección	Neiser Aldair Delgado Idrogo		

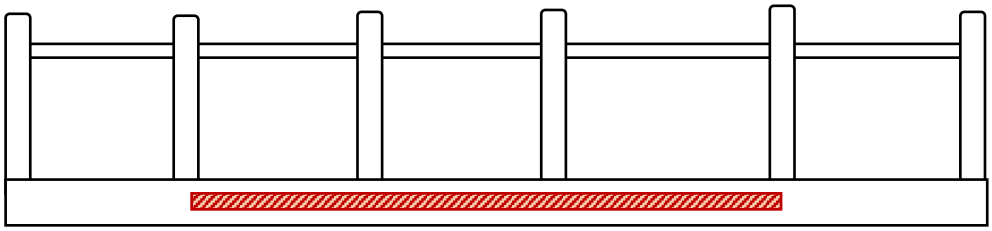
Inspección visual
Accesorios: ACERAS

Descripción del daño:	Agrietamiento	**Grado:**	2

Comentarios:



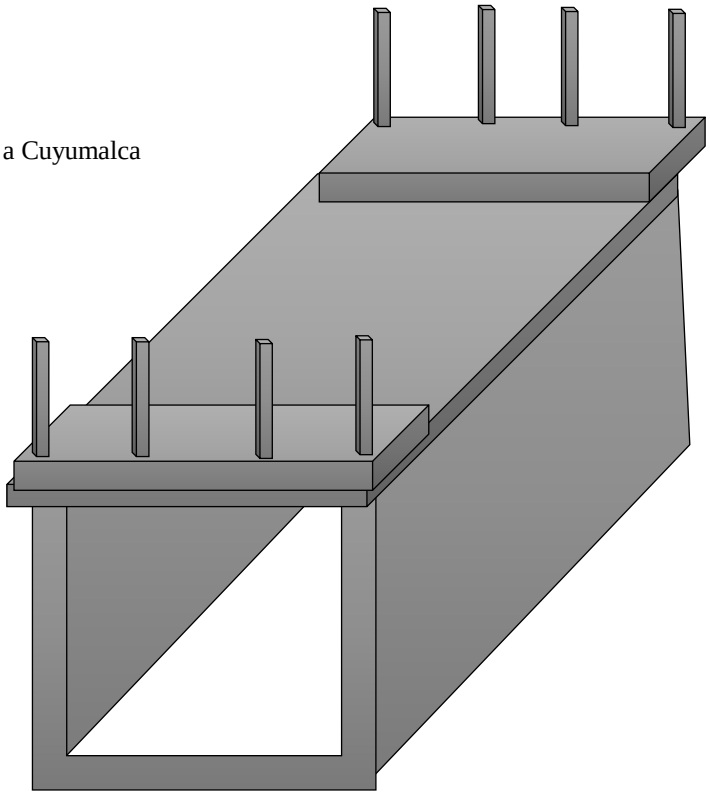
Acera aguas arriba



Acera aguas abajo

Descripción del daño:	Descascaramiento	**Grado:**	2

Vía a Cuyumalca

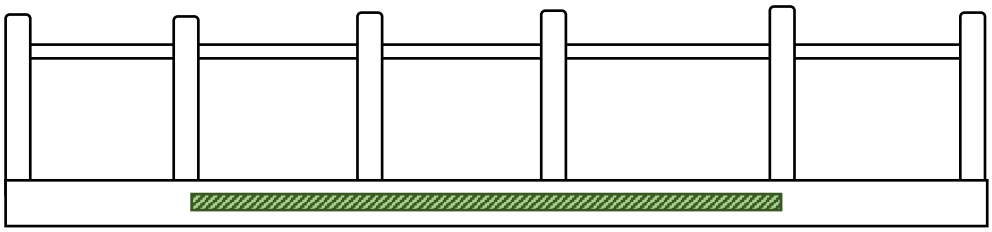


Vía a la ciudad de Chota

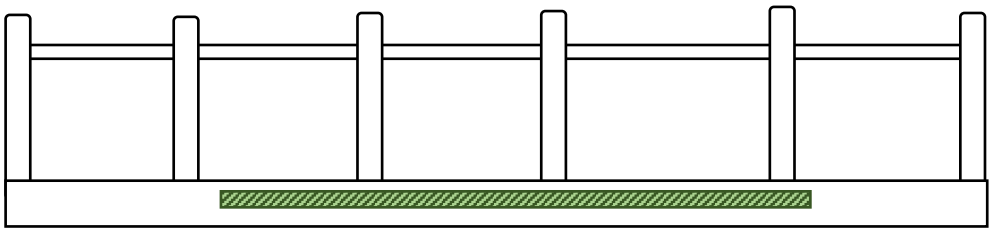
Nombre del puente:	P1	Ruta:	CA-105
Tipo de puente:	Cajón	Luz total (m)	2.80
Año de construcción:	2005	Ancho de calzada (m)	12.00
Distrito:	Chota	Fecha de inspección	24/01/2020
Responsable de inspección		Neiser Aldair Delgado Idrogo	

Descripción del daño: Eflorescencia **Grado:** 1

Comentarios:



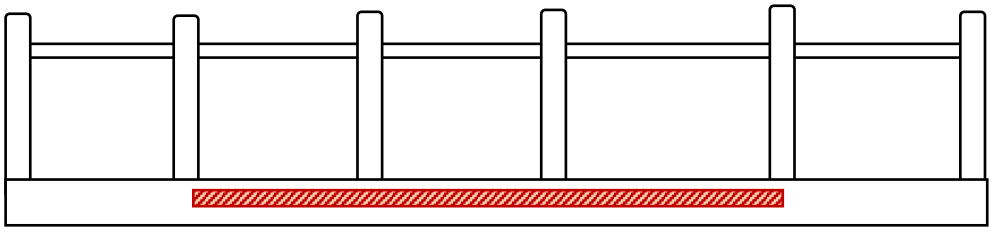
Acera aguas arriba



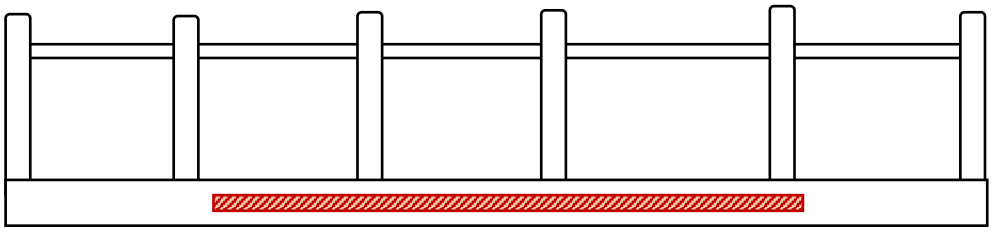
Acera aguas abajo

Descripción del daño: Nidos de piedra **Grado:** 1

Comentarios:



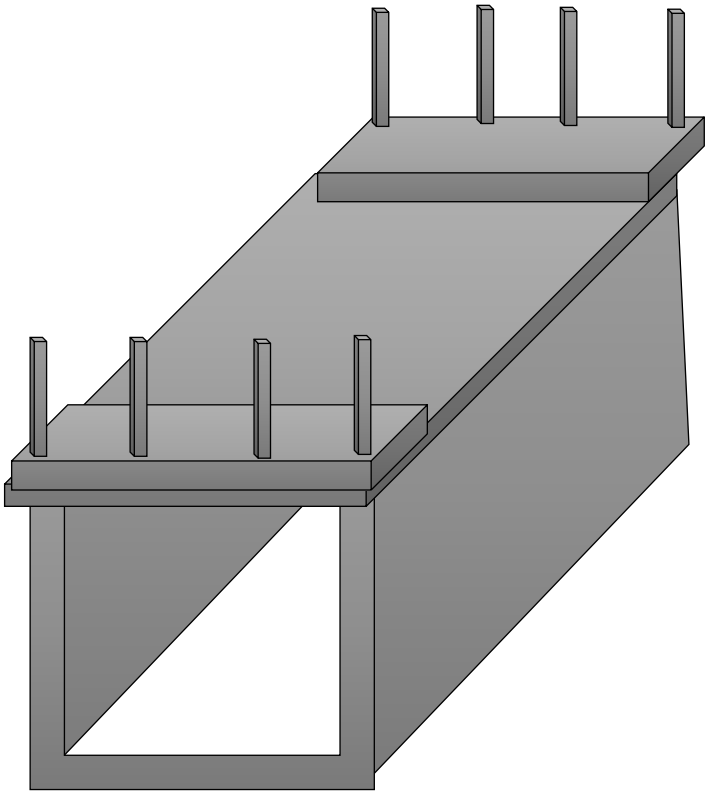
Acera aguas arriba



Acera aguas abajo

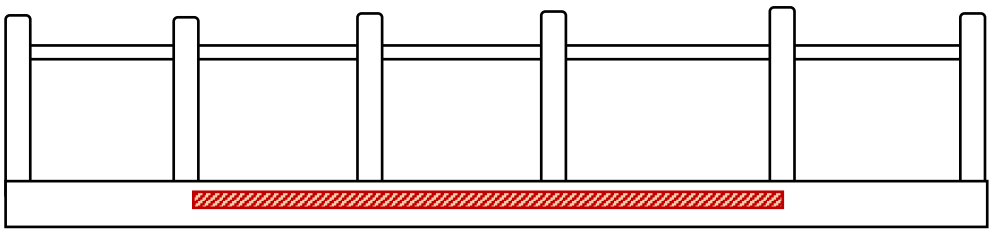
Nombre del puente:	P1	Ruta:	CA-105
Tipo de puente:	Cajón	Luz total (m)	2.80
Año de construcción:	2005	Ancho de calzada (m)	12.00
Distrito:	Chota	Fecha de inspección	24/01/2020
Responsable de inspección	Neiser Aldair Delgado Idrogo		

Descripción del daño:	Acero de refuerzo expuesto	**Grado:**	1

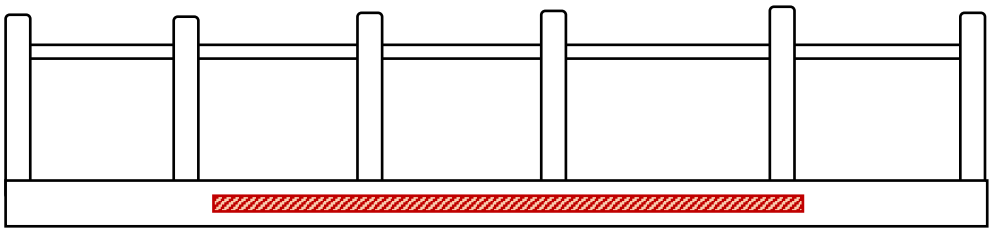


Descripción del daño:	Fisuras en una dirección	**Grado:**	2
Descripción del daño:	Fisuras en dos direcciones	**Grado:**	1

Comentarios:



Acera aguas arriba



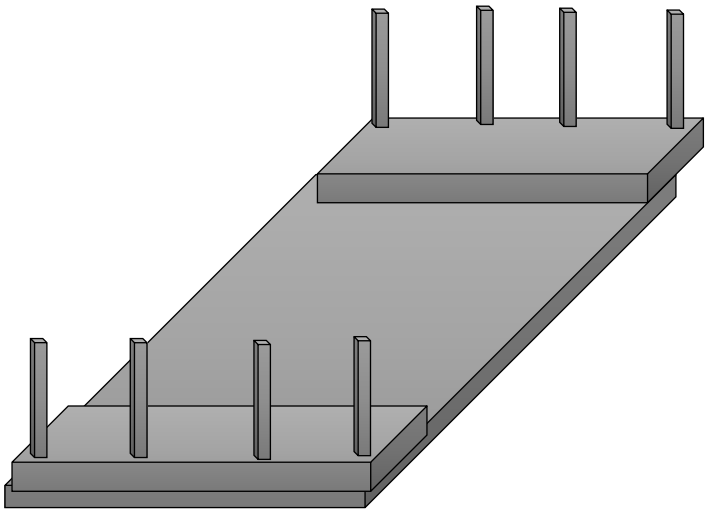
Acera aguas abajo

Nombre del puente:	P1	Ruta:	CA-105
Tipo de puente:	Cajón	Luz total (m)	2.80
Año de construcción:	2005	Ancho de calzada (m)	12.00
Distrito:	Chota	Fecha de inspección	24/01/2020
Responsable de inspección	Neiser Aldair Delgado Idrogo		

Inspección visual
Accesorios: BARANDAS

Daños en elementos de acero:

Deformación	**Grado:**	1
Faltante o ausencia	**Grado:**	1
Daños por colisión	**Grado:**	1



Comentarios:

Las barandas son de metal
Falta pintura

Inspección visual
Accesorios: DRENAJE

Daños:

Obstrucción de drenajes	**Grado:**	2
Longitud o sección insuficiente	**Grado:**	2
Ausencia de drenajes	**Grado:**	3
Mala ubicación de drenajes	**Grado:**	2
Bombeo de la vía	**Grado:**	1



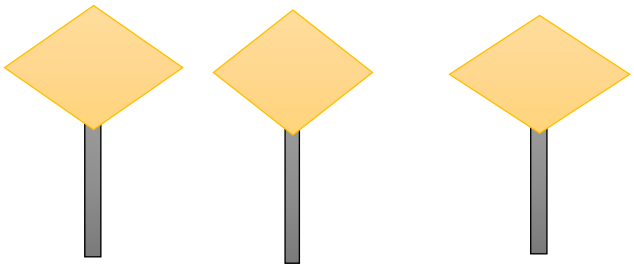
Comentarios: El cauce esta encauzado pero sobre este hay viviendas construidas.

Nombre del puente:	P1	Ruta:	CA-105
Tipo de puente:	Cajón	Luz total (m)	2.80
Año de construcción:	2005	Ancho de calzada (m)	12.00
Distrito:	Chota	Fecha de inspección	24/01/2020
Responsable de inspección	Neiser Aldair Delgado Idrogo		

Inspección visual
Accesorios: SEÑALÉTICA

Daños:

Emplazamiento de señalética	**Grado:**	5
Desgaste de pintura	**Grado:**	5
Ausencia de señalética	**Grado:**	5



Inspección visual
CAUCE

Daños:

Inestabilidad de taludes o terraplenes adyacentes a la estructura	**Grado:**	1
Erosión en el lecho y márgenes del río	**Grado:**	2
Socavación general del cauce	**Grado:**	2
Obstrucción del cauce por escombros	**Grado:**	1
Sedimentación de material	**Grado:**	2
Falla o colapso de la estructura de	**Grado:**	1

Aguas arriba Aguas abajo



Comentarios: Las viviendas están construidas sobre el cauce pero previamente se ha encausado el cauce por medio de canalización, se recomienda un estudio específico para verficiar presencia de socavación, así mismo, en este puente no se pudo realizar el levantamiento topográfico, debido a las viviendas ubicadas sobre el cauce aguas abajo y la densa vegetación aguas arriba.

Nombre del puente:	P1	Ruta:	CA-105
Tipo de puente:	Cajón	Luz total (m)	2.80
Año de construcción:	2005	Ancho de calzada (m)	12.00
Distrito:	Chota	Fecha de inspección	24/01/2020
Responsable de inspección		Neiser Aldair Delgado Idrogo	

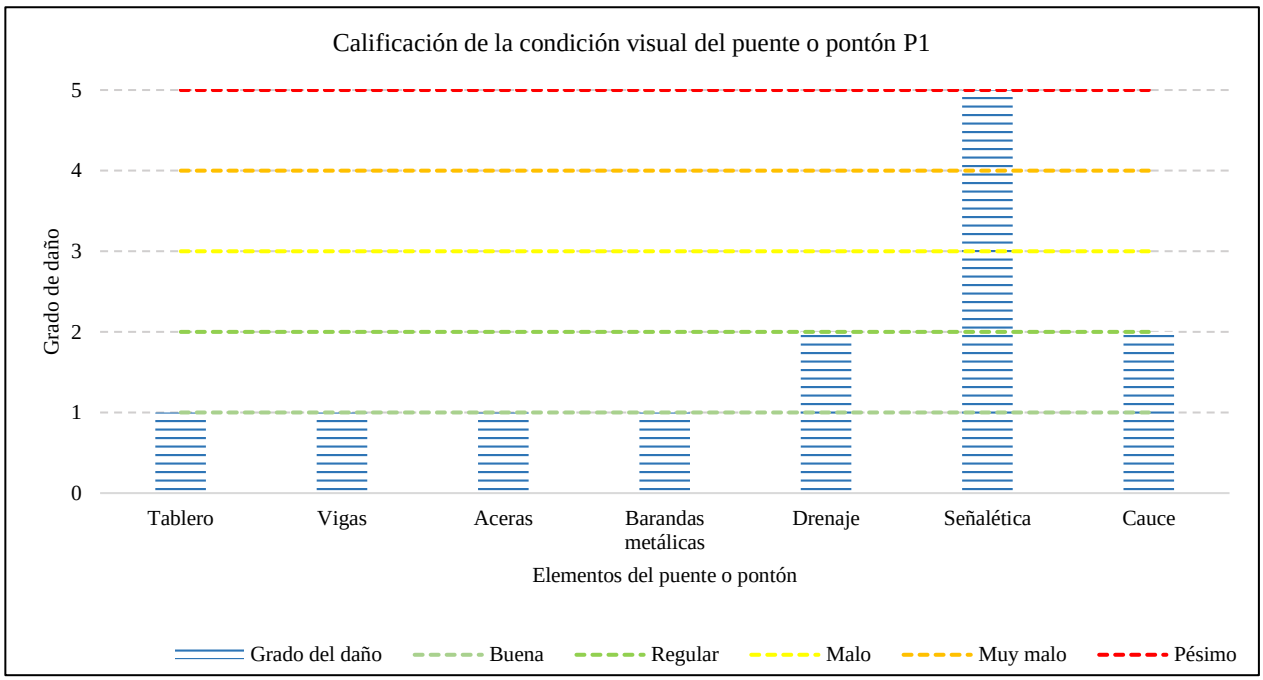
Calificación general de la condición del puente

Elemento	Daño	Grado	Daño promedio
Tablero	Agrietamiento	2	**1.00**
	Descascaramiento	1	
	Eflorescencia	1	
	Nidos de piedra	1	
	Acero de refuerzo expuesto	1	
	Fisuras en una dirección	2	
	Fisuras en dos direcciones	1	
Vigas	Agrietamiento	2	**1.00**
	Descascaramiento	1	
	Eflorescencia	1	
	Nidos de piedra	1	
	Acero de refuerzo expuesto	1	
	Fisuras en una dirección	2	
	Fisuras en dos direcciones	1	
Aceras	Agrietamiento	2	**1.00**
	Descascaramiento	2	
	Eflorescencia	1	
	Nidos de piedra	1	
	Acero de refuerzo expuesto	1	
	Fisuras en una dirección	2	
	Fisuras en dos direcciones	1	
Barandas metálicas	Deformación	1	**1.00**
	Faltante o ausencia	1	
	Daños por colisión	1	
Drenaje	Obstrucción de drenajes	2	**2.00**
	Longitud o sección insuficiente	2	
	Ausencia de drenajes	3	
	Mala ubicación de drenajes	2	
	Bombeo de la vía	1	
Señalética	Emplazamiento de señalética	5	**5.00**
	Desgaste de pintura	5	
	Ausencia de señalética	5	
Cauce	Inestabilidad de taludes o terraplen	1	**2**
	Erosión en el lecho y márgenes del	2	
	Socavación general del cauce	2	
	Obstrucción del cauce por escombı	1	
	Sedimentación de material transpoı	2	
	Falla o colapso de la estructura de	1	
	Promedio	**2.00**	**2.00**

Nombre del puente:	P1	Ruta:	CA-105
Tipo de puente:	Cajón	Luz total (m)	2.80
Año de construcción:	2005	Ancho de calzada (m)	12.00
Distrito:	Chota	Fecha de inspección	24/01/2020
Responsable de inspección		Neiser Aldair Delgado Idrogo	

Calificación general de la condición del puente

Elemento	Grado del daño	Calificación	Necesidad de atención	Escala de color
Tablero	**1**	Bueno	Manenimiento rutinario	1
Vigas	**1**	Bueno	Manenimiento rutinario	1
Aceras	**1**	Bueno	Manenimiento rutinario	1
Barandas metálicas	**1**	Bueno	Manenimiento rutinario	1
Drenaje	**2**	Regular	Reparaciones generales	2
Señalética	**5**	Pésimo	Atención prioritaria	5
Cauce	**2**	Regular	Reparaciones generales	2
Promedio	**2**	Regular	Reparaciones generales	2



Nombre del puente:	P2	Ruta:	CA-105
Tipo de puente:	Arco	Luz total (m)	4.60
Año de construcción:	2005	Ancho de calzada (m)	4.00
Distrito:	Chota	Fecha de inspección	24/01/2020
Responsable de inspección		Neiser Aldair Delgado Idrogo	

Toma de datos de la inspección

1) Identificación y ubicación

Nombre:	Pontón 2	Dpto politico:	Cajamarca
Tipo de puente:	Arco	Dpto vial:	Cajamarca
Ruta:	CA-105	Provincia:	Chota
Tramo:	km 65+000 - km 78+000	Distrito:	Chota
Km:		Poblado más cercano:	Puquio - Cuyumalca
Coordenadas UTM WGS 84			
Este:	762956		
Norte:	9274552		
Altura (msnm)	2664		

2) Datos generales

Longitud total (m):	4.60	Tipo de servicio:	Público
Ancho de calzada (m):	1.00	Número vías tránsito:	1
Ancho de vereda (m):	0.00	Año de construción:	2005
Altura libre superior (m)	0.20	Alineamiento:	Vertical
Altura libre inferior (m)	2.73		

3) Tramos

Número de tramos	1	Longitud tramo 1 (m):	4.6
Luz principal (m)	4.6	Longitud tramo 2 (m):	No posee

4) Superestructura

Losa		**Arco**	
Material	Concreto	Material	Concreto armado
Espesor (m)	0.20		
Superficie de desgaste	Afirmado	Tipo	Inferior
		Altura (m)	1.40

5) Subestructura

Estribo izquierdo		**Estribo derecho**	
Elevación tipo:	1.3	Elevación tipo:	1.3
Material:	Concreto ciclópeo	Material:	Concreto
Cimentación/Tipo		Cimentación/Tipo	
Cimentación/material		Cimentación/material	

Apoyo izquierdo	x	**Apoyo derecho**	x
Tipo:		Tipo:	
Material:		Material:	
N° de apoyos:		N° de apoyos:	

6) Pilares

Pila 1	**Pila 2**
Elevación/Tipo:	Elevación/Tipo:

Nombre del puente:	P2	Ruta:	CA-105
Tipo de puente:	Arco	Luz total (m)	4.60
Año de construcción:	2005	Ancho de calzada (m)	4.00
Distrito:	Chota	Fecha de inspección	24/01/2020
Responsable de inspección		Neiser Aldair Delgado Idrogo	

Elevación/material:		Elevación/material:	
Cimentación/tipo:		Cimentación/tipo:	
Cimentación/material:		Cimentación/material:	

7) Accesorios

Barandas	x	**Veredas y sardineles**	
Tipo		Ancho de vereda (m)	x
Material		Altura sardinel (m)	0.30
Drenajes		**Juntas de expansión**	x
Tipo		Tipo	
N° de drenajes		N° de juntas	

8) Seguridad vial No cuenta

Acceso izquierdo		**Acceso derecho**	
Señal informativa:		Señal informativa:	
Señal preventiva:		Señal preventiva:	
Señal reglamentaria:		Señal reglamentaria:	
Señal horizontal:		Señal horizontal:	

9) Sobrecarga

Señalización de carga: No cuenta

10) Condición del sector de la carretera

Condición de la carretera: Regular

11) Niveles de agua

Aguas máximas (m):	1.5	Presenta socavación:	Sí
Aguas mínimas (m):	0.7	Necesita encauzamiento:	Sí
Galibo determinado (m):		Longitud de socavación (m):	
Período de aguas máximas:	Diciembre - marzo	Longitud de encausamiento (m):	4
Período de estiaje:	Junio - septiembre		

Nombre del puente:	P2	Ruta:	CA-105
Tipo de puente:	Arco	Luz total (m)	4.60
Año de construcción:	2005	Ancho de calzada (m)	4.00
Distrito:	Chota	Fecha de inspección	24/01/2020
Responsable de inspección	Neiser Aldair Delgado Idrogo		

Inspección visual
Elemento: TABLERO

Descripción del daño: Agrietamiento **Grado:** 2



Descripción del daño: Descascaramiento **Grado:** 2



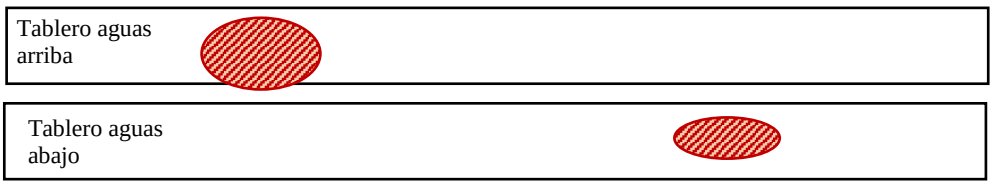
Descripción del daño: Eflorescencia **Grado:** 1



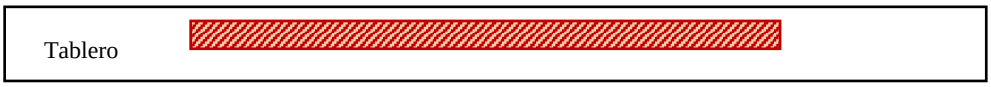
Descripción del daño: Nidos de piedra **Grado:** 2



Descripción del daño: Acero de refuerzo expuesto **Grado:** 1



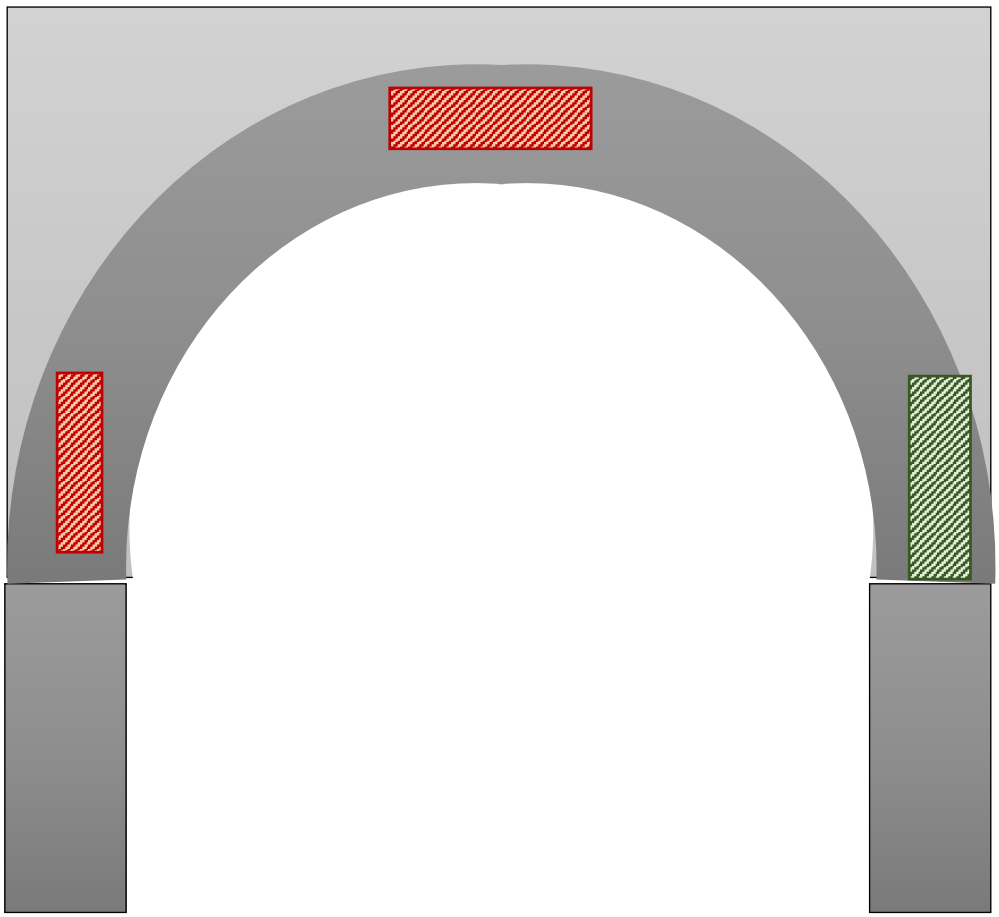
Descripción del daño: Fisuras en una dirección **Grado:** 2
Descripción del daño: Fisuras en dos direcciones **Grado:** 1



Nombre del puente:	P2	Ruta:	CA-105
Tipo de puente:	Arco	Luz total (m)	4.60
Año de construcción:	2005	Ancho de calzada (m)	4.00
Distrito:	Chota	Fecha de inspección	24/01/2020
Responsable de inspección	Neiser Aldair Delgado Idrogo		

Inspección visual
Elemento: ARCO

Descripción del daño:	Agrietamiento	**Grado:**	3
Descripción del daño:	Descascaramiento	**Grado:**	3
Descripción del daño:	Eflorescencia	**Grado:**	2
Descripción del daño:	Nidos de piedra	**Grado:**	3
Descripción del daño:	Acero de refuerzo expuesto	**Grado:**	4
Descripción del daño:	Fisuras en una dirección	**Grado:**	3
Descripción del daño:	Fisuras en dos direcciones	**Grado:**	3

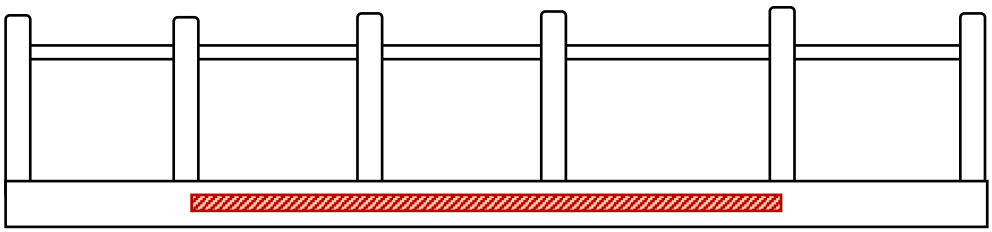


Nombre del puente:	P2	Ruta:	CA-105
Tipo de puente:	Arco	Luz total (m)	4.60
Año de construcción:	2005	Ancho de calzada (m)	4.00
Distrito:	Chota	Fecha de inspección	24/01/2020
Responsable de inspección		Neiser Aldair Delgado Idrogo	

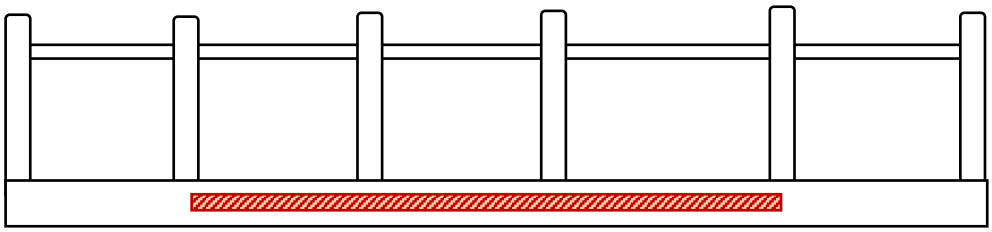
Inspección visual
Accesorios: ACERAS

Descripción del daño: Ausencia de acera **Grado:** 5

Comentarios: No tiene veredas, por tanto se considerará el máximo grado de deterioro



Acera aguas arriba



Acera aguas abajo

Inspección visual
Accesorios: BARANDAS

Comentario: No tiene barandas

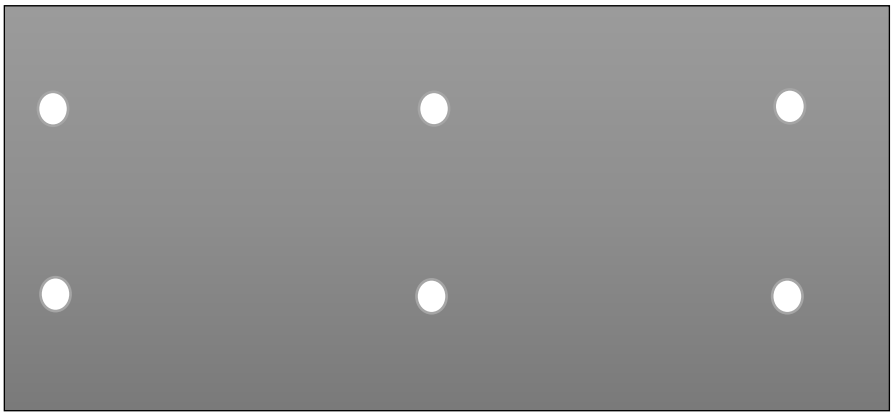
Ausencia de barandas **Grado:** 5

Nombre del puente:	P2	Ruta:	CA-105
Tipo de puente:	Arco	Luz total (m)	4.60
Año de construcción:	2005	Ancho de calzada (m)	4.00
Distrito:	Chota	Fecha de inspección	24/01/2020
Responsable de inspección	Neiser Aldair Delgado Idrogo		

Inspección visual
Accesorios: DRENAJE

Daños:

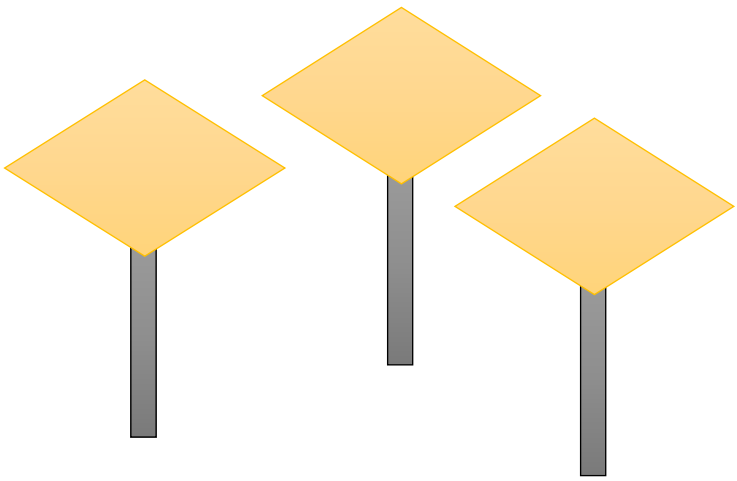
	Ausencia de drenajes	**Grado:**	5
	Bombeo de la vía	**Grado:**	2



Inspección visual
Accesorios: SEÑALÉTICA

Daños:

	Ausencia de señalética	**Grado:**	5

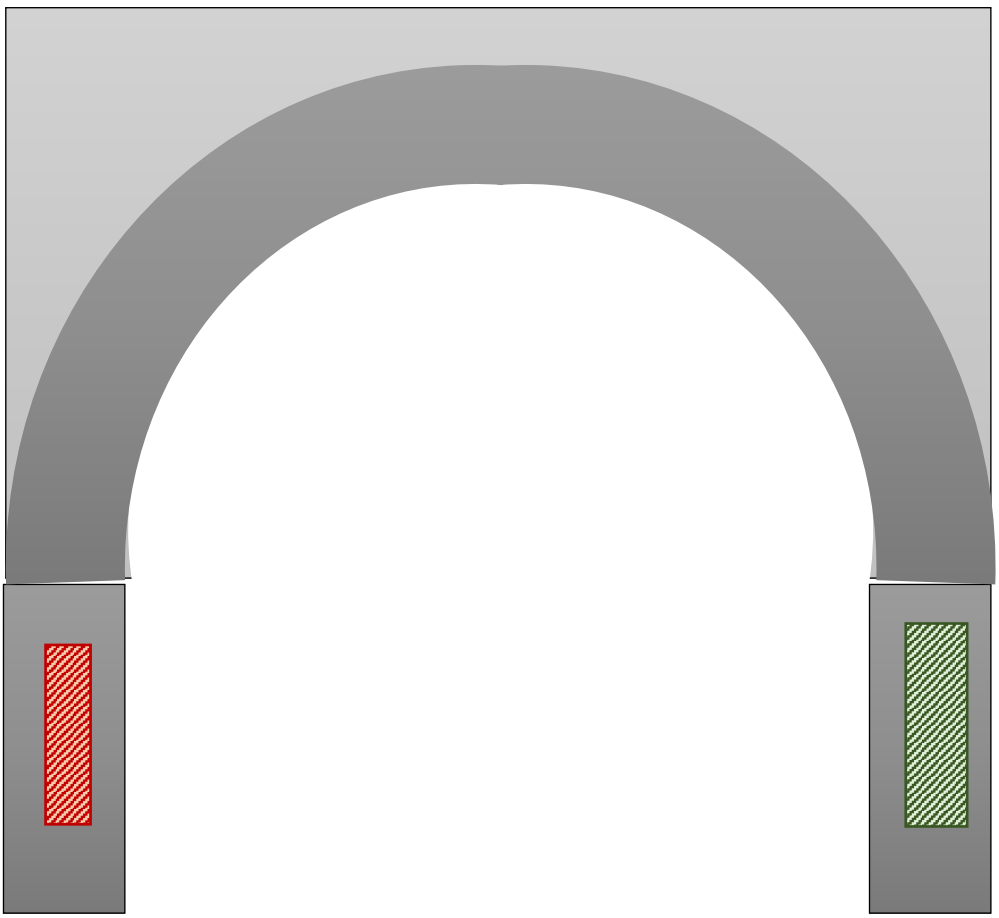


Nombre del puente:	P2	Ruta:	CA-105
Tipo de puente:	Arco	Luz total (m)	4.60
Año de construcción:	2005	Ancho de calzada (m)	4.00
Distrito:	Chota	Fecha de inspección	24/01/2020
Responsable de inspección		Neiser Aldair Delgado Idrogo	

Inspección visual
Elemento: ESTRIBO MARGEN IZQUIERDO

Daños en elementos de concreto:

Agrietamiento	**Grado:**	2
Descascaramiento	**Grado:**	2
Eflorescencia	**Grado:**	2
Nidos de piedra	**Grado:**	1
Acero de refuerzo expuesto	**Grado:**	2
Fisuras en una dirección	**Grado:**	3
Fisuras en dos direcciones	**Grado:**	2



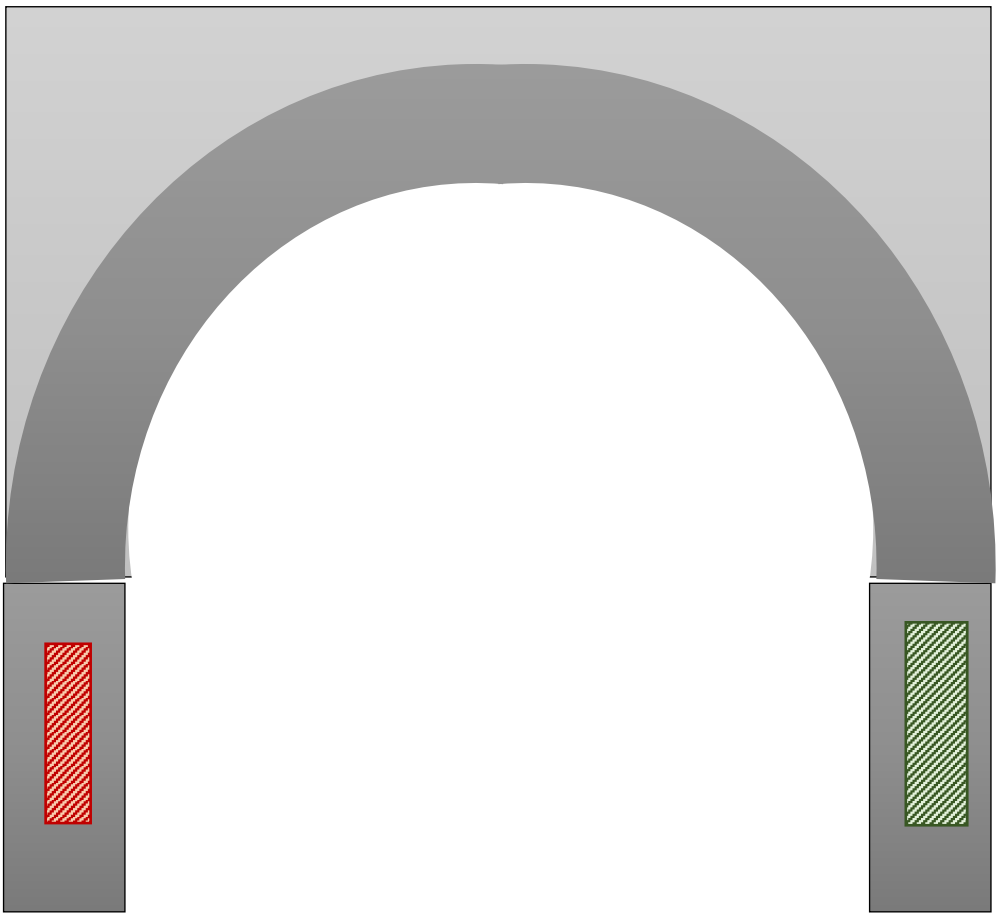
Comentarios:

Nombre del puente:	P2	Ruta:	CA-105
Tipo de puente:	Arco	Luz total (m)	4.60
Año de construcción:	2005	Ancho de calzada (m)	4.00
Distrito:	Chota	Fecha de inspección	24/01/2020
Responsable de inspección		Neiser Aldair Delgado Idrogo	

Inspección visual
Elemento: ESTRIBO MARGEN DERECHO

Daños en elementos de concreto:

Agrietamiento	**Grado:**	2
Descascaramiento	**Grado:**	2
Eflorescencia	**Grado:**	2
Nidos de piedra	**Grado:**	1
Acero de refuerzo expuesto	**Grado:**	2
Fisuras en una dirección	**Grado:**	3
Fisuras en dos direcciones	**Grado:**	2



Comentarios:

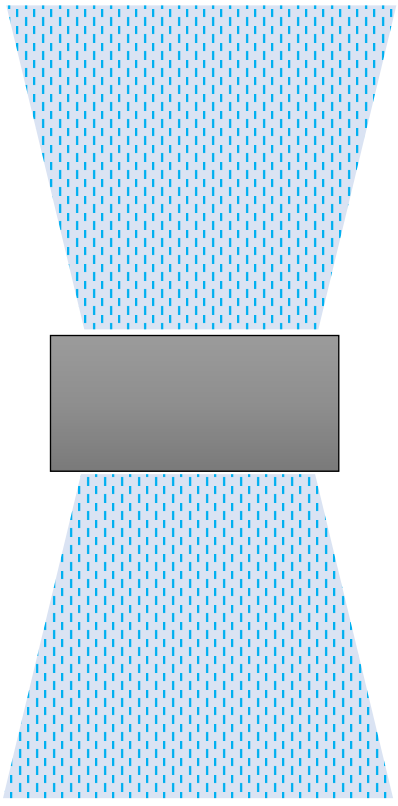
Nombre del puente:	P2	Ruta:	CA-105
Tipo de puente:	Arco	Luz total (m)	4.60
Año de construcción:	2005	Ancho de calzada (m)	4.00
Distrito:	Chota	Fecha de inspección	24/01/2020
Responsable de inspección		Neiser Aldair Delgado Idrogo	

Inspección visual
CAUCE

Daños:

Inestabilidad de taludes o terraplenes adyacentes a la estructura	**Grado:**	3
Erosión en el lecho y márgenes del río	**Grado:**	5
Socavación general del cauce	**Grado:**	2
Obstrucción del cauce por escombros	**Grado:**	3
Sedimentación de material	**Grado:**	3
Falla o colapso de la estructura de	**Grado:**	5

Aguas arriba



Aguas abajo

Comentarios:

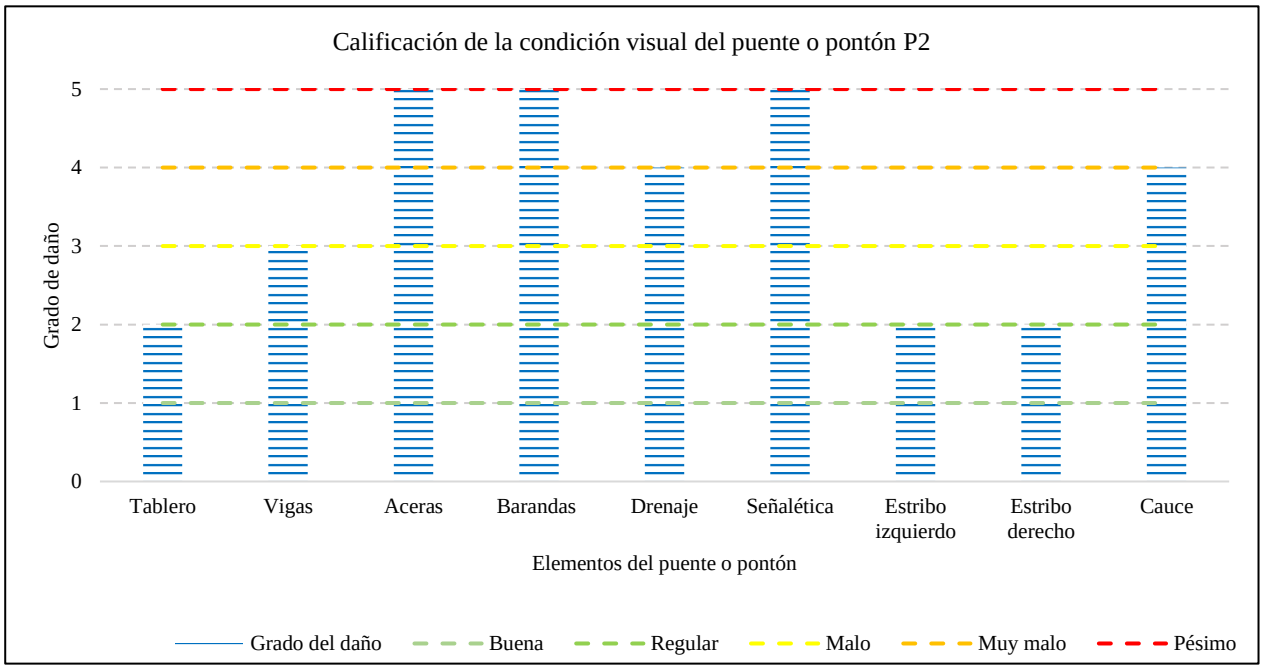
Nombre del puente:	P2	Ruta:	CA-105
Tipo de puente:	Arco	Luz total (m)	4.60
Año de construcción:	2005	Ancho de calzada (m)	4.00
Distrito:	Chota	Fecha de inspección	24/01/2020
Responsable de inspección		Neiser Aldair Delgado Idrogo	

Calificación general de la condición del puente

Elemento	Daño	Grado	Daño promedio
Tablero	Agrietamiento	2	**2**
	Descascaramiento	2	
	Eflorescencia	1	
	Nidos de piedra	2	
	Acero de refuerzo expuesto	1	
	Fisuras en una dirección	2	
	Fisuras en dos direcciones	1	
Vigas	Agrietamiento	3	**3**
	Descascaramiento	3	
	Eflorescencia	2	
	Nidos de piedra	3	
	Acero de refuerzo expuesto	4	
	Fisuras en una dirección	3	
	Fisuras en dos direcciones	3	
Aceras	Ausencia	5	**5**
Barandas	Ausencia	5	**5**
Drenaje	Ausencia de drenajes	5	**4**
	Bombeo de la vía	2	
Señalética	Ausencia de señalética	5	**5**
Estribo izquierdo	Agrietamiento	2	**2**
	Descascaramiento	2	
	Eflorescencia	2	
	Nidos de piedra	1	
	Acero de refuerzo expuesto	2	
	Fisuras en una dirección	3	
	Fisuras en dos direcciones	2	
Estribo derecho	Agrietamiento	2	**2**
	Descascaramiento	2	
	Eflorescencia	2	
	Nidos de piedra	1	
	Acero de refuerzo expuesto	2	
	Fisuras en una dirección	3	
	Fisuras en dos direcciones	2	
Cauce	Inestabilidad de taludes o terraplen	3	**4**
	Erosión en el lecho y márgenes del	5	
	Socavación general del cauce	2	
	Obstrucción del cauce por escombı	3	
	Sedimentación de material transpoı	3	
	Falla o colapso de la estructura de	5	
	Promedio	**3**	**3**

Nombre del puente:	P2	Ruta:	CA-105
Tipo de puente:	Arco	Luz total (m)	4.60
Año de construcción:	2005	Ancho de calzada (m)	4.00
Distrito:	Chota	Fecha de inspección	24/01/2020
Responsable de inspección		Neiser Aldair Delgado Idrogo	

Elemento	Grado del daño	Calificación	Necesidad de atención	Escala de color
Tablero	**2**	Regular	Reparaciones generales	2
Vigas	**3**	Malo	Reparaciones urgentes	3
Aceras	**5**	Pésimo	Atención prioritaria	5
Barandas	**5**	Pésimo	Atención prioritaria	5
Drenaje	**4**	Muy malo	Atención pronta	4
Señalética	**5**	Pésimo	Atención prioritaria	5
Estribo izquierdo	**2**	Regular	Reparaciones generales	2
Estribo derecho	**2**	Regular	Reparaciones generales	2
Cauce	**4**	Muy malo	Atención pronta	4
Promedio	**4**	Muy malo	Atención pronta	4



Nombre del puente:	P3	Ruta:	CA-105
Tipo de puente:	Viga losa	Luz total (m)	7.00
Año de construcción:	2005	Ancho de calzada (m)	5.10
Distrito:	Chota	Fecha de inspección	24/01/2020
Responsable de inspección	Neiser Aldair Delgado Idrogo		

Toma de datos de la inspección

1) Identificación y ubicación

Nombre:	Puente Chaupelanche	Dpto politico:	Cajamarca
Tipo de puente:	Cajón	Dpto vial:	Cajamarca
Ruta:	CA-105	Provincia:	Chota
Tramo:	km 65+000 - km 78+000	Distrito:	Chota
Km:		Poblado más cercano:	Puquio - Cuyumalca
Coordenadas UTM WGS 84			
Este:	763306		
Norte:	9274097		
Altura (msnm)	2701		

2) Datos generales

Longitud total (m):	7.00	Tipo de servicio:	Público
Ancho de calzada (m):	5.10	Número vías tránsito:	1
Ancho de vereda (m):	0.50	Año de construción:	2005
Altura libre superior (m)	0.30	Alineamiento:	Vertical
Altura libre inferior (m)	2.70		

3) Tramos

Número de tramos	1	Longitud tramo 1 (m):	7
Luz principal (m)	7	Longitud tramo 2 (m):	No posee

4) Superestructura

Losa		**Vigas**	
Material	Concreto	Material	Concreto
Espesor (m)	0.30	N° de vigas	2
Superficie de desgaste	Afirmado	Forma	Rectangular
		Peralte (m)	0.50
		Separación entre ejes (m)	2.30

5) Subestructura

Estribo izquierdo		**Estribo derecho**	
Elevación tipo:	1.9	Elevación tipo:	1.8
Material:	Concreto armado	Material:	Concreto
Cimentación/Tipo		Cimentación/Tipo	
Cimentación/material		Cimentación/material	

Apoyo izquierdo	**Apoyo derecho**
Tipo:	Tipo:
Material:	Material:
N° de apoyos:	N° de apoyos:

6) Pilares

Pila 1	**Pila 2**
Elevación/Tipo:	Elevación/Tipo:

Nombre del puente:	P3	Ruta:	CA-105
Tipo de puente:	Viga losa	Luz total (m)	7.00
Año de construcción:	2005	Ancho de calzada (m)	5.10
Distrito:	Chota	Fecha de inspección	24/01/2020
Responsable de inspección		Neiser Aldair Delgado Idrogo	

Elevación/material:	Elevación/material:
Cimentación/tipo:	Cimentación/tipo:
Cimentación/material:	Cimentación/material:

7) Accesorios

Barandas		**Veredas y sardineles**	
Tipo	Tubular	Ancho de vereda (m)	0.5
Material	Acero	Altura sardinel (m)	0.20

Drenajes	**Juntas de expansión**
Tipo	Tipo
N° de drenajes	N° de juntas

8) Seguridad vial

Acceso izquierdo	No tiene	**Acceso derecho**	No tiene
Señal informativa:		Señal informativa:	
Señal preventiva:		Señal preventiva:	
Señal reglamentaria:		Señal reglamentaria:	
Señal horizontal:		Señal horizontal:	

9) Sobrecarga

Señalización de carga: No tiene

10) Condición del sector de la carretera

Condición de la carretera: Regular

11) Niveles de agua

Aguas máximas (m):	0.6	Presenta socavación:	No
Aguas mínimas (m):	0.1	Necesita encauzamiento:	No
Galibo determinado (m):	2.1	Longitud de socavación (m):	0
Período de aguas máximas:	Diciembre - marzo	Longitud de encausamiento (m):	0
Período de estiaje:	Junio - septiembre		

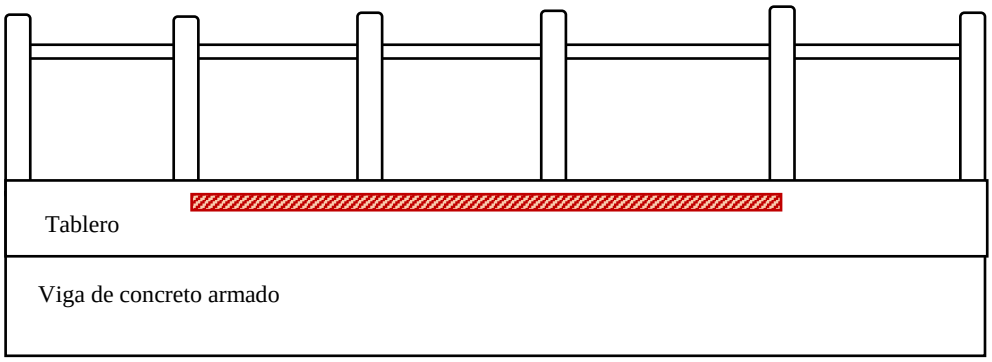
Nombre del puente:	P3	Ruta:	CA-105
Tipo de puente:	Viga losa	Luz total (m)	7.00
Año de construcción:	2005	Ancho de calzada (m)	5.10
Distrito:	Chota	Fecha de inspección	24/01/2020
Responsable de inspección	Neiser Aldair Delgado Idrogo		

Inspección visual
Elemento: TABLERO

Descripción del daño: Agrietamiento **Grado:** 2

Comentarios:

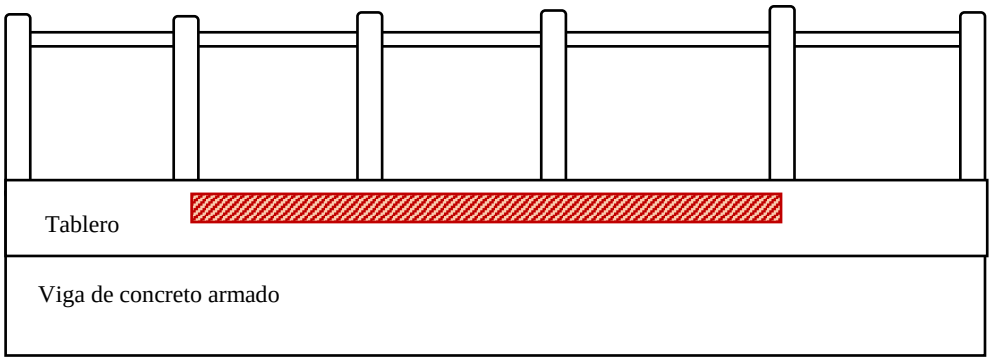
Localización:



Descripción del daño: Descascaramiento **Grado:** 1

Comentarios:

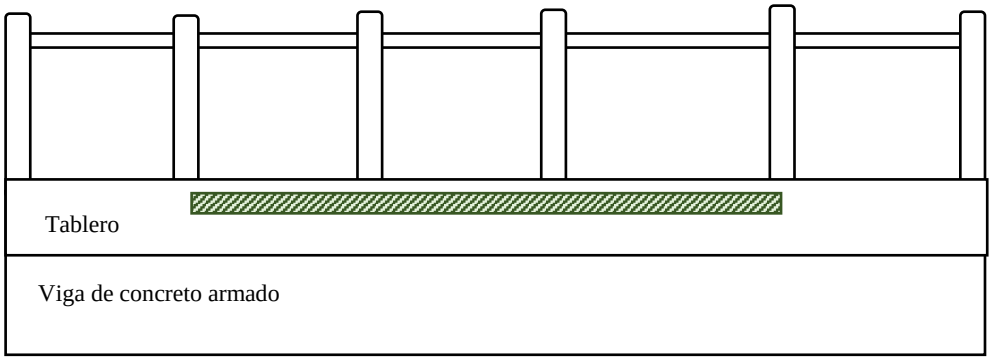
Localización:



Descripción del daño: Eflorescencia **Grado:** 1

Comentarios:

Localización:

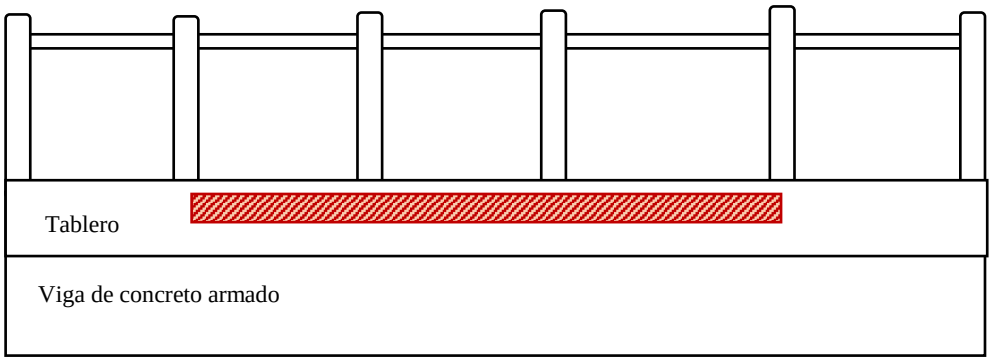


Nombre del puente:	P3	Ruta:	CA-105
Tipo de puente:	Viga losa	Luz total (m)	7.00
Año de construcción:	2005	Ancho de calzada (m)	5.10
Distrito:	Chota	Fecha de inspección	24/01/2020
Responsable de inspección		Neiser Aldair Delgado Idrogo	

Descripción del daño: Nidos de piedra **Grado:** 1

Comentarios:

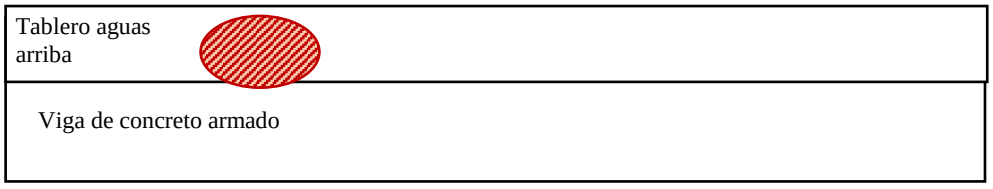
Localización:

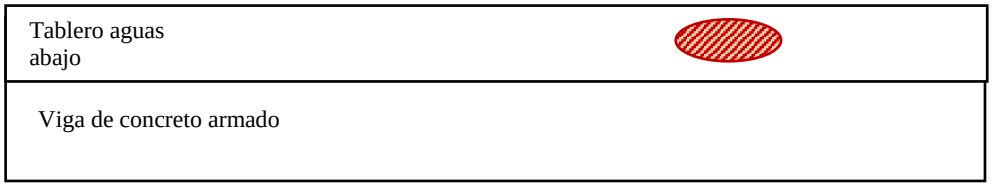


Descripción del daño: Acero de refuerzo expuesto **Grado:** 1

Comentarios:

Localización:

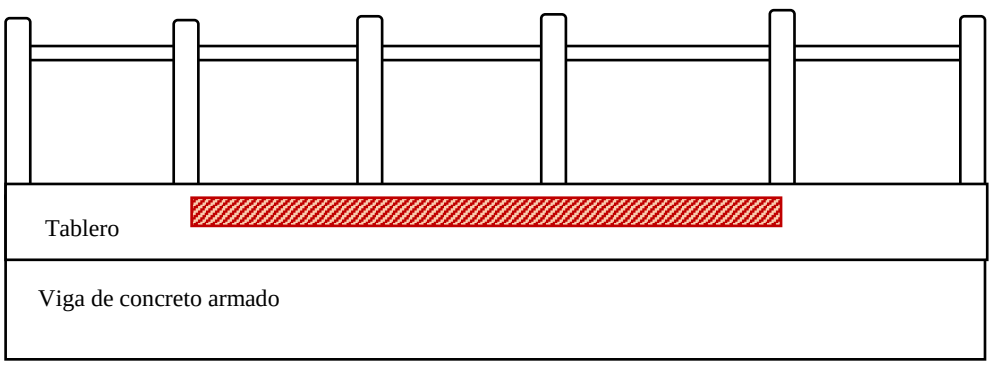




Descripción del daño: Fisuras en una dirección **Grado:** 2
Descripción del daño: Fisuras en dos direcciones **Grado:** 1

Comentarios:

Localización:



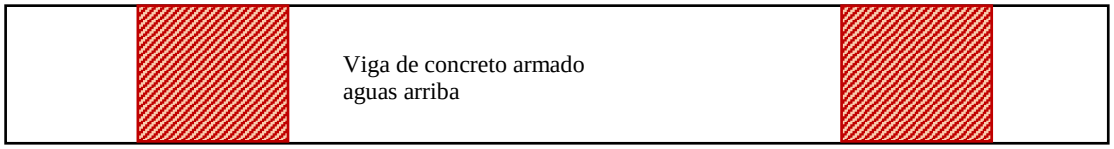
Nombre del puente:	P3	Ruta:	CA-105
Tipo de puente:	Viga losa	Luz total (m)	7.00
Año de construcción:	2005	Ancho de calzada (m)	5.10
Distrito:	Chota	Fecha de inspección	24/01/2020
Responsable de inspección	Neiser Aldair Delgado Idrogo		

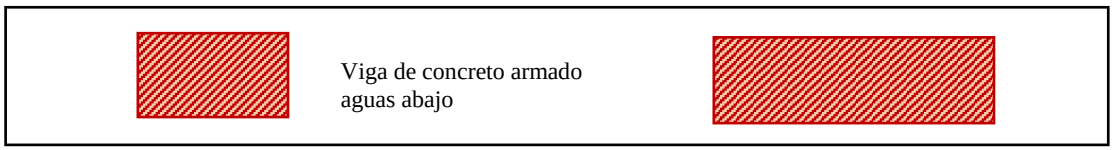
Inspección visual
Elemento: VIGAS

Descripción del daño: Agrietamiento **Grado:** 2

Comentarios:

Localización:

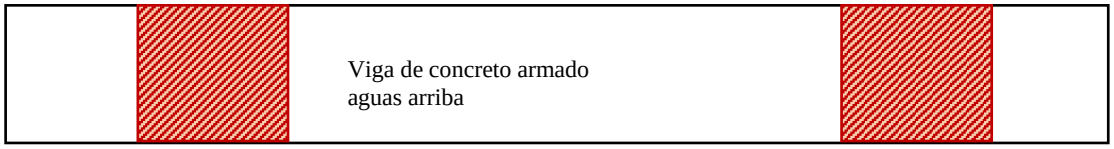


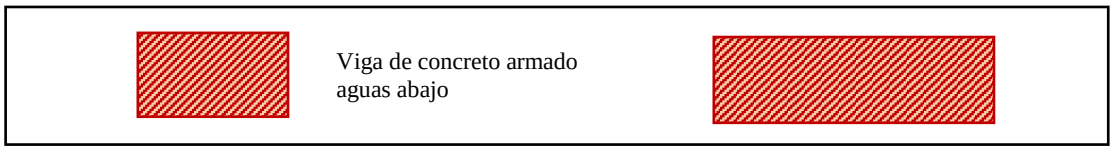


Descripción del daño: Descascaramiento **Grado:** 1

Comentarios:

Localización:

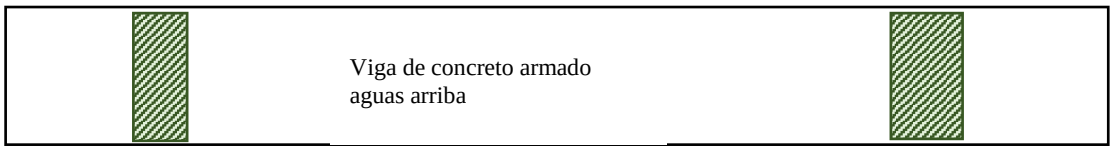


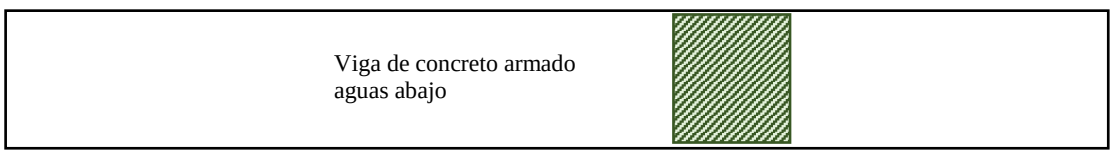


Descripción del daño: Eflorescencia **Grado:** 2

Comentarios:

Localización:



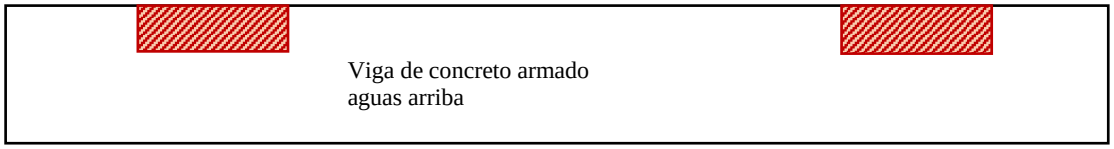


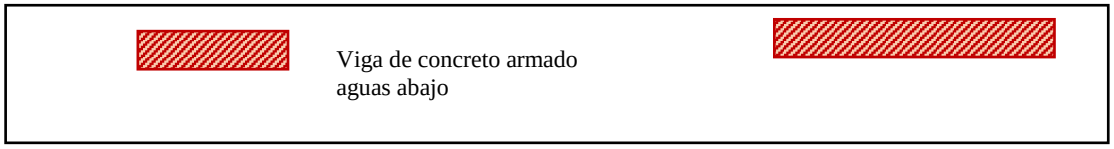
Nombre del puente:	P3	Ruta:	CA-105
Tipo de puente:	Viga losa	Luz total (m)	7.00
Año de construcción:	2005	Ancho de calzada (m)	5.10
Distrito:	Chota	Fecha de inspección	24/01/2020
Responsable de inspección		Neiser Aldair Delgado Idrogo	

Descripción del daño: Nidos de piedra **Grado:** 1

Comentarios:

Localización:

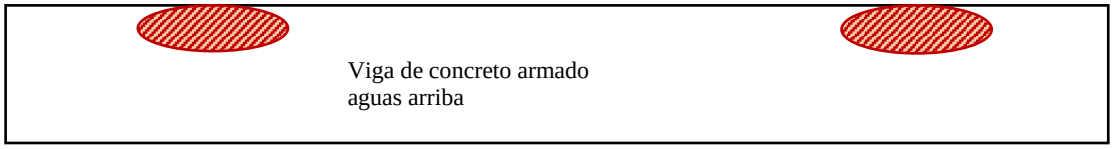


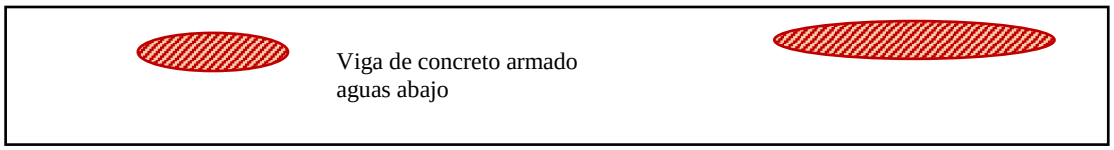


Descripción del daño: Acero de refuerzo expuesto **Grado:** 1

Comentarios:

Localización:

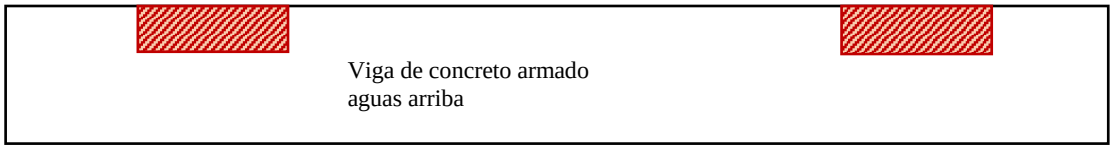


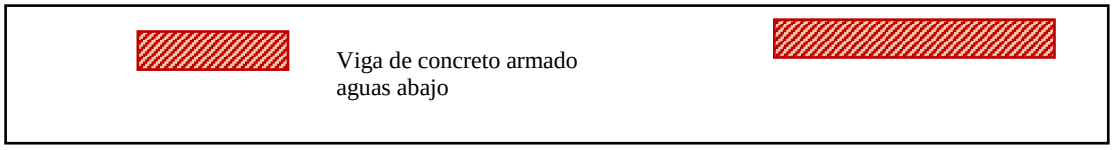


Descripción del daño: Fisuras en una dirección **Grado:** 2
Descripción del daño: Fisuras en dos direcciones **Grado:** 1

Comentarios:

Localización:





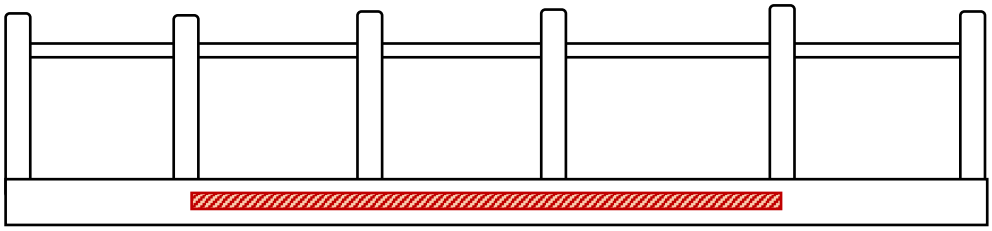
Nombre del puente:	P3	Ruta:	CA-105
Tipo de puente:	Viga losa	Luz total (m)	7.00
Año de construcción:	2005	Ancho de calzada (m)	5.10
Distrito:	Chota	Fecha de inspección	24/01/2020
Responsable de inspección	Neiser Aldair Delgado Idrogo		

Inspección visual
Accesorios: ACERAS

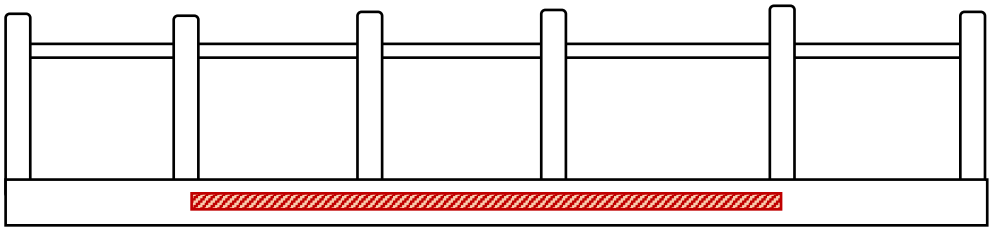
Descripción del daño: Agrietamiento **Grado:** 2

Comentarios:

Localización:



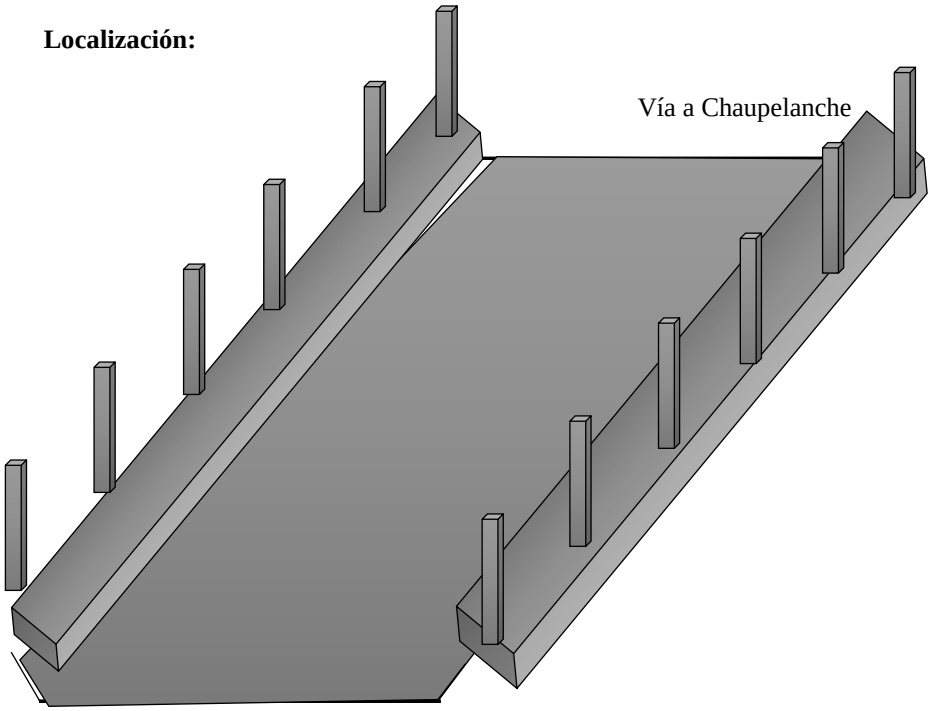
Acera aguas arriba



Acera aguas abajo

Descripción del daño: Descascaramiento **Grado:** 1

Localización:



Vía a la ciudad de Chota

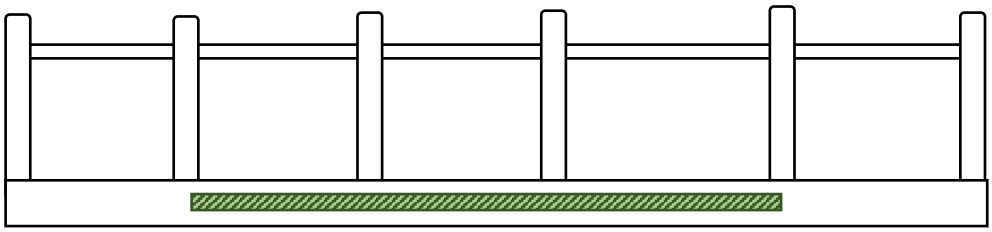
Comentarios:

Nombre del puente:	P3	Ruta:	CA-105
Tipo de puente:	Viga losa	Luz total (m)	7.00
Año de construcción:	2005	Ancho de calzada (m)	5.10
Distrito:	Chota	Fecha de inspección	24/01/2020
Responsable de inspección		Neiser Aldair Delgado Idrogo	

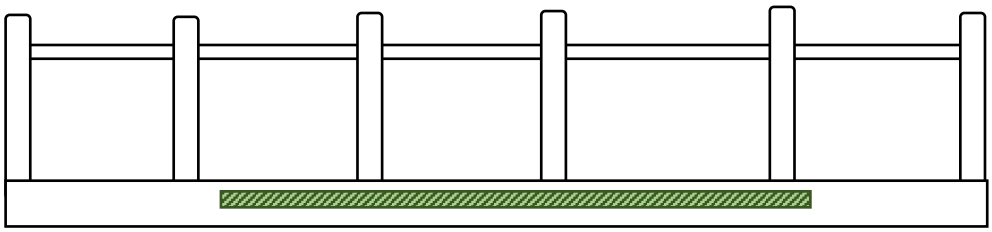
Descripción del daño: Eflorescencia **Grado:** 1

Comentarios:

Localización:



Acera aguas arriba

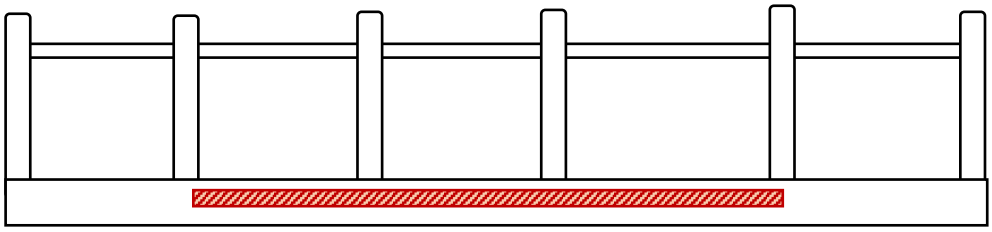


Acera aguas abajo

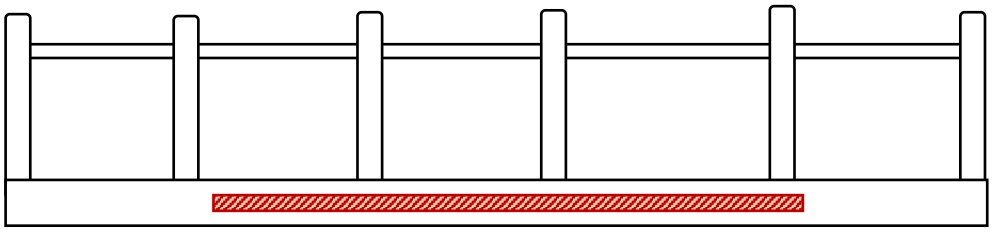
Descripción del daño: Nidos de piedra **Grado:** 1

Comentarios:

Localización:



Acera aguas arriba

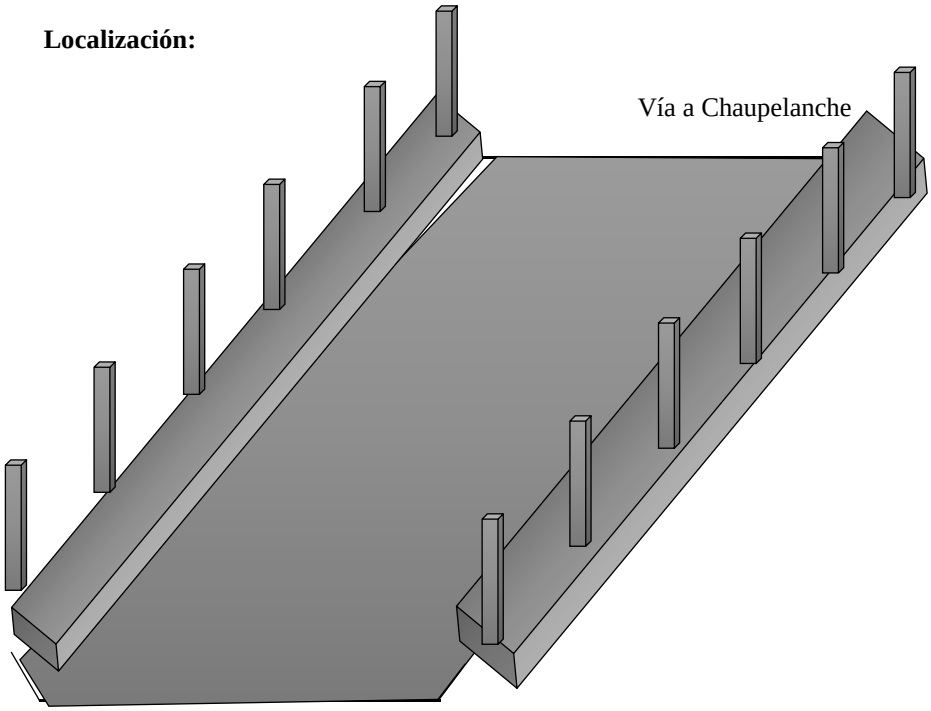


Acera aguas abajo

Nombre del puente:	P3	Ruta:	CA-105
Tipo de puente:	Viga losa	Luz total (m)	7.00
Año de construcción:	2005	Ancho de calzada (m)	5.10
Distrito:	Chota	Fecha de inspección	24/01/2020
Responsable de inspección	Neiser Aldair Delgado Idrogo		

Descripción del daño: Acero de refuerzo expuesto **Grado:** 0

Localización:



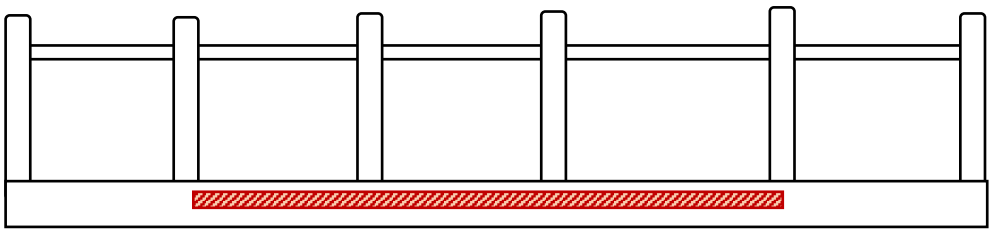
Vía a la ciudad de Chota

Comentarios:

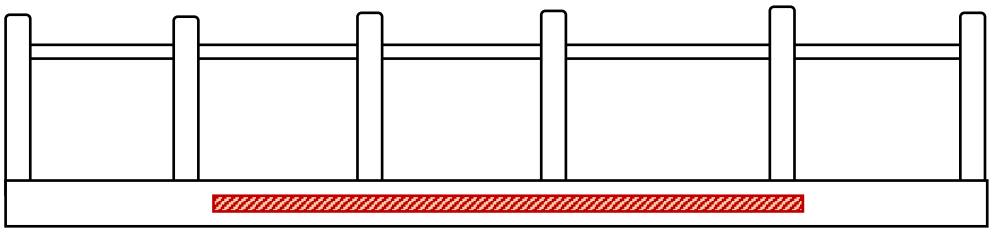
Descripción del daño: Fisuras en una dirección **Grado:** 1
Descripción del daño: Fisuras en dos direcciones **Grado:** 1

Comentarios:

Localización:



Acera aguas arriba



Acera aguas abajo

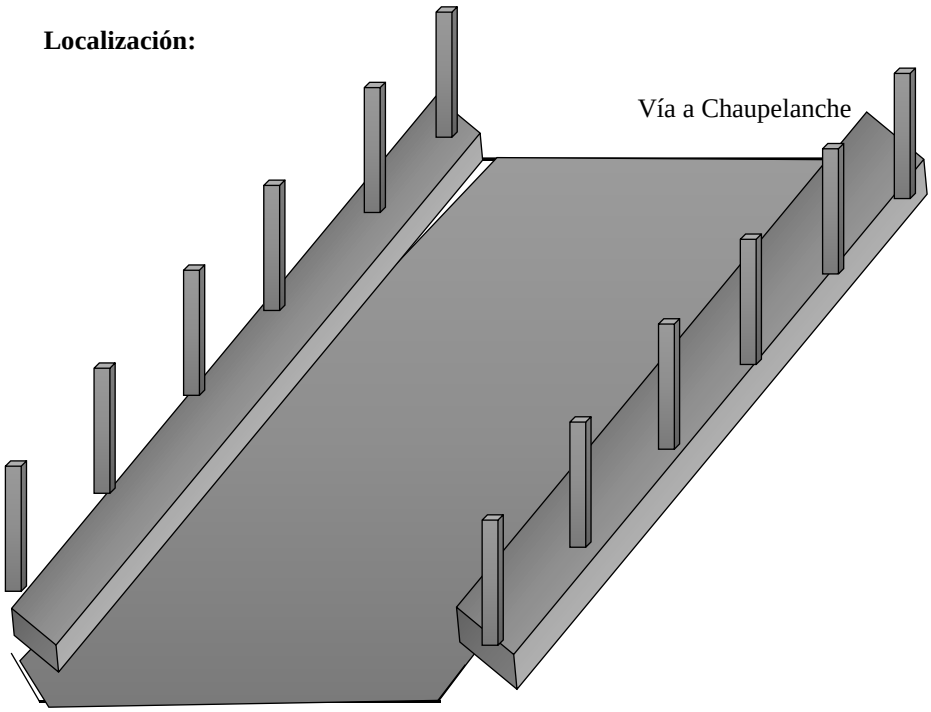
Nombre del puente:	P3	Ruta:	CA-105
Tipo de puente:	Viga losa	Luz total (m)	7.00
Año de construcción:	2005	Ancho de calzada (m)	5.10
Distrito:	Chota	Fecha de inspección	24/01/2020
Responsable de inspección	Neiser Aldair Delgado Idrogo		

Inspección visual
Accesorios: BARANDAS

Daños en elementos de acero:

Deformación	**Grado:**	1
Faltante o ausencia	**Grado:**	1
Daños por colisión	**Grado:**	3

Localización:



Vía a la ciudad de Chota

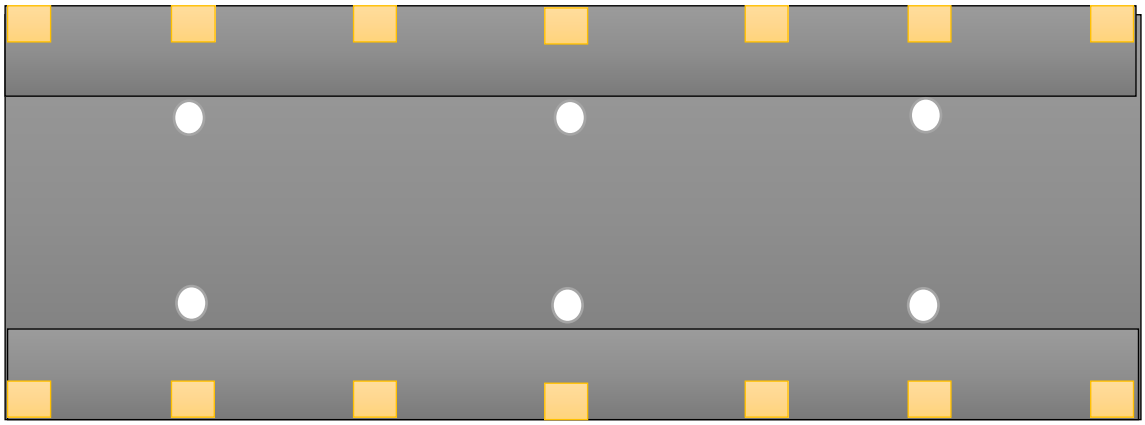
Comentarios:

Nombre del puente:	P3	Ruta:	CA-105
Tipo de puente:	Viga losa	Luz total (m)	7.00
Año de construcción:	2005	Ancho de calzada (m)	5.10
Distrito:	Chota	Fecha de inspección	24/01/2020
Responsable de inspección	Neiser Aldair Delgado Idrogo		

Inspección visual
Accesorios: DRENAJE

Daños:

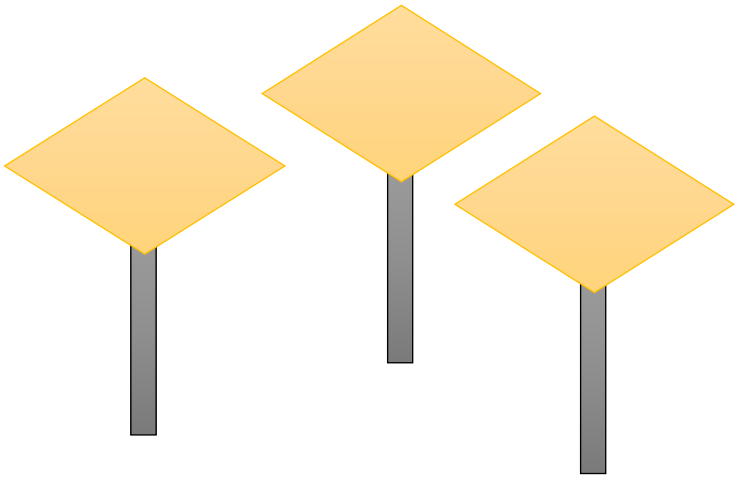
Obstrucción de drenajes	**Grado:**	1
Longitud o sección insuficiente	**Grado:**	1
Mala ubicación de drenajes	**Grado:**	1
Bombeo de la vía	**Grado:**	1



Inspección visual
Accesorios: SEÑALÉTICA

Daños:

Ausencia de señalética	**Grado:**	5



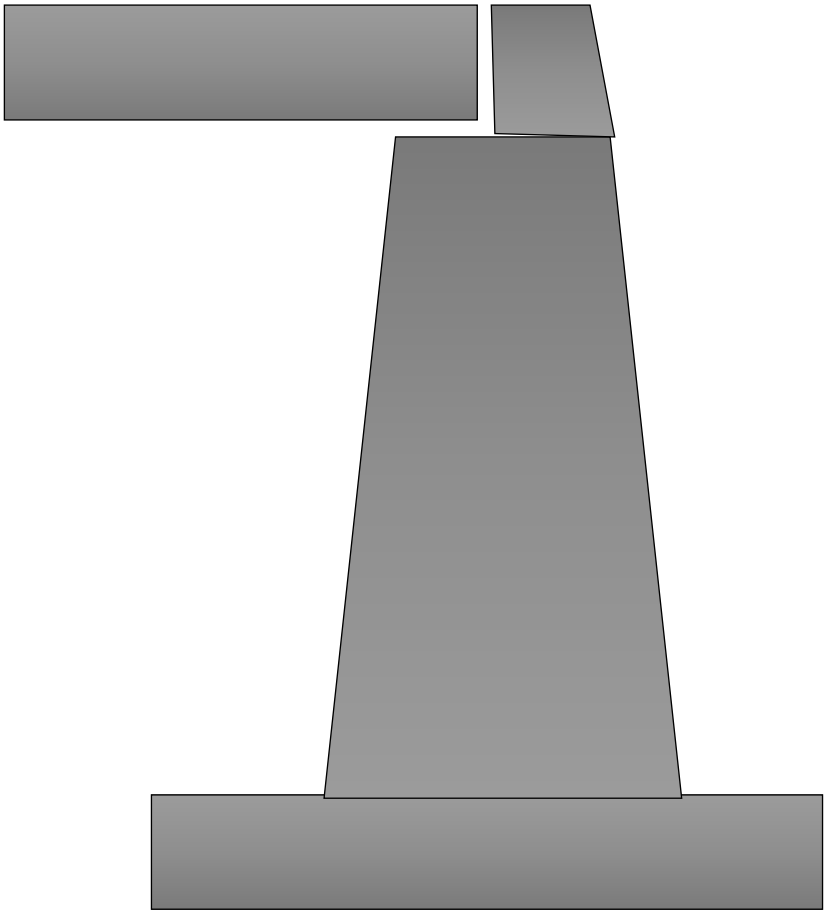
Comentarios:

Nombre del puente:	P3	Ruta:	CA-105
Tipo de puente:	Viga losa	Luz total (m)	7.00
Año de construcción:	2005	Ancho de calzada (m)	5.10
Distrito:	Chota	Fecha de inspección	24/01/2020
Responsable de inspección	Neiser Aldair Delgado Idrogo		

Inspección visual
Elemento: ESTRIBO MARGEN IZQUIERDO

Daños en elementos de concreto:

Agrietamiento	**Grado:**	2
Descascaramiento	**Grado:**	1
Eflorescencia	**Grado:**	1
Nidos de piedra	**Grado:**	1
Acero de refuerzo expuesto	**Grado:**	1
Fisuras en una dirección	**Grado:**	2
Fisuras en dos direcciones	**Grado:**	1



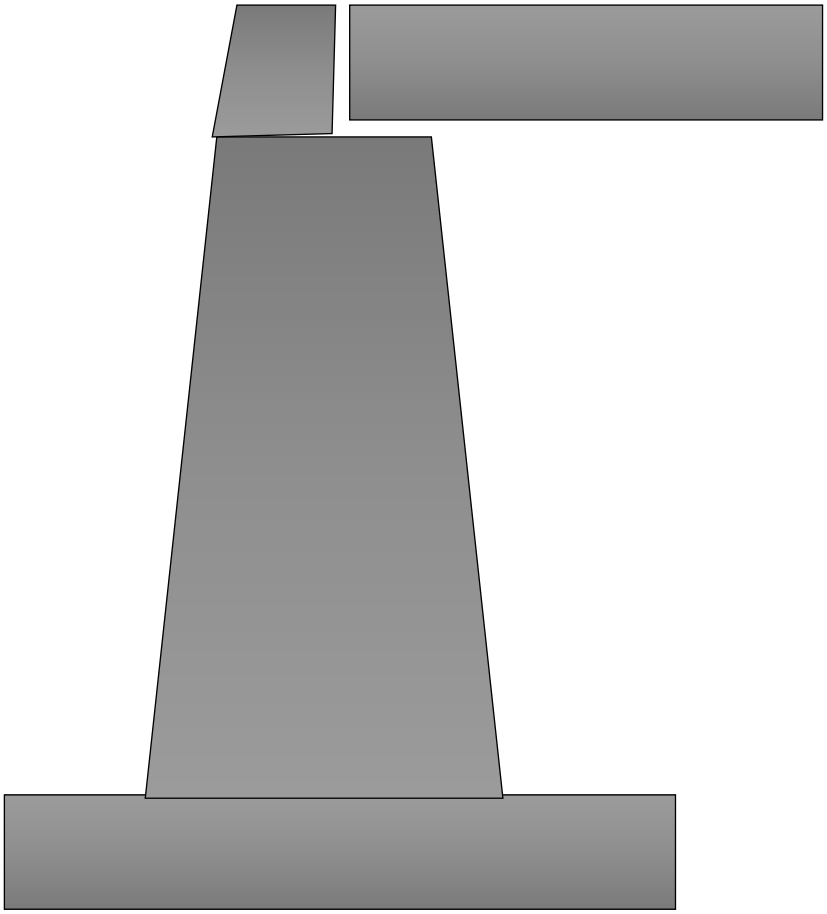
Comentarios:

Nombre del puente:	P3	Ruta:	CA-105
Tipo de puente:	Viga losa	Luz total (m)	7.00
Año de construcción:	2005	Ancho de calzada (m)	5.10
Distrito:	Chota	Fecha de inspección	24/01/2020
Responsable de inspección		Neiser Aldair Delgado Idrogo	

Inspección visual
Elemento: ESTRIBO MARGEN DERECHO

Daños en elementos de concreto:

	Agrietamiento	**Grado:**	2
	Descascaramiento	**Grado:**	1
	Eflorescencia	**Grado:**	1
	Nidos de piedra	**Grado:**	1
	Acero de refuerzo expuesto	**Grado:**	1
	Fisuras en una dirección	**Grado:**	2
	Fisuras en dos direcciones	**Grado:**	1



Comentarios:

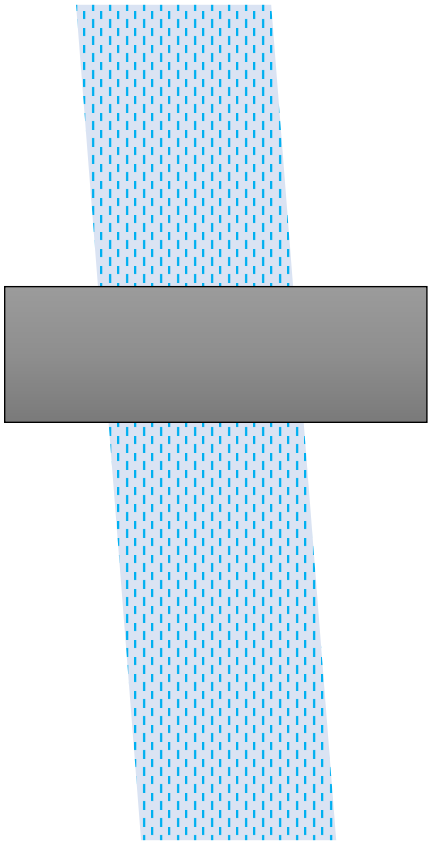
Nombre del puente:	P3	Ruta:	CA-105
Tipo de puente:	Viga losa	Luz total (m)	7.00
Año de construcción:	2005	Ancho de calzada (m)	5.10
Distrito:	Chota	Fecha de inspección	24/01/2020
Responsable de inspección	Neiser Aldair Delgado Idrogo		

Inspección visual
CAUCE

Daños:

Inestabilidad de taludes o terraplenes adyacentes a la estructura	**Grado:**	1
Erosión en el lecho y márgenes del río	**Grado:**	3
Socavación general del cauce	**Grado:**	1
Obstrucción del cauce por escombros	**Grado:**	1
Sedimentación de material	**Grado:**	1
Falla o colapso de la estructura de	**Grado:**	1

Aguas arriba



Aguas abajo

Comentarios:

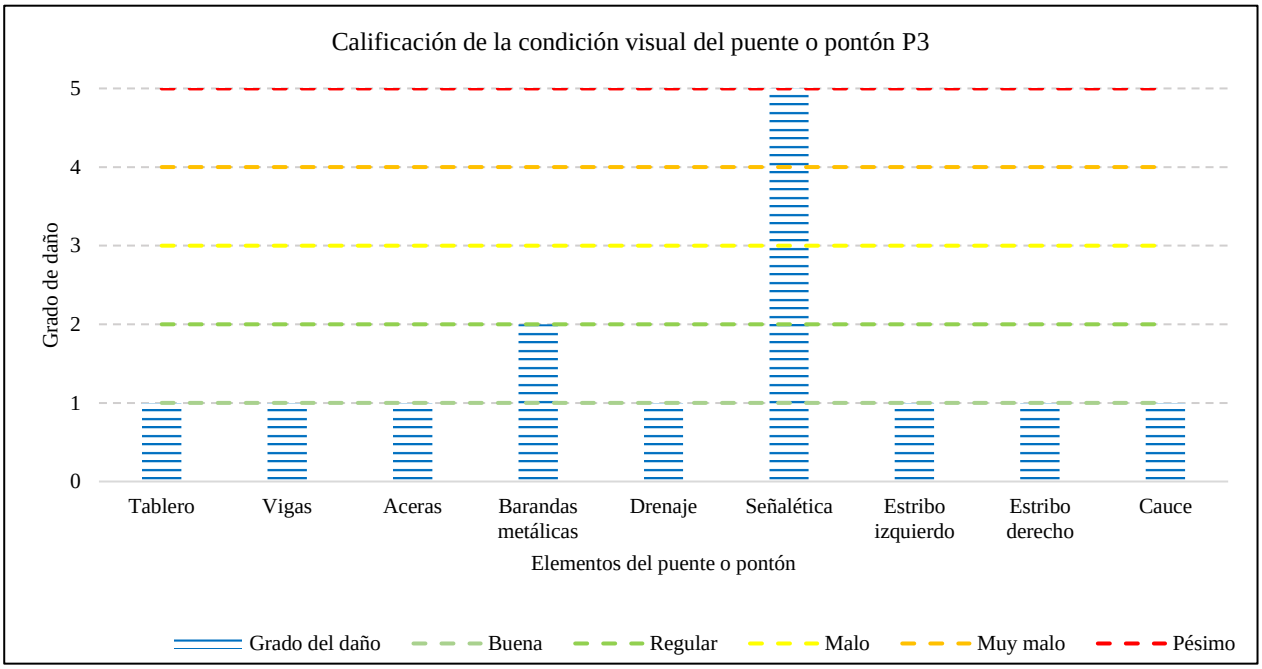
Nombre del puente:	P3	Ruta:	CA-105
Tipo de puente:	Viga losa	Luz total (m)	7.00
Año de construcción:	2005	Ancho de calzada (m)	5.10
Distrito:	Chota	Fecha de inspección	24/01/2020
Responsable de inspección		Neiser Aldair Delgado Idrogo	

Calificación general de la condición del puente

Elemento	Daño	Grado	Daño promedio
Tablero	Agrietamiento	2	**1**
	Descascaramiento	1	
	Eflorescencia	1	
	Nidos de piedra	1	
	Acero de refuerzo expuesto	1	
	Fisuras en una dirección	2	
	Fisuras en dos direcciones	1	
Vigas	Agrietamiento	2	**1**
	Descascaramiento	1	
	Eflorescencia	2	
	Nidos de piedra	1	
	Acero de refuerzo expuesto	1	
	Fisuras en una dirección	2	
	Fisuras en dos direcciones	1	
Aceras	Agrietamiento	2	**1**
	Descascaramiento	1	
	Eflorescencia	1	
	Nidos de piedra	1	
	Acero de refuerzo expuesto	0	
	Fisuras en una dirección	1	
	Fisuras en dos direcciones	1	
Barandas metálicas	Deformación	1	**2**
	Faltante o ausencia	1	
	Daños por colisión	3	
Drenaje	Obstrucción de drenajes	1	**1**
	Longitud o sección insuficiente	1	
	Mala ubicación de drenajes	1	
	Bombeo de la vía	1	
Señalética	Ausencia de señalética	5	**5**
Estribo izquierdo	Agrietamiento	2	**1**
	Descascaramiento	1	
	Eflorescencia	1	
	Nidos de piedra	1	
	Acero de refuerzo expuesto	1	
	Fisuras en una dirección	2	
	Fisuras en dos direcciones	1	
Estribo derecho	Agrietamiento	2	**1**
	Descascaramiento	1	
	Eflorescencia	1	
	Nidos de piedra	1	
	Acero de refuerzo expuesto	1	
	Fisuras en una dirección	2	
	Fisuras en dos direcciones	1	
Cauce	Inestabilidad de taludes o terraplen	1	**1**
	Erosión en el lecho y márgenes del	3	
	Socavación general del cauce	1	
	Obstrucción del cauce por escombı	1	
	Sedimentación de material transpoı	1	
	Falla o colapso de la estructura de	1	
	Promedio	**1**	**2**

Nombre del puente:	P3	Ruta:	CA-105
Tipo de puente:	Viga losa	Luz total (m)	7.00
Año de construcción:	2005	Ancho de calzada (m)	5.10
Distrito:	Chota	Fecha de inspección	24/01/2020
Responsable de inspección		Neiser Aldair Delgado Idrogo	

Elemento	**Grado del daño**	**Calificación**	**Necesidad de atención**	Escala de color
Tablero	**1**	Bueno	Manenimiento rutinario	1
Vigas	**1**	Bueno	Manenimiento rutinario	1
Aceras	**1**	Bueno	Manenimiento rutinario	1
Barandas metálicas	**2**	Regular	Reparaciones generales	2
Drenaje	**1**	Bueno	Manenimiento rutinario	1
Señalética	**5**	Pésimo	Atención prioritaria	5
Estribo izquierdo	**1**	Bueno	Manenimiento rutinario	1
Estribo derecho	**1**	Bueno	Manenimiento rutinario	1
Cauce	**1**	Bueno	Manenimiento rutinario	1
Promedio	**2**	Regular	Reparaciones generales	2



Nombre del puente:	P4	Ruta:	CA-105
Tipo de puente:	Viga losa	Luz total (m)	8.00
Año de construcción:	2005	Ancho de calzada (m)	5.10
Distrito:	Chota	Fecha de inspección	24/01/2020
Responsable de inspección	Neiser Aldair Delgado Idrogo		

Toma de datos de la inspección

1) Identificación y ubicación

Nombre:	Puente	Dpto politico:	Cajamarca
Tipo de puente:	Viga losa	Dpto vial:	Cajamarca
Ruta:	CA-105	Provincia:	Chota
Tramo:	km 65+000 - km 78+000	Distrito:	Chota
Km:		Poblado más cercano:	Cuyumalca
Coordenadas UTM WGS 84			
Este:	766001		
Norte:	9270808		
Altura (msnm)	2982		

2) Datos generales

Longitud total (m):	8.00	Tipo de servicio:	Público
Ancho de calzada (m):	5.10	Número vías tránsito:	1
Ancho de vereda (m):	0.65	Año de construción:	2005
Altura libre superior (m)	0.20	Alineamiento:	Vertical
Altura libre inferior (m)	3.60		

3) Tramos

Número de tramos	1	Longitud tramo 1 (m):	8
Luz principal (m)	8	Longitud tramo 2 (m):	No posee

4) Superestructura

Losa		**Vigas**	
Material	Concreto armado	Material	Concreto armado
Espesor (m)	0.30	N° de vigas	2
Superficie de desgaste	Afirmado	Forma	Rectangular
		Peralte (m)	0.60
		Separación entre ejes (m)	2.30

5) Subestructura

Estribo izquierdo		**Estribo derecho**	
Elevación tipo:	2.7	Elevación tipo:	2.7
Material:	Concreto armado	Material:	Concreto armado
Cimentación/Tipo		Cimentación/Tipo	
Cimentación/material		Cimentación/material	

Apoyo izquierdo		**Apoyo derecho**	
Tipo:		Tipo:	
Material:		Material:	
N° de apoyos:		N° de apoyos:	

6) Pilares

Nombre del puente:	P4	Ruta:	CA-105
Tipo de puente:	Viga losa	Luz total (m)	8.00
Año de construcción:	2005	Ancho de calzada (m)	5.10
Distrito:	Chota	Fecha de inspección	24/01/2020
Responsable de inspección		Neiser Aldair Delgado Idrogo	

Pila 1		**Pila 2**	
Elevación/Tipo:		Elevación/Tipo:	
Elevación/material:		Elevación/material:	
Cimentación/tipo:		Cimentación/tipo:	
Cimentación/material:		Cimentación/material:	

7) Accesorios

Barandas		**Veredas y sardineles**	
Tipo	Tubular	Ancho de vereda (m)	0.65
Material	Acero	Altura sardinel (m)	0.20
Drenajes		**Juntas de expansión**	x
Tipo	orificios	Tipo	
N° de drenajes	3 por lado	N° de juntas	

8) Seguridad vial

Acceso izquierdo		**Acceso derecho**	
Señal informativa:	No tiene	Señal informativa:	No tiene
Señal preventiva:	No tiene	Señal preventiva:	No tiene
Señal reglamentaria:	No tiene	Señal reglamentaria:	No tiene
Señal horizontal:	No tiene	Señal horizontal:	No tiene

9) Sobrecarga

Señalización de carga: No tiene

10) Condición del sector de la carretera

Condición de la carretera: Regular

11) Niveles de agua

Aguas máximas (m):	1.1	Presenta socavación:	No
Aguas mínimas (m):	0.2	Necesita encauzamiento:	No
Galibo determinado (m):	2.5	Longitud de socavación (m):	0
Período de aguas máximas:	Diciembre - marzo	Longitud de encausamiento (m):	0
Período de estiaje:	Junio - septiembre		

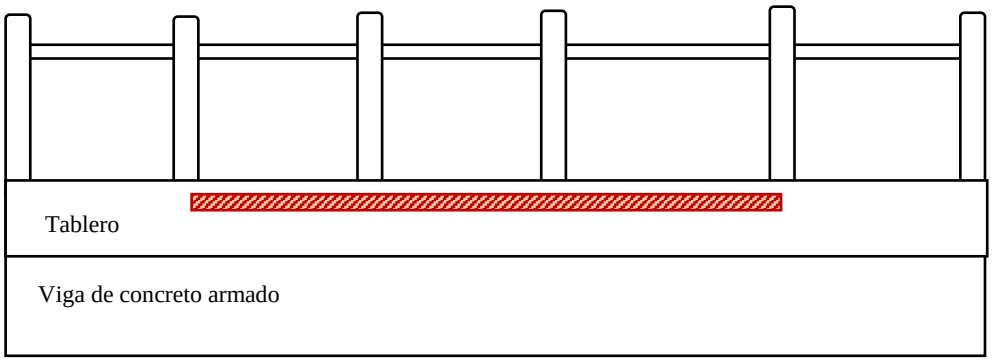
Nombre del puente:	P4	Ruta:	CA-105
Tipo de puente:	Viga losa	Luz total (m)	8.00
Año de construcción:	2005	Ancho de calzada (m)	5.10
Distrito:	Chota	Fecha de inspección	24/01/2020
Responsable de inspección		Neiser Aldair Delgado Idrogo	

Inspección visual
Elemento: TABLERO

Descripción del daño: Agrietamiento **Grado:** 2

Comentarios:

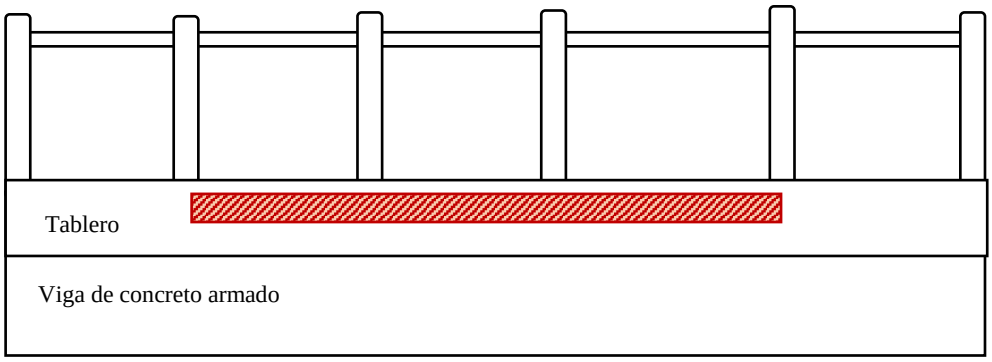
Localización:



Descripción del daño: Descascaramiento **Grado:** 1

Comentarios:

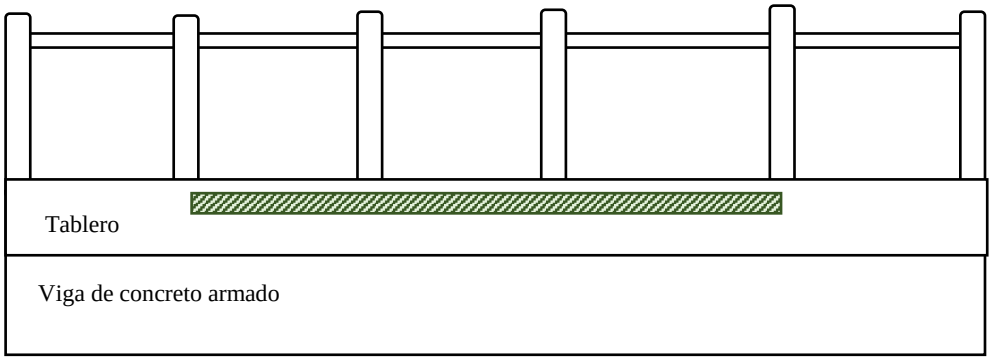
Localización:



Descripción del daño: Eflorescencia **Grado:** 1

Comentarios:

Localización:

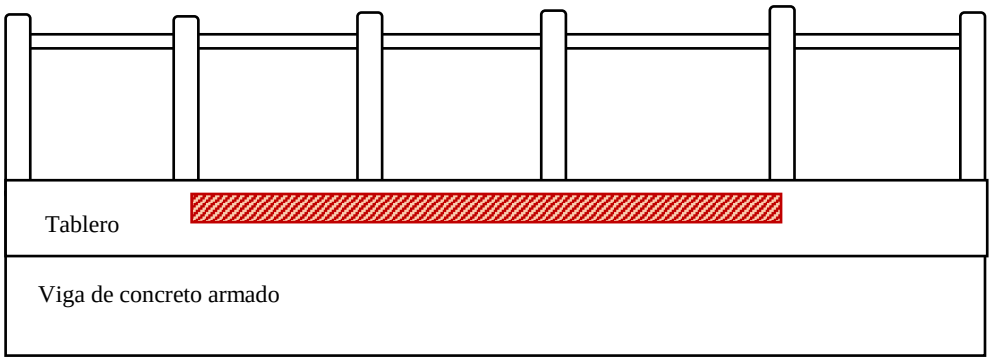


Nombre del puente:	P4	Ruta:	CA-105
Tipo de puente:	Viga losa	Luz total (m)	8.00
Año de construcción:	2005	Ancho de calzada (m)	5.10
Distrito:	Chota	Fecha de inspección	24/01/2020
Responsable de inspección		Neiser Aldair Delgado Idrogo	

Descripción del daño: Nidos de piedra **Grado:** 1

Comentarios:

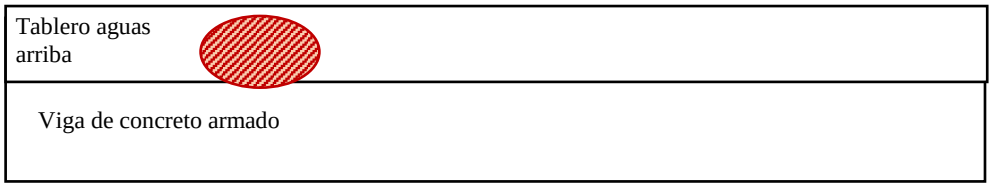
Localización:

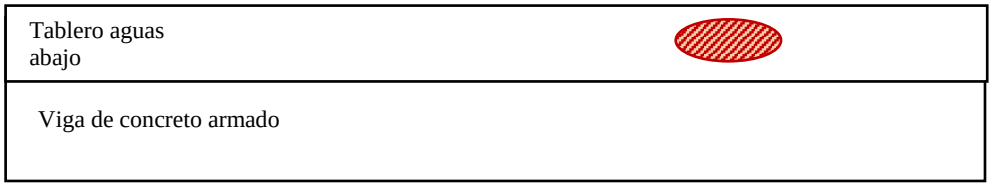


Descripción del daño: Acero de refuerzo expuesto **Grado:** 1

Comentarios:

Localización:

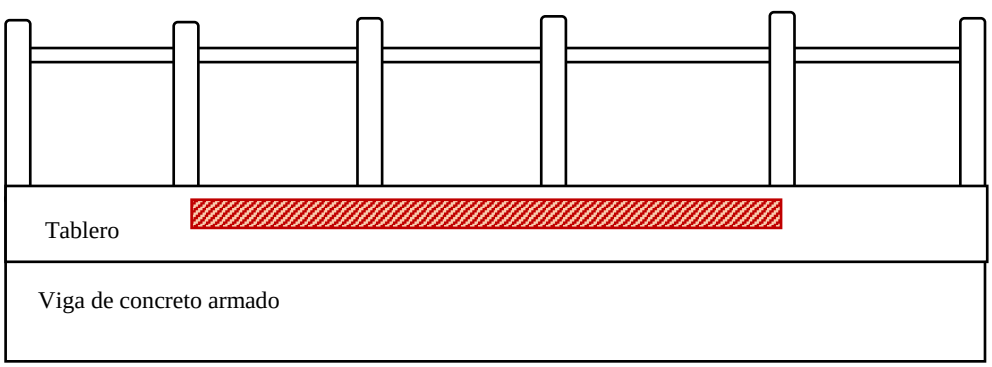




Descripción del daño: Fisuras en una dirección **Grado:** 1
Descripción del daño: Fisuras en dos direcciones **Grado:** 1

Comentarios:

Localización:



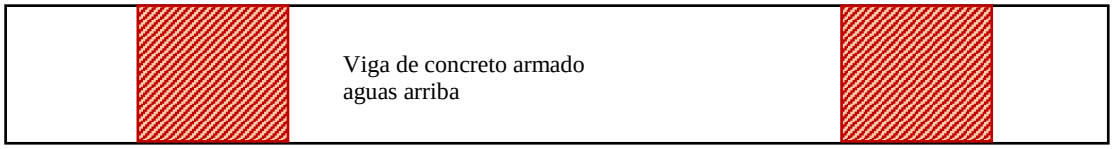
Nombre del puente:	P4	Ruta:	CA-105
Tipo de puente:	Viga losa	Luz total (m)	8.00
Año de construcción:	2005	Ancho de calzada (m)	5.10
Distrito:	Chota	Fecha de inspección	24/01/2020
Responsable de inspección	Neiser Aldair Delgado Idrogo		

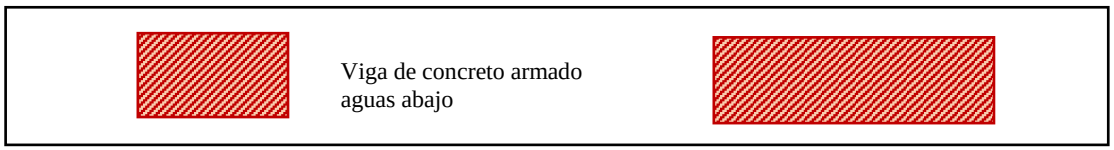
Inspección visual
Elemento: VIGAS

Descripción del daño: Agrietamiento **Grado:** 2

Comentarios:

Localización:

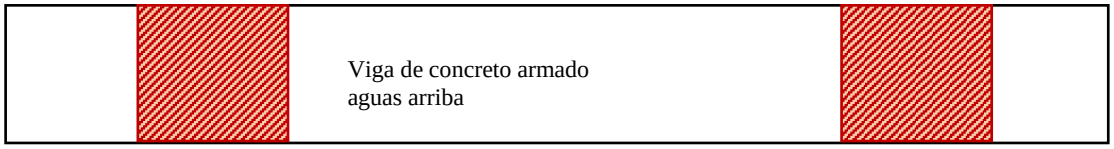


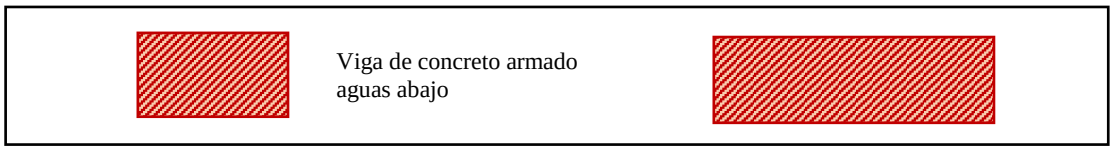


Descripción del daño: Descascaramiento **Grado:** 1

Comentarios:

Localización:

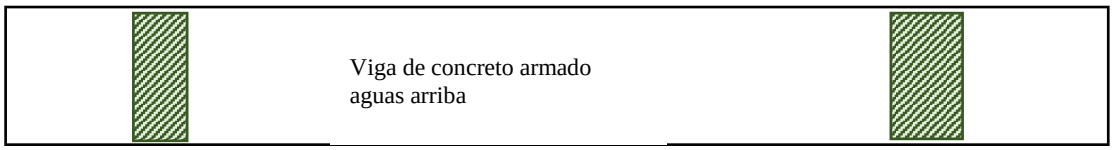


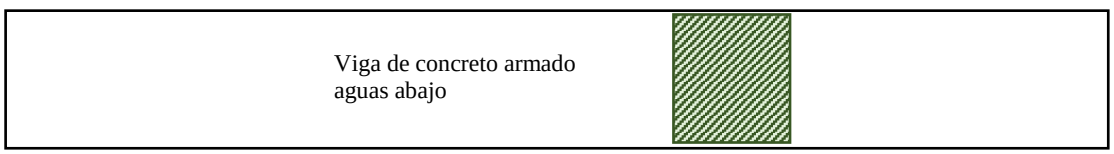


Descripción del daño: Eflorescencia **Grado:** 1

Comentarios:

Localización:



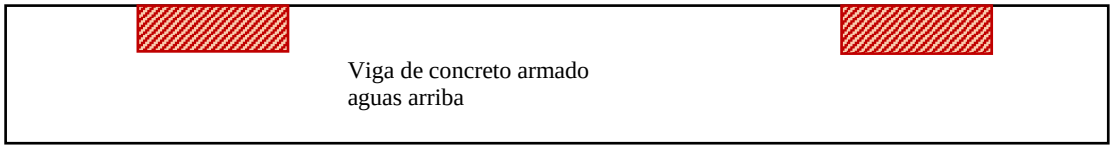


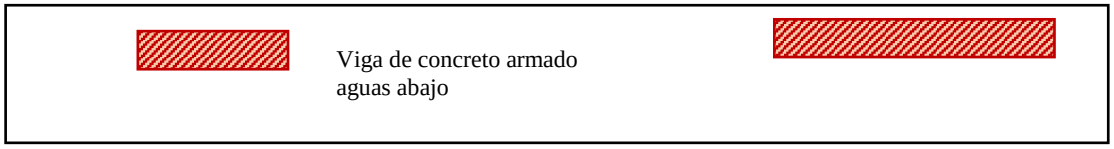
Nombre del puente:	P4	Ruta:	CA-105
Tipo de puente:	Viga losa	Luz total (m)	8.00
Año de construcción:	2005	Ancho de calzada (m)	5.10
Distrito:	Chota	Fecha de inspección	24/01/2020
Responsable de inspección		Neiser Aldair Delgado Idrogo	

Descripción del daño: Nidos de piedra **Grado:** 1

Comentarios:

Localización:

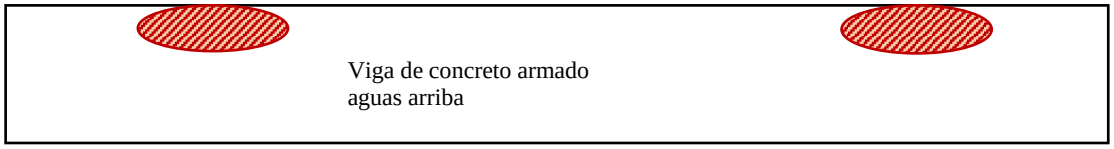


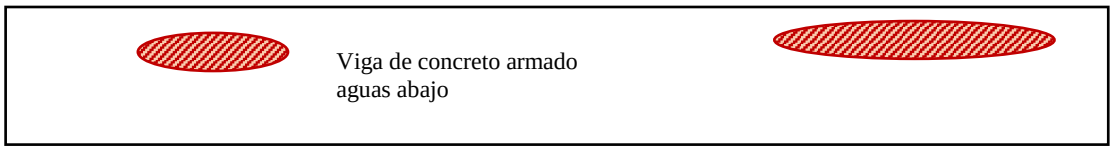


Descripción del daño: Acero de refuerzo expuesto **Grado:** 1

Comentarios:

Localización:

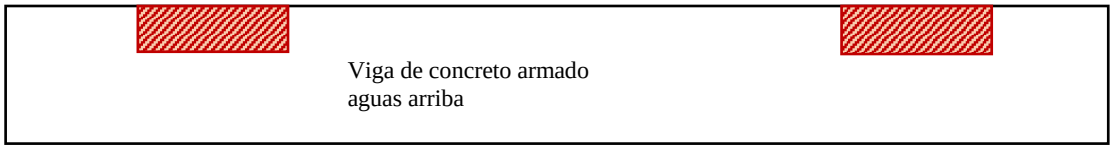


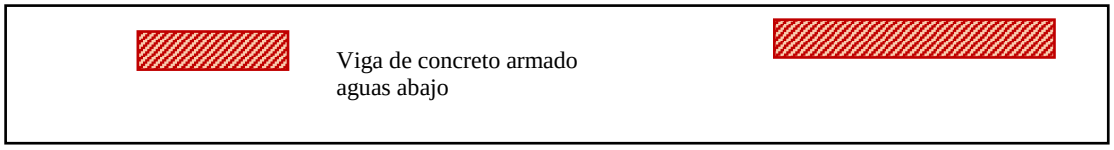


Descripción del daño: Fisuras en una dirección **Grado:** 2
Descripción del daño: Fisuras en dos direcciones **Grado:** 1

Comentarios:

Localización:





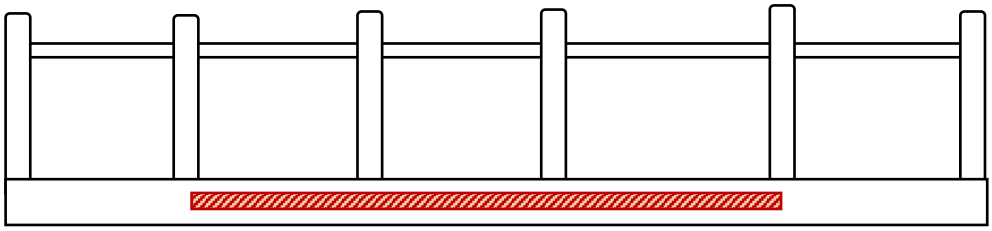
Nombre del puente:	P4	Ruta:	CA-105
Tipo de puente:	Viga losa	Luz total (m)	8.00
Año de construcción:	2005	Ancho de calzada (m)	5.10
Distrito:	Chota	Fecha de inspección	24/01/2020
Responsable de inspección	Neiser Aldair Delgado Idrogo		

Inspección visual
Accesorios: ACERAS

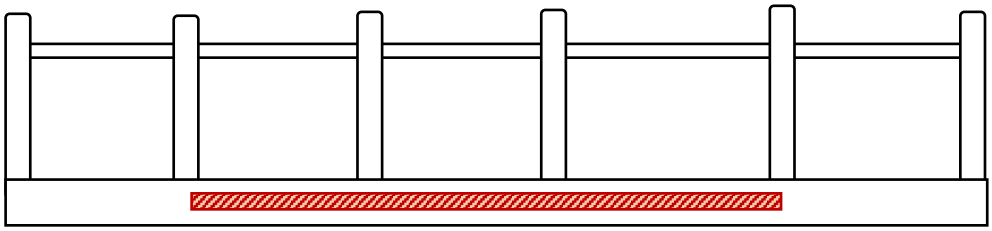
Descripción del daño: Agrietamiento **Grado:** 2

Comentarios:

Localización:



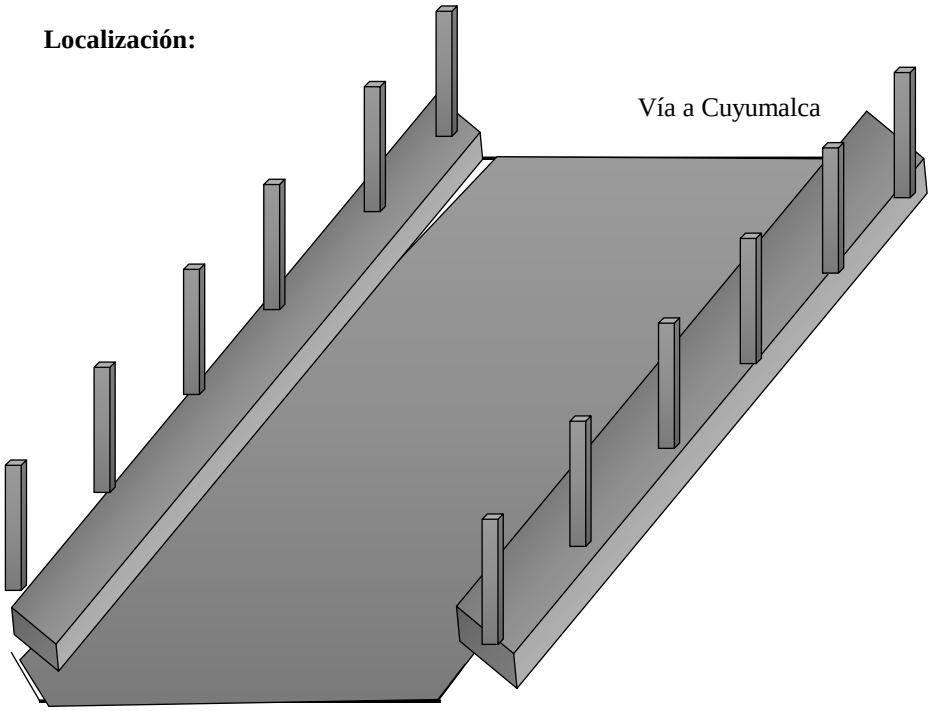
Acera aguas arriba



Acera aguas abajo

Descripción del daño: Descascaramiento **Grado:** 1

Localización:



Vía a la ciudad de Chota

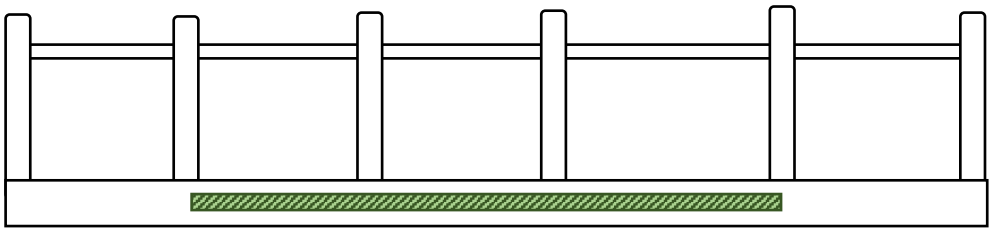
Comentarios:

Nombre del puente:	P4	Ruta:	CA-105
Tipo de puente:	Viga losa	Luz total (m)	8.00
Año de construcción:	2005	Ancho de calzada (m)	5.10
Distrito:	Chota	Fecha de inspección	24/01/2020
Responsable de inspección		Neiser Aldair Delgado Idrogo	

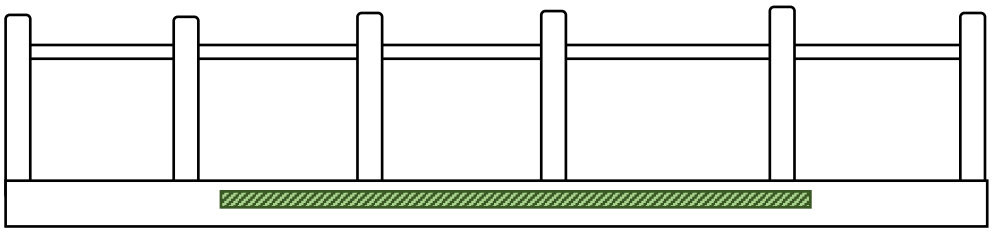
Descripción del daño: Eflorescencia **Grado:** 1

Comentarios:

Localización:



Acera aguas arriba

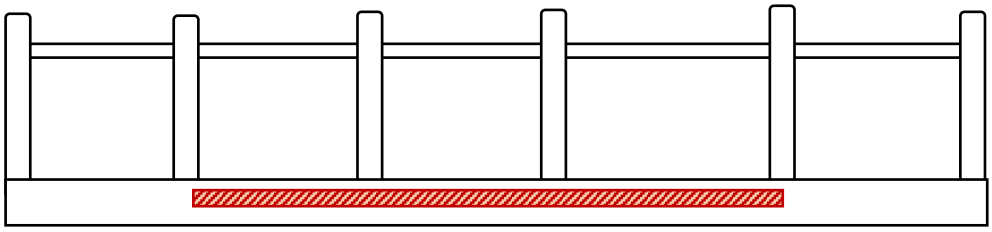


Acera aguas abajo

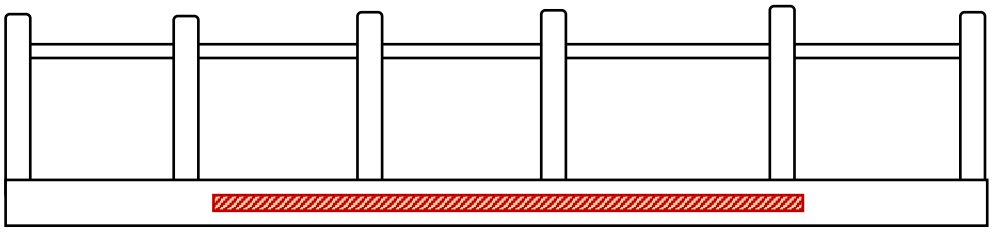
Descripción del daño: Nidos de piedra **Grado:** 1

Comentarios:

Localización:



Acera aguas arriba

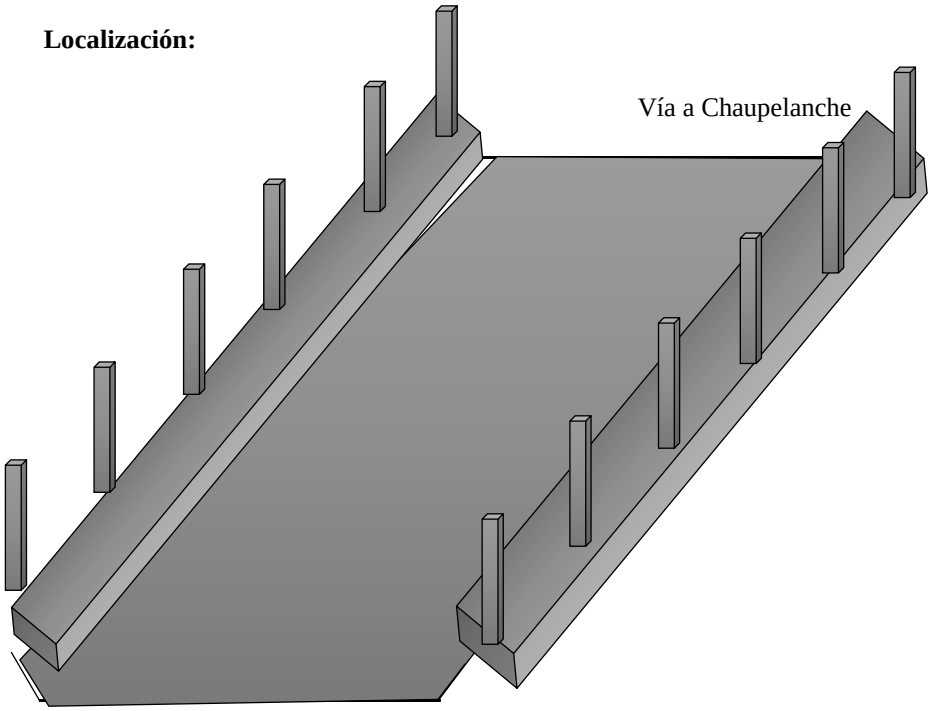


Acera aguas abajo

Nombre del puente:	P4	Ruta:	CA-105
Tipo de puente:	Viga losa	Luz total (m)	8.00
Año de construcción:	2005	Ancho de calzada (m)	5.10
Distrito:	Chota	Fecha de inspección	24/01/2020
Responsable de inspección	Neiser Aldair Delgado Idrogo		

Descripción del daño: Acero de refuerzo expuesto **Grado:** 1

Localización:



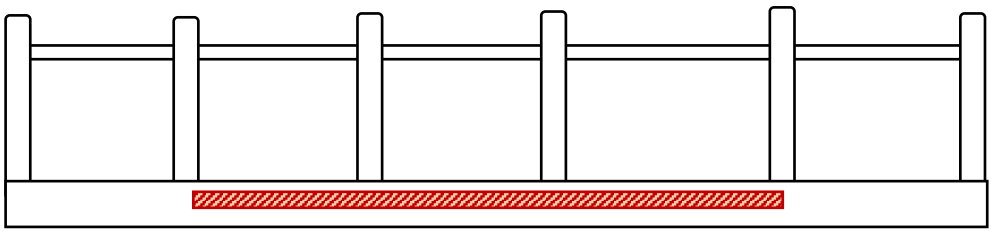
Vía a la ciudad de Chota

Comentarios:

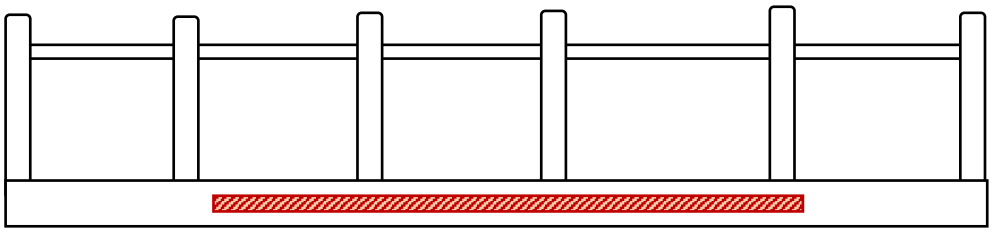
Descripción del daño: Fisuras en una dirección **Grado:** 1
Descripción del daño: Fisuras en dos direcciones **Grado:** 1

Comentarios:

Localización:



Acera aguas arriba



Acera aguas abajo

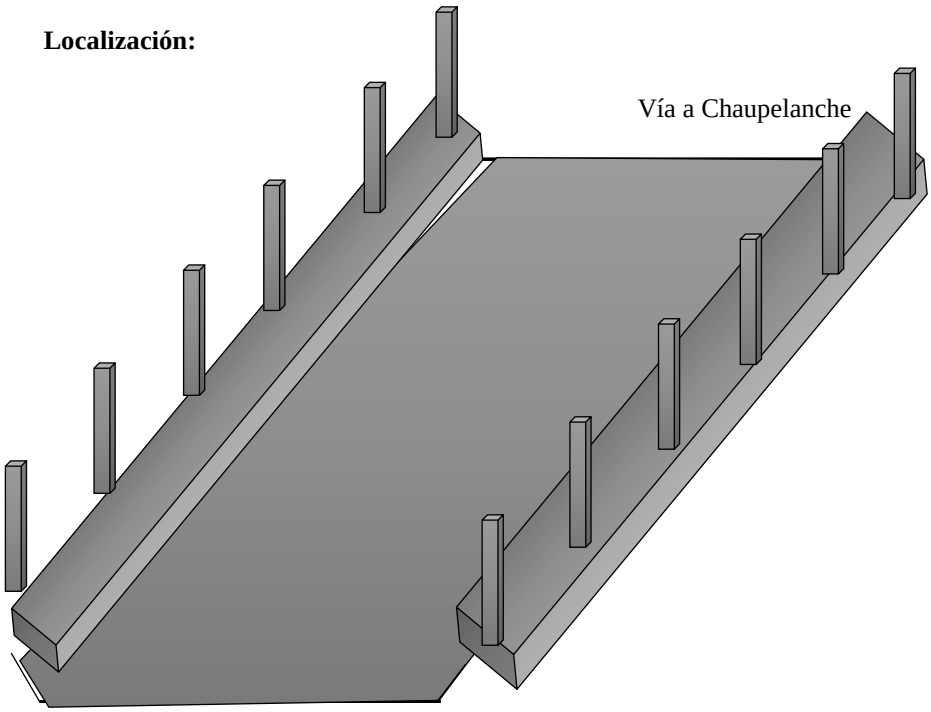
Nombre del puente:	P4	Ruta:	CA-105
Tipo de puente:	Viga losa	Luz total (m)	8.00
Año de construcción:	2005	Ancho de calzada (m)	5.10
Distrito:	Chota	Fecha de inspección	24/01/2020
Responsable de inspección		Neiser Aldair Delgado Idrogo	

Inspección visual
Accesorios: BARANDAS

Daños en elementos de acero:

Deformación	**Grado:**	2
Faltante o ausencia	**Grado:**	1
Daños por colisión	**Grado:**	1

Localización:



Vía a la ciudad de Chota

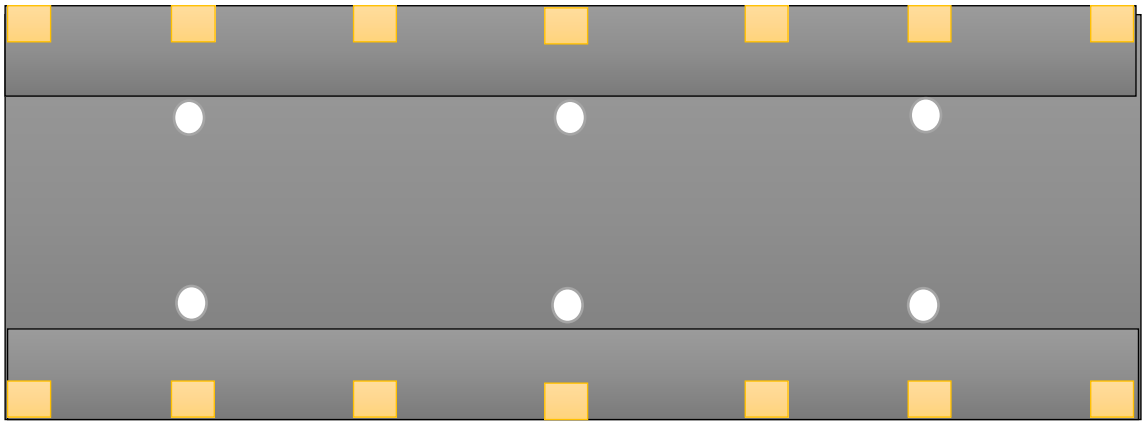
Comentarios:

Nombre del puente:	P4	Ruta:	CA-105
Tipo de puente:	Viga losa	Luz total (m)	8.00
Año de construcción:	2005	Ancho de calzada (m)	5.10
Distrito:	Chota	Fecha de inspección	24/01/2020
Responsable de inspección	Neiser Aldair Delgado Idrogo		

Inspección visual
Accesorios: DRENAJE

Daños:

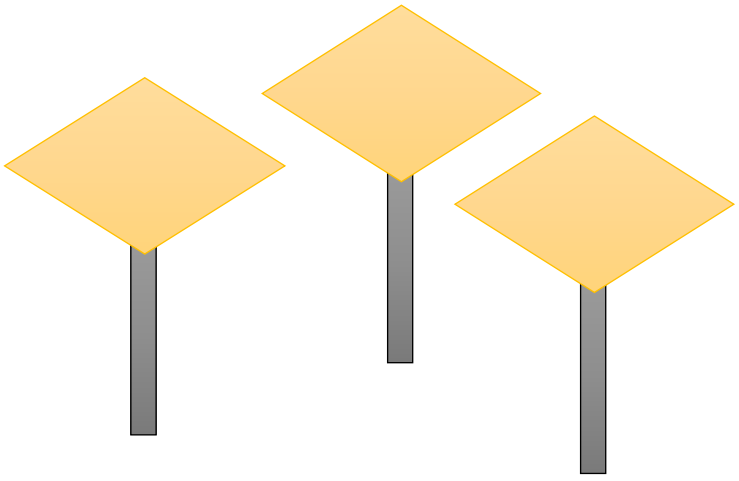
	Obstrucción de drenajes	**Grado:**	1
	Longitud o sección insuficiente	**Grado:**	1
	Mala ubicación de drenajes	**Grado:**	1
	Bombeo de la vía	**Grado:**	1



Inspección visual
Accesorios: SEÑALÉTICA

Daños:

	Ausencia de señalética	**Grado:**	5

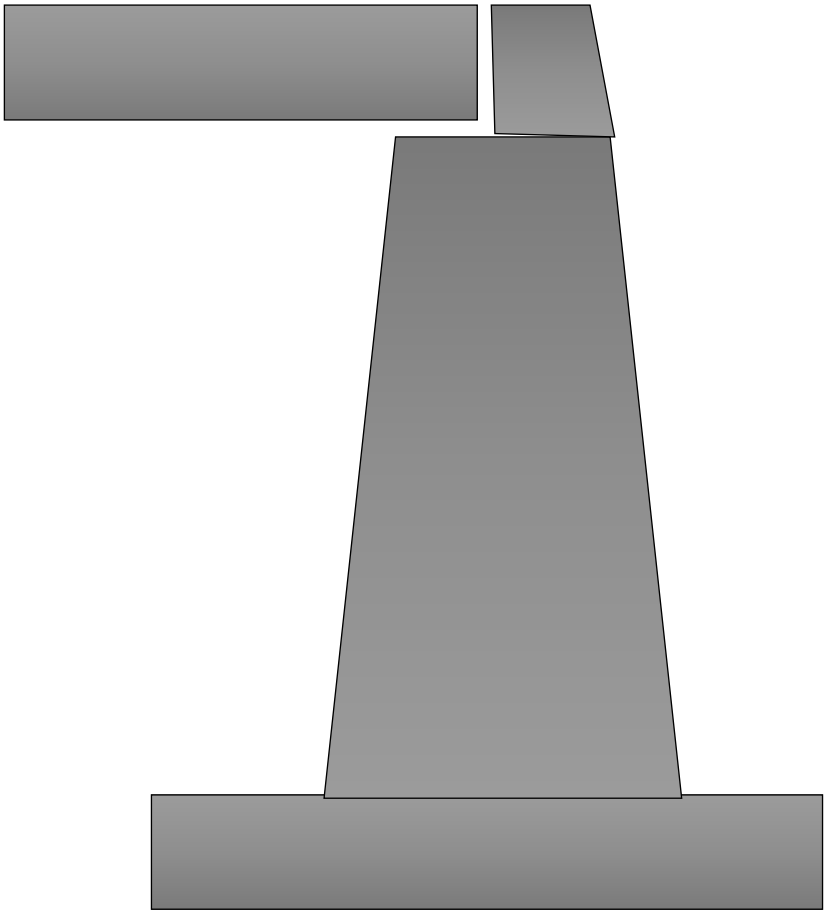


Nombre del puente:	P4	Ruta:	CA-105
Tipo de puente:	Viga losa	Luz total (m)	8.00
Año de construcción:	2005	Ancho de calzada (m)	5.10
Distrito:	Chota	Fecha de inspección	24/01/2020
Responsable de inspección	Neiser Aldair Delgado Idrogo		

Inspección visual
Elemento: ESTRIBO MARGEN IZQUIERDO

Daños en elementos de concreto:

Agrietamiento	**Grado:**	2
Descascaramiento	**Grado:**	1
Eflorescencia	**Grado:**	1
Nidos de piedra	**Grado:**	1
Acero de refuerzo expuesto	**Grado:**	1
Fisuras en una dirección	**Grado:**	1
Fisuras en dos direcciones	**Grado:**	1



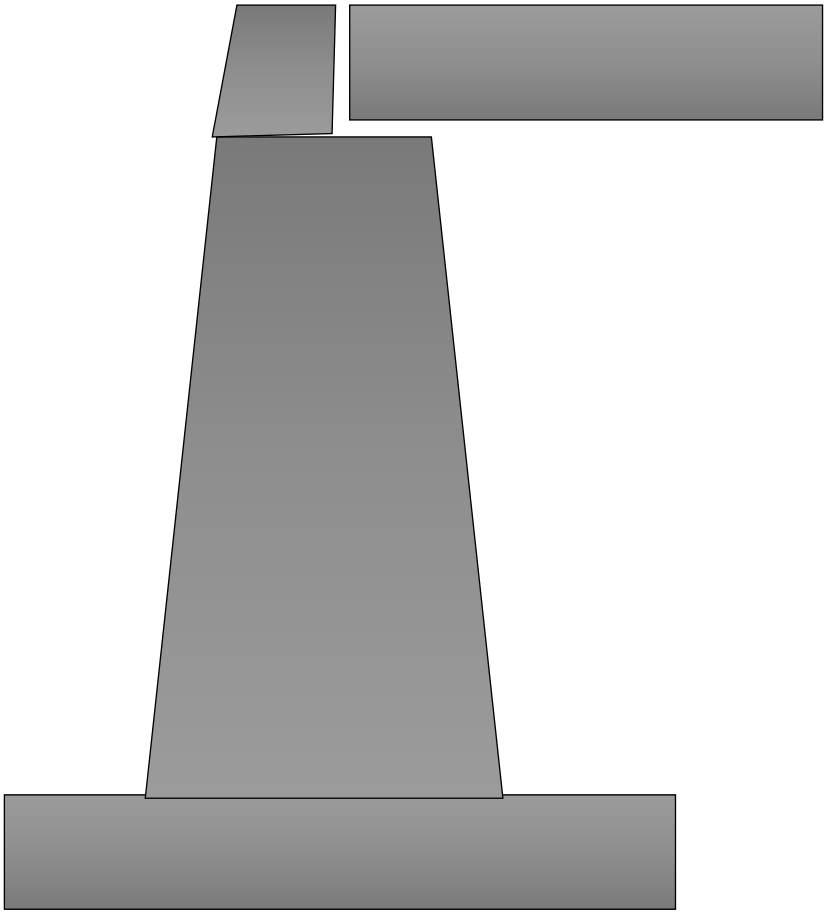
Comentarios:

Nombre del puente:	P4	Ruta:	CA-105
Tipo de puente:	Viga losa	Luz total (m)	8.00
Año de construcción:	2005	Ancho de calzada (m)	5.10
Distrito:	Chota	Fecha de inspección	24/01/2020
Responsable de inspección		Neiser Aldair Delgado Idrogo	

Inspección visual
Elemento: ESTRIBO MARGEN DERECHO

Daños en elementos de concreto:

Agrietamiento	**Grado:**	2
Descascaramiento	**Grado:**	1
Eflorescencia	**Grado:**	1
Nidos de piedra	**Grado:**	1
Acero de refuerzo expuesto	**Grado:**	1
Fisuras en una dirección	**Grado:**	1
Fisuras en dos direcciones	**Grado:**	1



Comentarios:

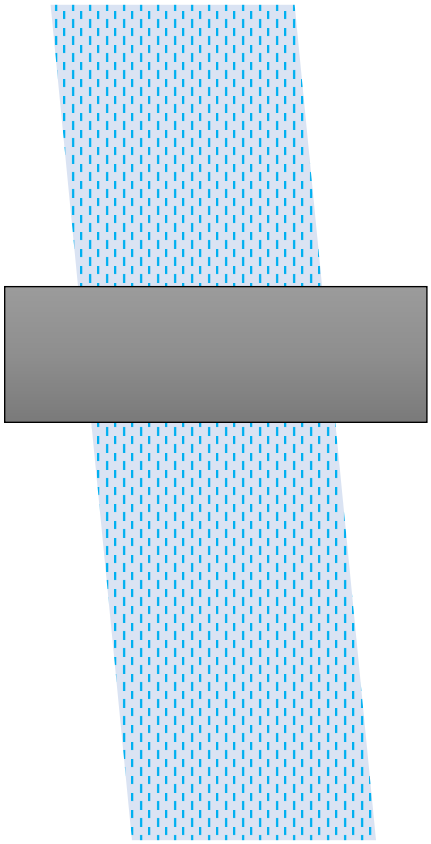
Nombre del puente:	P4	Ruta:	CA-105
Tipo de puente:	Viga losa	Luz total (m)	8.00
Año de construcción:	2005	Ancho de calzada (m)	5.10
Distrito:	Chota	Fecha de inspección	24/01/2020
Responsable de inspección	Neiser Aldair Delgado Idrogo		

Inspección visual
CAUCE

Daños:

Inestabilidad de taludes o terraplenes adyacentes a la estructura	**Grado:**	1
Erosión en el lecho y márgenes del río	**Grado:**	2
Socavación general del cauce	**Grado:**	1
Obstrucción del cauce por escombros	**Grado:**	1
Sedimentación de material	**Grado:**	1
Falla o colapso de la estructura de	**Grado:**	1

Aguas arriba



Aguas abajo

Comentarios:

Nombre del puente:	P4	Ruta:	CA-105
Tipo de puente:	Viga losa	Luz total (m)	8.00
Año de construcción:	2005	Ancho de calzada (m)	5.10
Distrito:	Chota	Fecha de inspección	24/01/2020
Responsable de inspección	Neiser Aldair Delgado Idrogo		

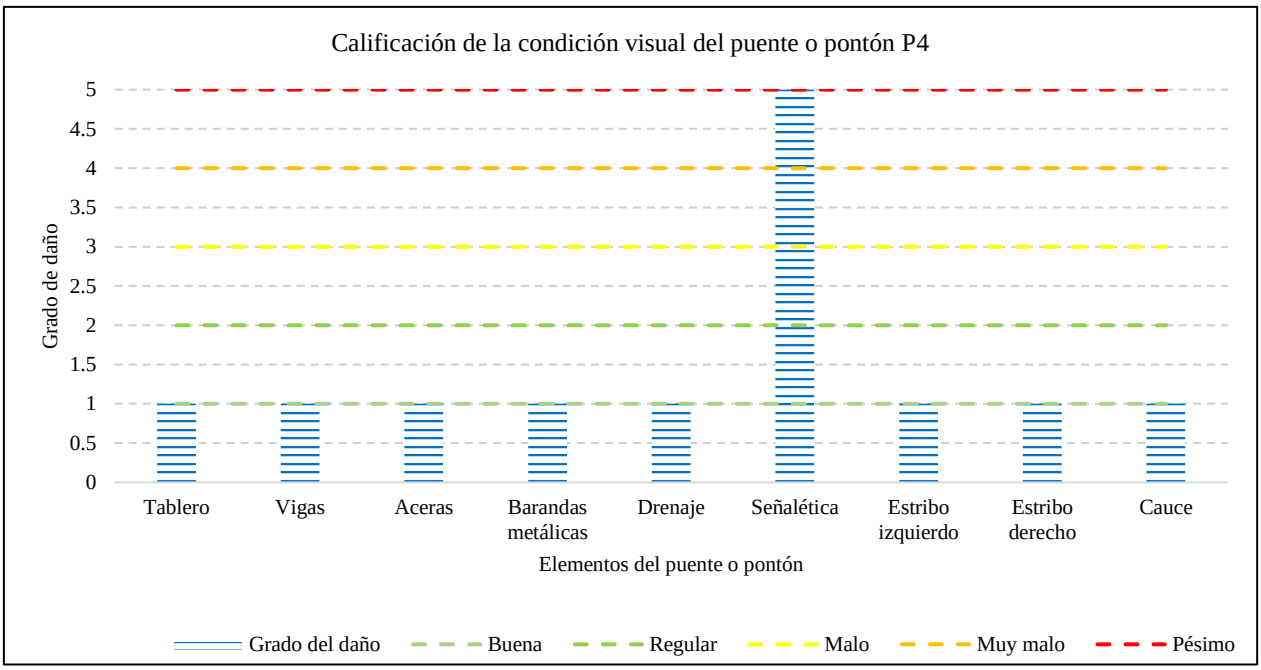
Calificación general de la condición del puente

Elemento	Daño	Grado	Daño promedio
Tablero	Agrietamiento	2	**1**
	Descascaramiento	1	
	Eflorescencia	1	
	Nidos de piedra	1	
	Acero de refuerzo expuesto	1	
	Fisuras en una dirección	1	
	Fisuras en dos direcciones	1	
Vigas	Agrietamiento	2	**1**
	Descascaramiento	1	
	Eflorescencia	1	
	Nidos de piedra	1	
	Acero de refuerzo expuesto	1	
	Fisuras en una dirección	2	
	Fisuras en dos direcciones	1	
Aceras	Agrietamiento	2	**1**
	Descascaramiento	1	
	Eflorescencia	1	
	Nidos de piedra	1	
	Acero de refuerzo expuesto	1	
	Fisuras en una dirección	1	
	Fisuras en dos direcciones	1	
Barandas metálicas	Deformación	2	**1**
	Faltante o ausencia	1	
	Daños por colisión	1	
Drenaje	Obstrucción de drenajes	1	**1**
	Longitud o sección insuficiente	1	
	Mala ubicación de drenajes	1	
	Bombeo de la vía	1	
Señalética	Ausencia de señalética	5	**5**
Estribo izquierdo	Agrietamiento	2	**1**
	Descascaramiento	1	
	Eflorescencia	1	
	Nidos de piedra	1	
	Acero de refuerzo expuesto	1	
	Fisuras en una dirección	1	
	Fisuras en dos direcciones	1	
Estribo derecho	Agrietamiento	2	**1**
	Descascaramiento	1	
	Eflorescencia	1	
	Nidos de piedra	1	
	Acero de refuerzo expuesto	1	
	Fisuras en una dirección	1	
	Fisuras en dos direcciones	1	
Cauce	Inestabilidad de taludes o terraplen	1	**1**
	Erosión en el lecho y márgenes del	2	
	Socavación general del cauce	1	
	Obstrucción del cauce por escombı	1	
	Sedimentación de material transpoı	1	

Nombre del puente:	P4	Ruta:	CA-105
Tipo de puente:	Viga losa	Luz total (m)	8.00
Año de construcción:	2005	Ancho de calzada (m)	5.10
Distrito:	Chota	Fecha de inspección	24/01/2020
Responsable de inspección		Neiser Aldair Delgado Idrogo	

Falla o colapso de la estructura de	1	
Promedio	**1**	**2**

Elemento	Grado del daño	Calificación	Necesidad de atención	Escala de color
Tablero	**1**	Bueno	Manenimiento rutinario	1
Vigas	**1**	Bueno	Manenimiento rutinario	1
Aceras	**1**	Bueno	Manenimiento rutinario	1
Barandas metálicas	**1**	Bueno	Manenimiento rutinario	1
Drenaje	**1**	Bueno	Manenimiento rutinario	1
Señalética	**5**	Pésimo	Atención prioritaria	5
Estribo izquierdo	**1**	Bueno	Manenimiento rutinario	1
Estribo derecho	**1**	Bueno	Manenimiento rutinario	1
Cauce	**1**	Bueno	Manenimiento rutinario	1
Promedio	**1**	Bueno	Manenimiento rutinario	1



Nombre del puente:	P5	Ruta:	CA-105
Tipo de puente:	Losa	Luz total (m)	3.70
Año de construcción:	2005	Ancho de calzada (m)	5.10
Distrito:	Chota	Fecha de inspección	24/01/2020
Responsable de inspección	Neiser Aldair Delgado Idrogo		

Toma de datos de la inspección

1) Identificación y ubicación

Nombre:	Pontón Río de Nuevo Oriente	Dpto politico:	Cajamarca
Tipo de puente:	Cajón	Dpto vial:	Cajamarca
Ruta:	CA-105	Provincia:	Chota
Tramo:	km 65+000 - km 78+000	Distrito:	Chota
Km:	78+000	Poblado más cercano:	Cruce a la Huanga Chaupelanche
Coordenadas UTM WGS 84			
Este:	767243		
Norte:	9268601		
Altura (msnm)	3076		

2) Datos generales

Longitud total (m):	3.70	Tipo de servicio:	Público
Ancho de calzada (m):	5.10	Número vías tránsito:	1
Ancho de vereda (m):	0.70	Año de construción:	2005
Altura libre superior (m)	0.15	Alineamiento:	Vertical
Altura libre inferior (m)	2.70		

3) Tramos

Número de tramos	1	Longitud tramo 1 (m):	3.7
Luz principal (m)	3.7	Longitud tramo 2 (m):	No posee

4) Superestructura

Losa

Material	Concreto armado
Espesor (m)	0.25
Superficie de desgaste	Afirmado

Vigas

Material	Concreto armado
N° de vigas	2
Forma	Rectangular
Peralte (m)	0.25
Separación entre ejes (m)	3.00

5) Subestructura

Estribo izquierdo

Elevación tipo:	2.5
Material:	Concreto armado
Cimentación/Tipo	
Cimentación/material	

Estribo derecho

Elevación tipo:	2.5
Material:	Concreto armado
Cimentación/Tipo	
Cimentación/material	

Apoyo izquierdo

Tipo:	
Material:	
N° de apoyos:	

Apoyo derecho

Tipo:	
Material:	
N° de apoyos:	

6) Pilares

Nombre del puente:	P5	Ruta:	CA-105
Tipo de puente:	Losa	Luz total (m)	3.70
Año de construcción:	2005	Ancho de calzada (m)	5.10
Distrito:	Chota	Fecha de inspección	24/01/2020
Responsable de inspección		Neiser Aldair Delgado Idrogo	

Pila 1
Elevación/Tipo:
Elevación/material:
Cimentación/tipo:
Cimentación/material:

Pila 2
Elevación/Tipo:
Elevación/material:
Cimentación/tipo:
Cimentación/material:

7) Accesorios

Barandas
Tipo: Acero tubular
Material: Acero

Veredas y sardineles
Ancho de vereda (m): 0.7
Altura sardinel (m): 0.20

Drenajes
Tipo
N° de drenajes

Juntas de expansión
Tipo
N° de juntas

8) Seguridad vial

Acceso izquierdo
Señal informativa: No tiene
Señal preventiva: No tiene
Señal reglamentaria: No tiene
Señal horizontal: No tiene

Acceso derecho
Señal informativa: No tiene
Señal preventiva: No tiene
Señal reglamentaria: No tiene
Señal horizontal: No tiene

9) Sobrecarga
Señalización de carga: No tiene

10) Condición del sector de la carretera
Condición de la carretera: Regular

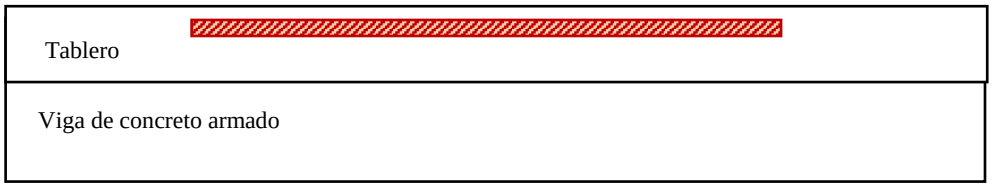
11) Niveles de agua

Aguas máximas (m):	2.2	Presenta socavación:	No
Aguas mínimas (m):	0.3	Necesita encauzamiento:	No
Galibo determinado (m):	0.5	Longitud de socavación (m):	0
Período de aguas máximas:	Diciembre - marzo	Longitud de encausamiento (m):	0
Período de estiaje:	Junio - septiembre		

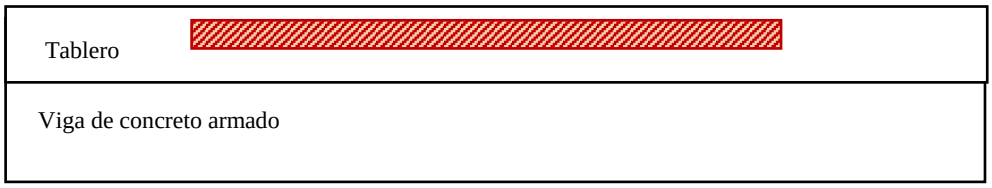
Nombre del puente:	P5	Ruta:	CA-105
Tipo de puente:	Losa	Luz total (m)	3.70
Año de construcción:	2005	Ancho de calzada (m)	5.10
Distrito:	Chota	Fecha de inspección	24/01/2020
Responsable de inspección	Neiser Aldair Delgado Idrogo		

Inspección visual
Elemento: TABLERO

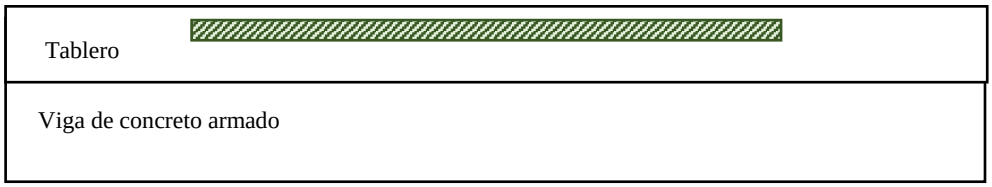
Descripción del daño: Agrietamiento **Grado:** 2



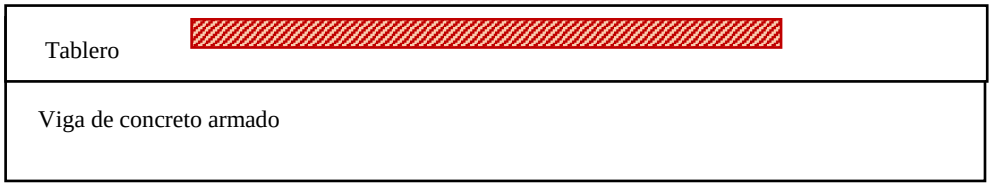
Descripción del daño: Descascaramiento **Grado:** 1



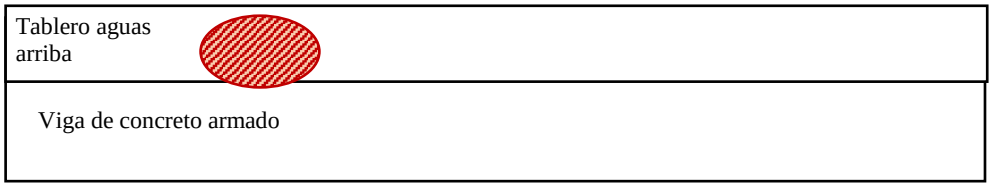
Descripción del daño: Eflorescencia **Grado:** 1

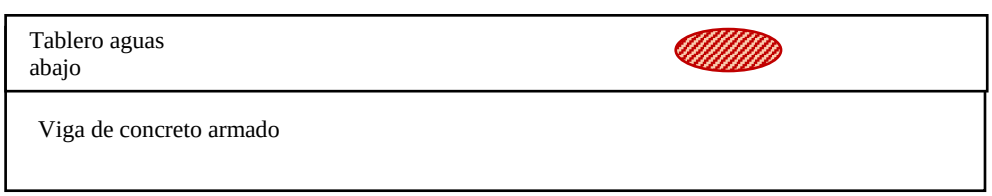


Descripción del daño: Nidos de piedra **Grado:** 1



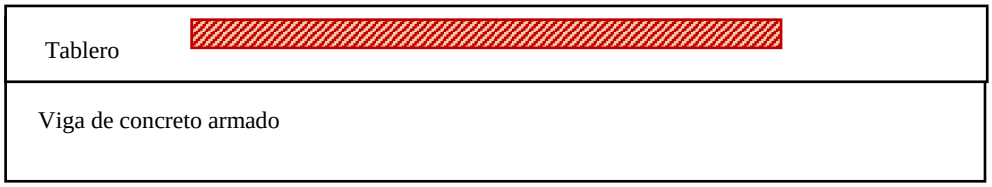
Descripción del daño: Acero de refuerzo expuesto **Grado:** 1





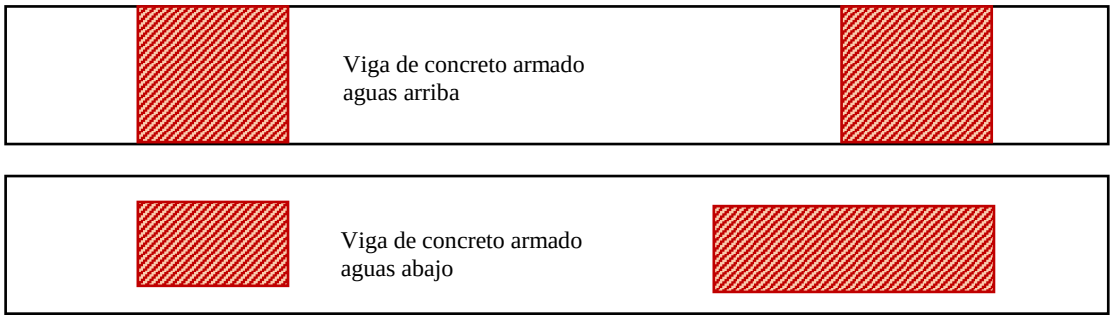
Nombre del puente:	P5	Ruta:	CA-105
Tipo de puente:	Losa	Luz total (m)	3.70
Año de construcción:	2005	Ancho de calzada (m)	5.10
Distrito:	Chota	Fecha de inspección	24/01/2020
Responsable de inspección	Neiser Aldair Delgado Idrogo		

Descripción del daño:	Fisuras en una dirección	**Grado:**	1
Descripción del daño:	Fisuras en dos direcciones	**Grado:**	1

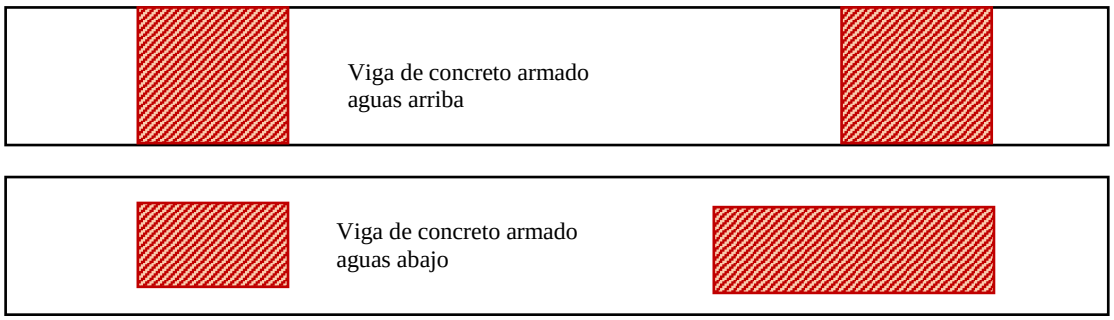


Inspección visual
Elemento: VIGAS

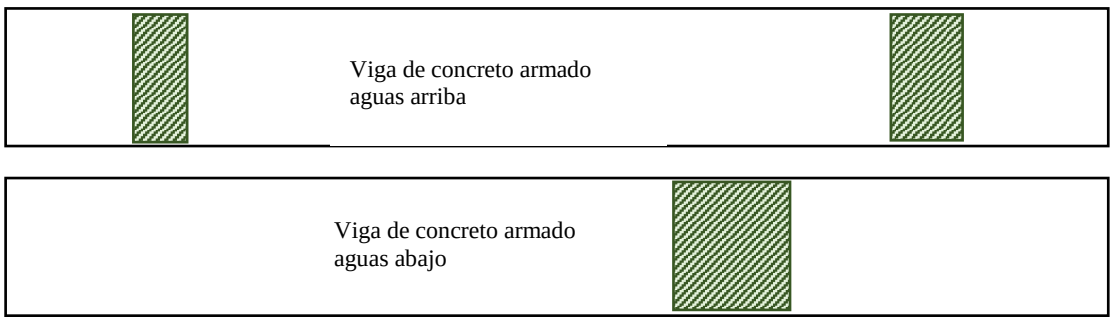
Descripción del daño:	Agrietamiento	**Grado:**	2



Descripción del daño:	Descascaramiento	**Grado:**	1

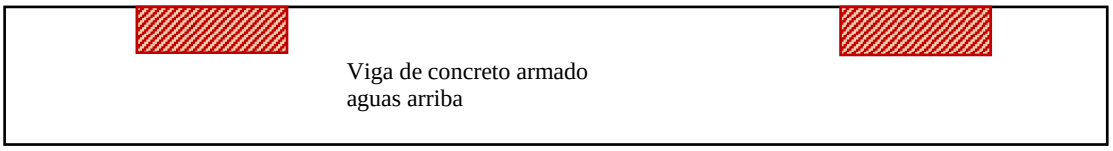


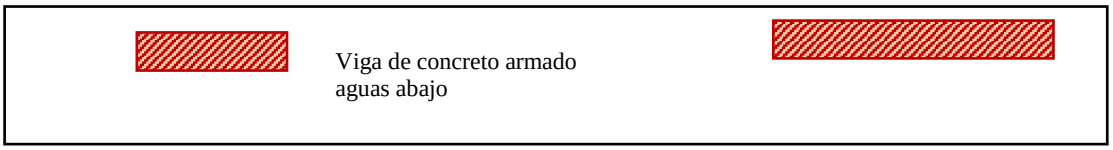
Descripción del daño:	Eflorescencia	**Grado:**	1



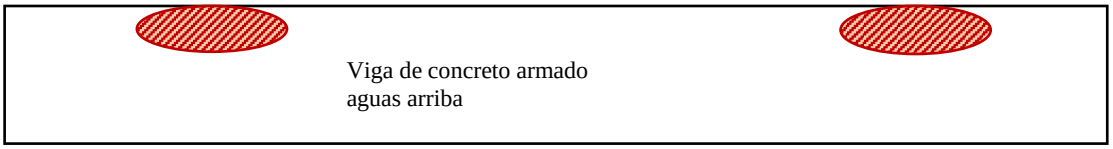
Nombre del puente:	P5	Ruta:	CA-105
Tipo de puente:	Losa	Luz total (m)	3.70
Año de construcción:	2005	Ancho de calzada (m)	5.10
Distrito:	Chota	Fecha de inspección	24/01/2020
Responsable de inspección		Neiser Aldair Delgado Idrogo	

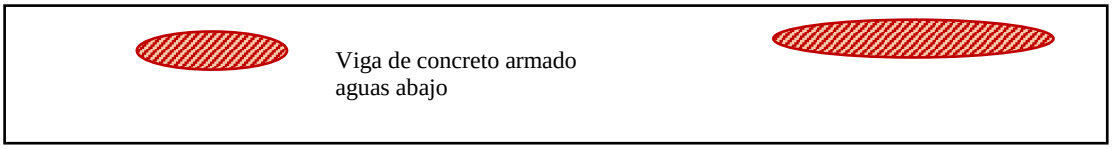
Descripción del daño: Nidos de piedra **Grado:** 1



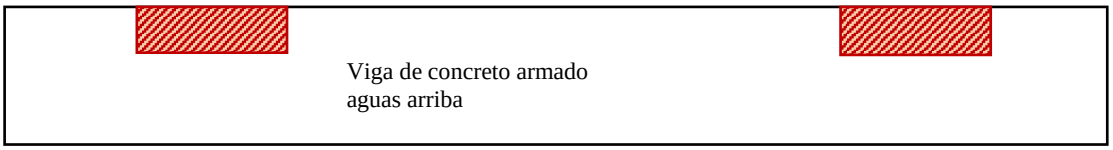


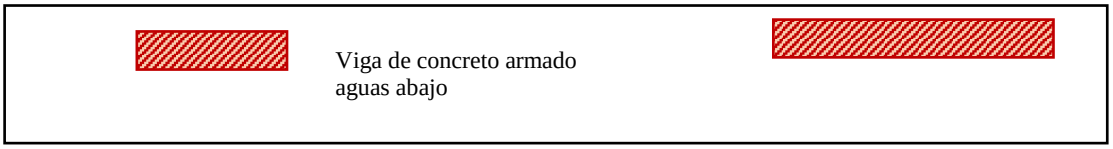
Descripción del daño: Acero de refuerzo expuesto **Grado:** 1





Descripción del daño: Fisuras en una dirección **Grado:** 2
Descripción del daño: Fisuras en dos direcciones **Grado:** 1





Nombre del puente:	P5	Ruta:	CA-105
Tipo de puente:	Losa	Luz total (m)	3.70
Año de construcción:	2005	Ancho de calzada (m)	5.10
Distrito:	Chota	Fecha de inspección	24/01/2020
Responsable de inspección		Neiser Aldair Delgado Idrogo	

Inspección visual
Accesorios: ACERAS

Descripción del daño: Agrietamiento **Grado:** 2



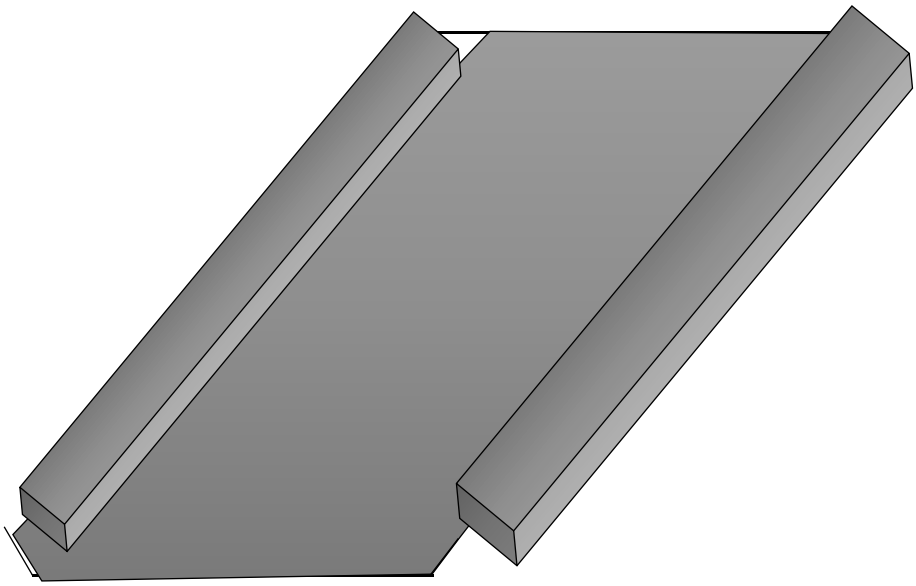
Acera aguas arriba



Acera aguas abajo

Descripción del daño: Descascaramiento **Grado:** 3

Chaupelanche



Vía a la ciudad de Chota

Comentarios:

Descripción del daño: Eflorescencia **Grado:** 1



Acera aguas arriba



Acera aguas abajo

Descripción del daño: Nidos de piedra **Grado:** 2



Acera aguas arriba

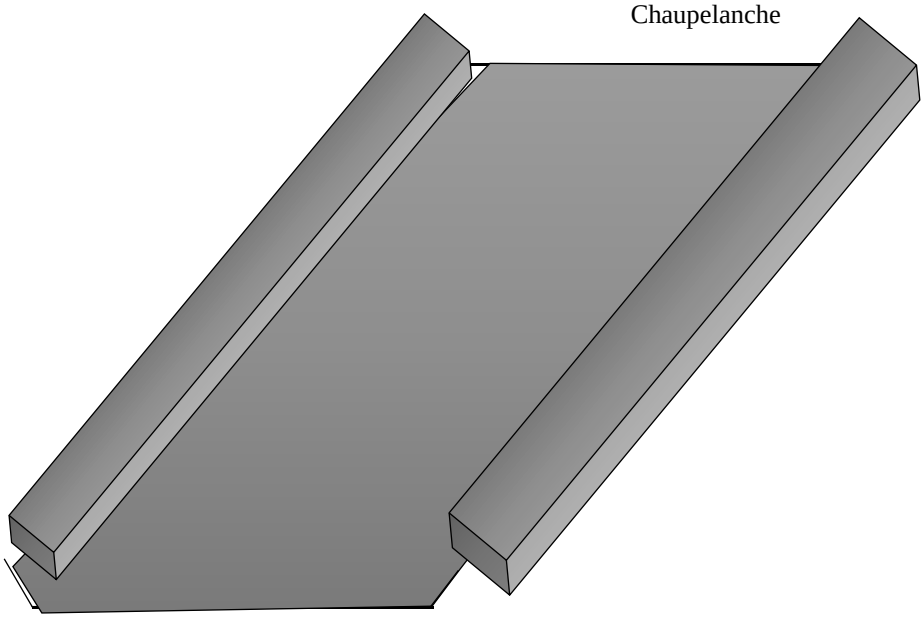
Nombre del puente:	P5	Ruta:	CA-105
Tipo de puente:	Losa	Luz total (m)	3.70
Año de construcción:	2005	Ancho de calzada (m)	5.10
Distrito:	Chota	Fecha de inspección	24/01/2020
Responsable de inspección		Neiser Aldair Delgado Idrogo	



Acera aguas abajo

Descripción del daño: Acero de refuerzo expuesto **Grado:** 1

Chaupelanche



Vía a la ciudad de Chota

Descripción del daño: Fisuras en una dirección **Grado:** 2
Descripción del daño: Fisuras en dos direcciones **Grado:** 1



Acera aguas arriba



Acera aguas abajo

Nombre del puente:	P5	Ruta:	CA-105
Tipo de puente:	Losa	Luz total (m)	3.70
Año de construcción:	2005	Ancho de calzada (m)	5.10
Distrito:	Chota	Fecha de inspección	24/01/2020
Responsable de inspección	Neiser Aldair Delgado Idrogo		

Inspección visual
Accesorios: BARANDAS

Daños en elementos de acero:

Faltante o ausencia	**Grado:**	5

Inspección visual
Accesorios: DRENAJE

Daños:

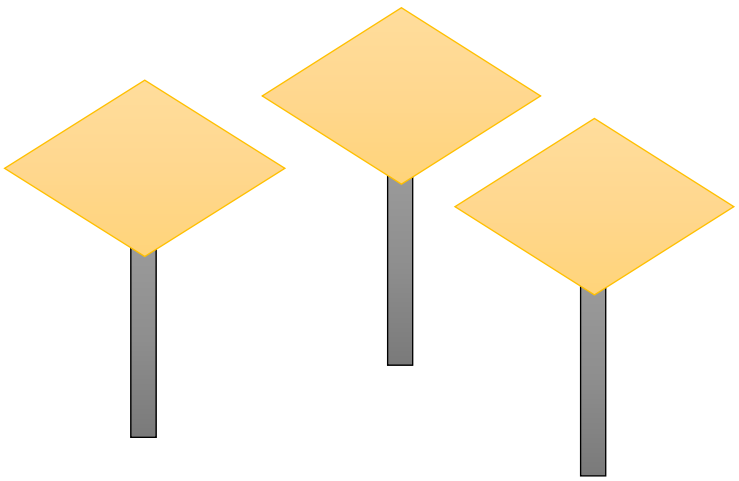
Ausencia de drenaje	**Grado:**	5
Bombeo de la vía	**Grado:**	2



Inspección visual
Accesorios: SEÑALÉTICA

Daños:

Ausencia de señalética	**Grado:**	5

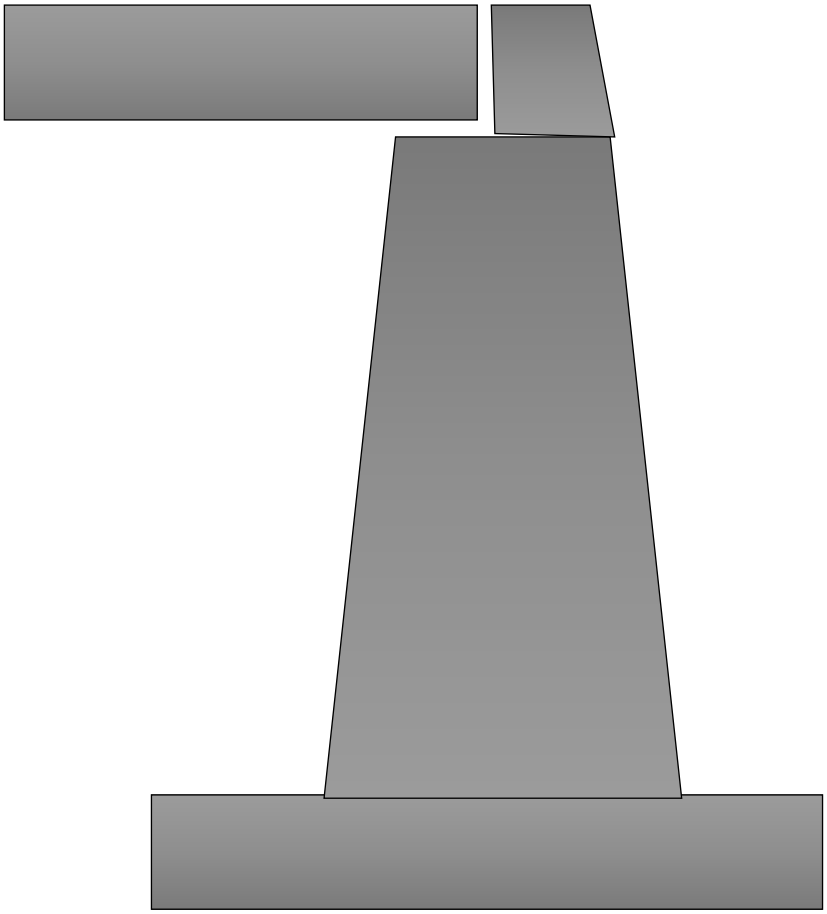


Nombre del puente:	P5	Ruta:	CA-105
Tipo de puente:	Losa	Luz total (m)	3.70
Año de construcción:	2005	Ancho de calzada (m)	5.10
Distrito:	Chota	Fecha de inspección	24/01/2020
Responsable de inspección		Neiser Aldair Delgado Idrogo	

Inspección visual
Elemento: ESTRIBO MARGEN IZQUIERDO

Daños en elementos de concreto:

Agrietamiento	**Grado:**	2
Descascaramiento	**Grado:**	1
Eflorescencia	**Grado:**	1
Nidos de piedra	**Grado:**	1
Acero de refuerzo expuesto	**Grado:**	1
Fisuras en una dirección	**Grado:**	2
Fisuras en dos direcciones	**Grado:**	1



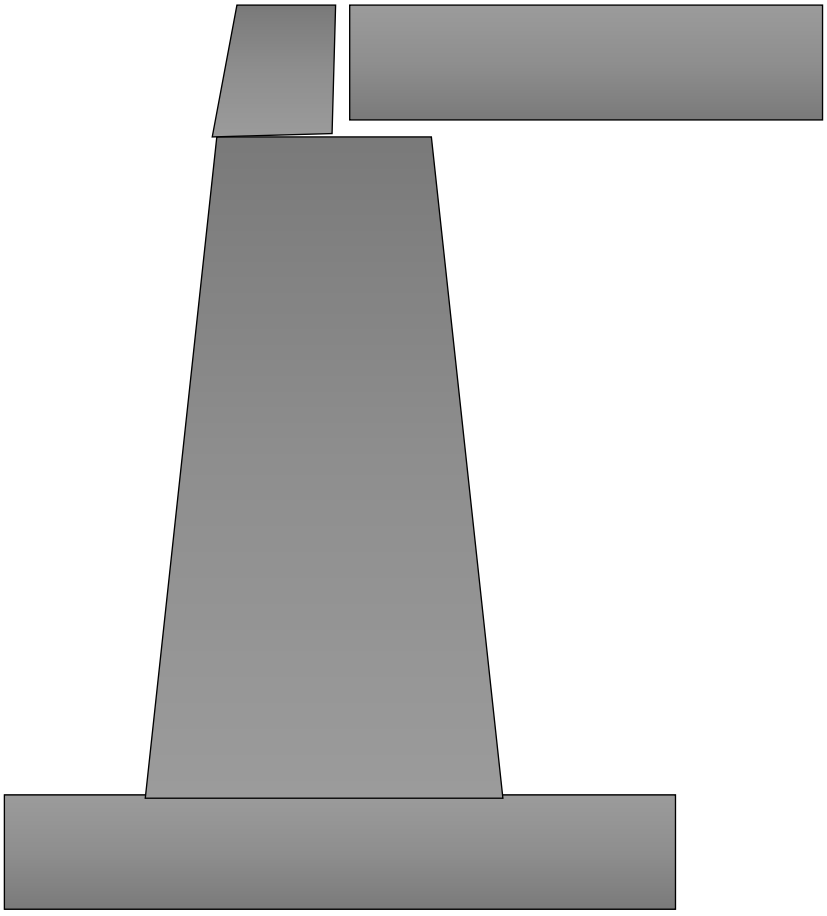
Comentarios:

Nombre del puente:	P5	Ruta:	CA-105
Tipo de puente:	Losa	Luz total (m)	3.70
Año de construcción:	2005	Ancho de calzada (m)	5.10
Distrito:	Chota	Fecha de inspección	24/01/2020
Responsable de inspección		Neiser Aldair Delgado Idrogo	

Inspección visual
Elemento: ESTRIBO MARGEN DERECHO

Daños en elementos de concreto:

Agrietamiento	**Grado:**	2
Descascaramiento	**Grado:**	2
Eflorescencia	**Grado:**	1
Nidos de piedra	**Grado:**	2
Acero de refuerzo expuesto	**Grado:**	1
Fisuras en una dirección	**Grado:**	2
Fisuras en dos direcciones	**Grado:**	1



Comentarios:

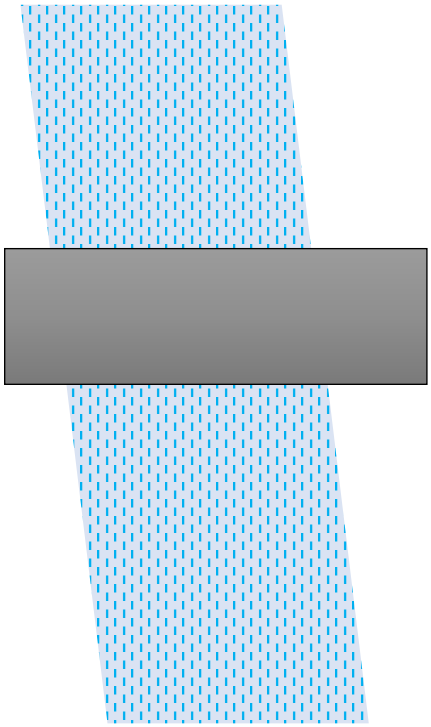
Nombre del puente:	P5	Ruta:	CA-105
Tipo de puente:	Losa	Luz total (m)	3.70
Año de construcción:	2005	Ancho de calzada (m)	5.10
Distrito:	Chota	Fecha de inspección	24/01/2020
Responsable de inspección	Neiser Aldair Delgado Idrogo		

Inspección visual
CAUCE

Daños:

Inestabilidad de taludes o terraplenes adyacentes a la estructura	**Grado:**	1
Erosión en el lecho y márgenes del río	**Grado:**	2
Socavación general del cauce	**Grado:**	1
Obstrucción del cauce por escombros	**Grado:**	1
Sedimentación de material	**Grado:**	2
Falla o colapso de la estructura de	**Grado:**	1

Aguas arriba



Aguas abajo

Comentarios:

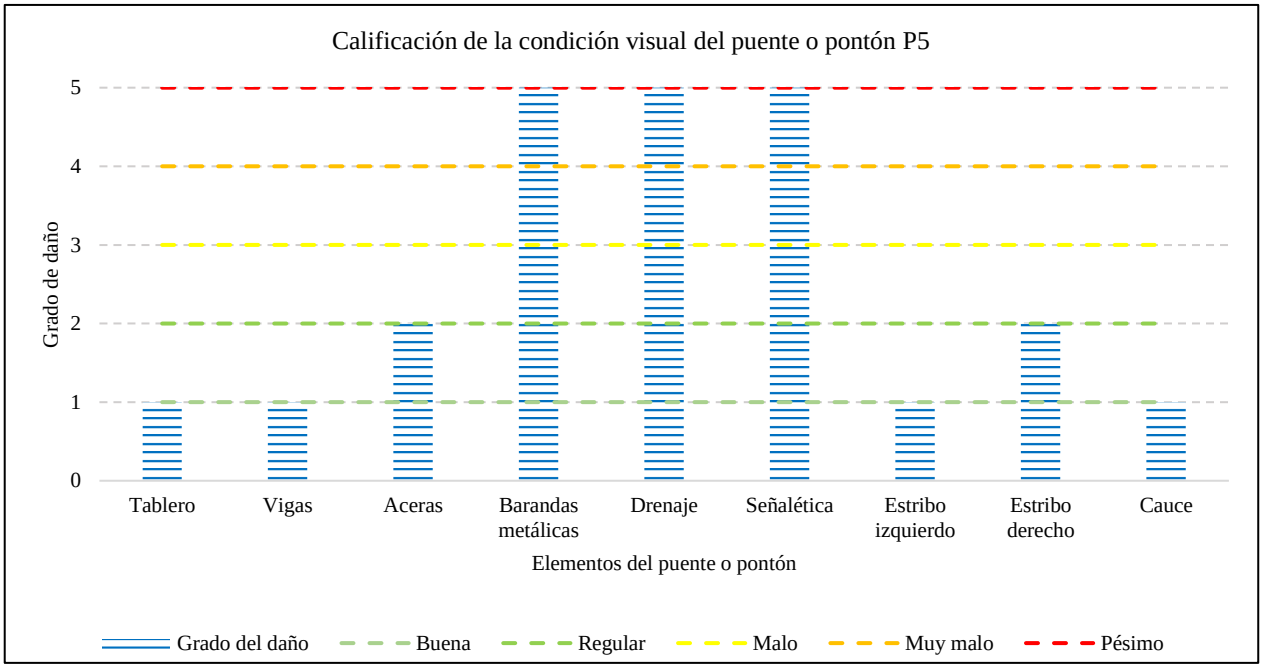
Nombre del puente:	P5	Ruta:	CA-105
Tipo de puente:	Losa	Luz total (m)	3.70
Año de construcción:	2005	Ancho de calzada (m)	5.10
Distrito:	Chota	Fecha de inspección	24/01/2020
Responsable de inspección		Neiser Aldair Delgado Idrogo	

Calificación general de la condición del puente

Elemento	Daño	Grado	Daño promedio
Tablero	Agrietamiento	2	**1**
	Descascaramiento	1	
	Eflorescencia	1	
	Nidos de piedra	1	
	Acero de refuerzo expuesto	1	
	Fisuras en una dirección	1	
	Fisuras en dos direcciones	1	
Vigas	Agrietamiento	2	**1**
	Descascaramiento	1	
	Eflorescencia	1	
	Nidos de piedra	1	
	Acero de refuerzo expuesto	1	
	Fisuras en una dirección	2	
	Fisuras en dos direcciones	1	
Aceras	Agrietamiento	2	**2**
	Descascaramiento	3	
	Eflorescencia	1	
	Nidos de piedra	2	
	Acero de refuerzo expuesto	1	
	Fisuras en una dirección	2	
	Fisuras en dos direcciones	1	
Barandas metálicas	Faltante o ausencia	5	**5**
Drenaje	Ausencia de drenaje	5	**5**
Señalética	Ausencia de señalética	5	**5**
Estribo izquierdo	Agrietamiento	2	**1**
	Descascaramiento	1	
	Eflorescencia	1	
	Nidos de piedra	1	
	Acero de refuerzo expuesto	1	
	Fisuras en una dirección	2	
	Fisuras en dos direcciones	1	
Estribo derecho	Agrietamiento	2	**2**
	Descascaramiento	2	
	Eflorescencia	1	
	Nidos de piedra	2	
	Acero de refuerzo expuesto	1	
	Fisuras en una dirección	2	
	Fisuras en dos direcciones	1	
Cauce	Inestabilidad de taludes o terraplen	1	**1**
	Erosión en el lecho y márgenes del	2	
	Socavación general del cauce	1	
	Obstrucción del cauce por escombı	1	
	Sedimentación de material transpoı	2	
	Falla o colapso de la estructura de	1	
	Promedio	**2**	**3**

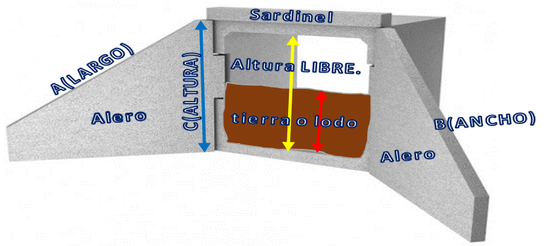
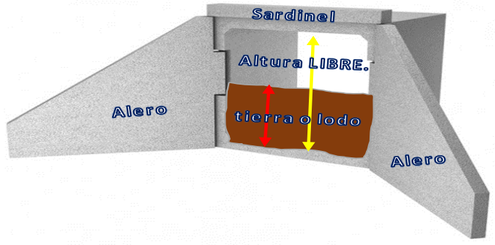
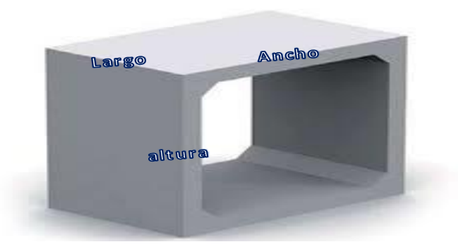
Nombre del puente:	P5	Ruta:	CA-105
Tipo de puente:	Losa	Luz total (m)	3.70
Año de construcción:	2005	Ancho de calzada (m)	5.10
Distrito:	Chota	Fecha de inspección	24/01/2020
Responsable de inspección		Neiser Aldair Delgado Idrogo	

Elemento	Grado del daño	Calificación	Necesidad de atención	Escala de color
Tablero	**1**	Bueno	Manenimiento rutinario	1
Vigas	**1**	Bueno	Manenimiento rutinario	1
Aceras	**2**	Regular	Reparaciones generales	2
Barandas metálicas	**5**	Pésimo	Atención prioritaria	5
Drenaje	**5**	Pésimo	Atención prioritaria	5
Señalética	**5**	Pésimo	Atención prioritaria	5
Estribo izquierdo	**1**	Bueno	Manenimiento rutinario	1
Estribo derecho	**2**	Regular	Reparaciones generales	2
Cauce	**1**	Bueno	Manenimiento rutinario	1
Promedio	**3**	Malo	Reparaciones urgentes	3



Anexo F. Ficha de inspección visual de alcantarillas

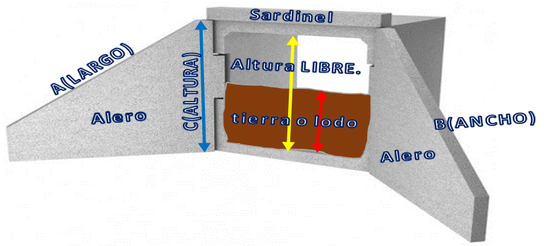
INSPECCIÓN DE ALCANTARILLAS

CABEZAL DE ENTRADA	CABEZAL DE SALIDA	CUERPO DE ACANTARILLA
		

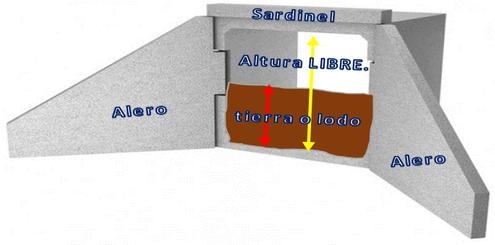
ALCANT	TIPO	LONG TOTAL	ANCHO DE CALZADA	ALEROS ENTRADA			ALEROS SALIDA			CAJA DE ENTRADA			EMBOQUILLADO DE SALIDA			SARDINEL			ALTURA LIBRE		ALTURA TOTAL	OBSERVACIONES
				A (LARGO)	B (ANCHO)	C (ALTURA)	A (LARGO)	B (ANCHO)	C (ALTURA)	A (LARGO)	B (ANCHO)	C (ALTURA)	A (LARGO)	B (ANCHO)	C (ALTURA)	A (LARGO)	B (ANCHO)	C (ALTURA)	ENTRADA	SALIDA		
1	LOSA	6.00	6.00	0.60	0.30	0.60	0.60	0.40	0.60							1.20	0.20	0.40	0.60	0.60	X	Entrada obstruida por lodo y rocas
2	LOSA	5.10	4.70													1.20	0.20	0.40	0.20	0.30	X	Obstruido por tierra y arbustos no se ve los aleros ni las cajas, estado bueno
3	LOSA	5.40	6.00													0.90	0.20	0.40	0.00	0.20	X	Obstruido por tierra y arbustos no se ve los aleros ni las cajas, estado bueno
4	ENROCADO	6.80	3.80													1.00			0.70	0.80	1.00	Obstruido por tierra en cierta parte
5	LOSA	5.10	4.70	0.55	0.30	0.60	0.55	0.30	0.60							1.20	0.25	0.40	0.10	0.60	X	Obstruido por tierra y arbustos no se ve los aleros ni las cajas, estado bueno
6	LOSA	5.10	4.70	0.60	0.20	0.80	0.60	0.20	0.80	0.60	1.60	0.30				1.20	0.25	0.40	0.80	0.80	X	Para mantenimiento, se encuentra util, en buen estado, obstruida por tierra en parte
7	LOSA	5.10	4.60	0.60	0.20	0.80	0.60	0.20	0.60	0.60	1.60	0.20	0.60	1.20	0.10	1.20	0.25	0.40	0.80	0.80	X	Para mantenimiento, se encuentra util, en buen estado, obstruida por tierra en parte
8	LOSA	5.40	4.90	0.60	0.20	0.60	0.60	0.20	0.60	0.60	1.60	0.20	0.60	1.20	0.10	1.20	0.25	0.40	0.90	0.90	0.90	Para mantenimiento, se encuentra util, en buen estado, obstruida por tierra en parte
9	LOSA	7.25	6.85	0.45	0.20	1.00	0.45	0.20	1.00				0.40	1.20	0.10	1.50	0.25	0.40	0.90	0.90	0.90	Para mantenimiento, se encuentra util, en buen estado, obstruida por tierra en parte
10	LOSA	5.10	4.70	0.60	0.20	0.80	0.60	0.20	0.60				0.40	1.20	0.10	1.20	0.25	0.40	0.95	0.95	1.00	Para mantenimiento, se encuentra util, en buen estado, obstruida por tierra en parte
11	LOSA	5.45	5.05	0.60	0.20	0.80	0.60	0.20	0.80							1.20	0.25	0.40	0.60	0.55	X	Obstruido por tierra y arbustos no se ve los aleros ni las cajas, estado bueno
12	LOSA	6.10	5.70	0.80	0.20	0.90	0.80	0.20	0.90							1.20	0.25	0.40	0.70	0.55	X	Obstruido por tierra y arbustos no se ve los aleros ni las cajas, estado bueno
13	LOSA	7.00	6.60	0.85	0.20	0.90	0.85	0.20	0.90							1.20	0.25	0.40	0.65	0.55	X	Obstruido por tierra y arbustos no se ve los aleros ni las cajas, estado bueno
14	LOSA	5.50	5.10	1.00	0.20	0.50	0.60	0.20	0.95	0.60	1.60	0.40	0.40	1.20	0.10	1.20	0.20	0.40	0.90	0.90	X	Para mantenimiento, se encuentra util, en buen estado, obstruida por tierra en parte
15	LOSA	4.70	4.40	0.40	0.15	0.70	0.40	0.15	0.70							1.00	0.20	0.40	1.10	1.60	X	Para mantenimiento, se encuentra util, en buen estado, obstruida por tierra en parte
16	LOSA	5.45	5.05	0.60	0.20	0.90	0.60	0.20	0.90							1.20	0.20	0.40	0.90	0.80	X	Para mantenimiento, se encuentra util, en buen estado, obstruida por tierra en parte
17	LOSA	5.45	5.05	0.40	0.20	1.15	0.40	0.20	1.20							1.20	0.20	0.40	0.85	0.85	X	Para mantenimiento, se encuentra util, en buen estado, obstruida por tierra en parte
18	LOSA	6.00	5.70	0.70	0.20	0.65	0.70	0.20	0.65							0.70	0.20	0.30	0.45	0.45	X	Obstruido por tierra y arbustos no se ve los aleros ni las cajas, estado bueno
19	ENROCADO	4.20	4.10													1.00					X	Obstruido por tierra en cierta parte

INSPECCIÓN DE ALCANTARILLAS

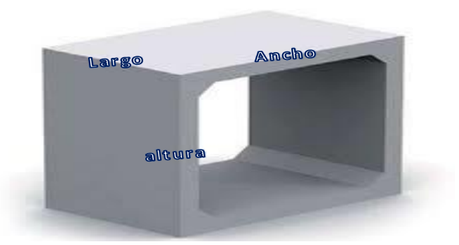
CABEZAL DE ENTRADA



CABEZAL DE SALIDA



CUERPO DE ACANTARILLA



ALCANT	TIPO	LONG TOTAL	ANCHO DE CALZADA	ALEROS ENTRADA			ALEROS SALIDA			CAJA DE ENTRADA			EMBOQUILLADO DE SALIDA			SARDINEL			ALTURA LIBRE		ALTURA TOTAL	OBSERVACIONES
				A (LARGO)	B (ANCHO)	C (ALTURA)	A (LARGO)	B (ANCHO)	C (ALTURA)	A (LARGO)	B (ANCHO)	C (ALTURA)	A (LARGO)	B (ANCHO)	C (ALTURA)	A (LARGO)	B (ANCHO)	C (ALTURA)	ENTRADA	SALIDA		
20	LOSA	5.40	5.00	0.90	0.20	1.00	0.90	0.20	1.00							1.20	0.20	0.40	0.90	0.90	X	mantenimiento, se encuentra casi limpia
21	LOSA	5.70	5.30	1.20	0.20	0.90	1.20	0.20	0.90							1.80	0.20	0.30	0.90	0.90	X	mantenimiento, se encuentra casi limpia
22	LOSA	5.40	5.10	0.40	0.15	0.60	0.40	0.15	0.60							1.20	0.15	0.35	0.60	0.85	X	mantenimiento, se encuentra casi limpia
23	LOSA	5.45	5.05	0.45	0.20	0.20	0.45	0.20	0.20							1.50	0.20	0.40	0.30	0.40	X	obstruida casi en su totalidad por tierra
24	LOSA	5.50	5.10	0.30	0.20	0.95	0.40	0.20	0.80							1.70	0.20	0.40	0.80	0.65	X	Para mantenimiento, se encuentra util, en buen estado, obstruida por tierra en parte
25	LOSA	5.40	5.00	0.60	0.20	0.50	0.60	0.20	0.50							2.20	0.20	0.40	0.45	0.50	X	Para mantenimiento, se encuentra util, en buen estado, obstruida por tierra en parte
26	LOSA	4.90	4.50	0.50	0.20	0.90	0.50	0.20	0.90							1.00	0.20	0.40	0.90	1.20	X	Para mantenimiento, se encuentra util, en buen estado, obstruida por tierra en parte, capa de ripio 0.40 sobre de alcantarilla
27	LOSA	5.00	4.60	0.60	0.20	0.60	0.60	0.20	0.60							1.20	0.20	0.40	0.40	0.40	X	Para mantenimiento, se encuentra util, en buen estado, obstruida por tierra en parte
28	LOSA	5.20	4.80	0.60	0.20	0.90	0.60	0.20	0.90							1.20	0.20	0.40	0.90	0.90	X	Casi limpia
29	LOSA	6.05	5.65	0.60	0.20	0.70	0.60	0.20	0.40							1.20	0.20	0.40	0.80	0.40	X	Para mantenimiento, se encuentra util, en buen estado, obstruida por tierra en parte
30	LOSA	6.00	5.60	0.60	0.20	0.90	0.60	0.20	0.80							1.20	0.35	0.40	1.00	0.80	X	Para mantenimiento, se encuentra util, en buen estado, obstruida por tierra en parte
31	LOSA	6.25	5.85	0.60	0.20	1.00	0.60	0.20	1.00							1.20	0.20	0.40	1.00	1.00	1.00	Casi limpia
32	LOSA	6.25	5.85	0.60	0.20	1.00	0.60	0.20	1.00							1.20	0.20	0.40	1.00	1.00	1.00	Casi limpia
33	LOSA	6.25	5.85	0.60	0.20	1.00	0.60	0.20	1.00							1.20	0.20	0.40	1.00	1.00	1.00	Casi limpia
34	LOSA	5.50	5.10	0.60	0.20	0.50	0.60	0.20	0.40							1.20	0.20	0.40	0.20	0.85	X	Para mantenimiento, se encuentra util, en buen estado, obstruida por tierra en parte
35	LOSA	10.20	9.80	1.00	0.20	1.00	0.60	0.20	0.90							1.20	0.20	0.30	0.80	0.85	X	Para mantenimiento, se encuentra util, en buen estado, obstruida por tierra en parte
36	LOSA	5.30	4.90	0.60	0.20	1.10	0.60	0.20	0.95							1.20	0.20	0.40	0.95	0.80	X	Para mantenimiento, se encuentra util, en buen estado, obstruida por tierra en parte
37	LOSA	6.30	5.90	0.60	0.20	1.05	0.60	0.20	1.05							1.20	0.20	0.40	0.70	0.90	X	Para mantenimiento, se encuentra util, en buen estado, obstruida por tierra en parte
38	LOSA	6.80	6.40	0.60	0.20	0.50	0.60	0.20	0.60							1.20	0.25	0.50	0.80	0.80	X	Para mantenimiento, se encuentra util, en buen estado, obstruida por tierra en parte
39	LOSA	5.30	4.90	0.60	0.20	0.40	0.40	0.20	0.45							1.20	0.20	0.40	0.50	0.75	X	Para mantenimiento, se encuentra util, en buen estado, obstruida por tierra en parte
40	TMC 36"	4.90	4.50	2.80	0.40	2.00	1.20	0.40	2.40							1.50	0.40	0.50	2.00	2.40	X	Para mantenimiento, se encuentra util, en buen estado, obstruida por tierra en parte

Año de construcción: 2005

Anexo G. Ensayo de esclerometría

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN
   1.1. UBICACIÓN
   1.2. OBJETIVO DEL ESTUDIO

2. TRABAJOS REALIZADOS
   2.1. ENSAYOS DE ESCLEROMETRÍA
   2.2. RESULTADOS

3. CONCLUSIONES

4. ANEXOS:
   4.1. REGISTROS
   4.2. PANEL FOTOGRÁFICO

LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCIÓN SAC
HENRY DAVID [illegible] RIMARACHIN
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 77257

INFORME TÉCNICO

PROYECTO:

INTRODUCCIÓN

El presente informe técnico, está referido a la entrega de los resultados de los ensayos no destructivos (esclerómetro), para el Proyecto: **"EVALUACIÓN DE LA CONDICION GLOBAL Y FUNCIONALIDAD TÉCNICA DE LAS OBRAS DE ARTE DE LA CARRETERA CA-105, Km 65+000 al Km 78+000, CHOTA."**, con la finalidad de poder conocer los valores así mismo determinar el índice de rebote de los ensayos realizados en las estructuras:

- Pontón Tipo Arco Estribo Izquierdo
- Puente N° 01 Estribo Izquierdo y Viga Izquierda
- Puente N° 02 Estribo Derecho y Viga Izquierda
- Puente N° 03 Estribo Derecho

1.1. UBICACIÓN

Las estructuras ensayadas se encuentran ubicada en el las progresivas:
PUENTE N° 01 E: 0763306 N: 9274097 Z: 2701 MSNM
PUENTE N° 02 E: 0766004 N: 9270797 Z: 2984 MSNM
PUENTE N° 03 E: 0767243 N: 9268601 Z: 3076 MSNM
PONTON TIPO ARCO ESTRIVO IZQUIERDO E: 0762956 N: 9274552 Z: 2664 MSNM

1.2. OBJETIVO DEL ESTUDIO

El objetivo que persigue el presente ensayo, es verificar la resistencia del concreto, mediante el ensayo de esclerometría, el cual nos proporciona una aproximación de la resistencia que tendría el concreto, en función al índice de rebote obtenido en campo.

LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCIÓN SAC
HENRY DAVID [illegible] HUAMACHIN
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 77267

2. TRABAJOS REALIZADOS

2.1. ENSAYOS DE ESCLEROMETRÍA

Sobre una superficie lisa, o previamente lijada, se procedió a tomar las pruebas con el esclerómetro, 10 rebotes por cada punto, tomando los valores arrojados por el esclerómetro, que luego fueron comparados con su equivalente en kg/cm2. La resistencia final se obtiene del promedio de las lecturas, eliminando aquellas que difieran en más de 6 unidades del promedio.

Este ensayo se realizó según norma ASTM C 805 conjuntamente con el Estudiante de Ingeniería Civil. NEISER ALDAIR IDROGO DELGADO.

2.2. RESULTADOS

Los resultados obtenidos con el esclerómetro y que se muestran en los archivos adjuntos, nos dan una aproximación de la resistencia que tendría el concreto, estos se adjuntan al presente informe en el Anexo Registros.

3. CONCLUSIONES

- La verificación de la resistencia del concreto mediante el Esclerómetro, puede verse afectado por muchos factores, por ello según normas internacionales como la ASTM C 805, indica que el esclerómetro arroja resultados con una confianza del 20%.
- Datos obtenidos en campo del Pontón Tipo Arco Estribo Izquierdo son los siguientes:

ESTRUCTURA	ENSAYO	F´c (kg/cm2)	PROMEDIO DE RESISTENCIA (Kg/cm2)
PONTON TIPO ARCO (ESTRIBO IZQUIERDO)	01	210	114.4
PUENTE 01 (ESTRIBO IZQUIERDO)	01		245.1
PUENTE 01 (VIGA IZQUIERDA N° 01)	01		215.8
PUENTE 02 (ESTRIBO DERECHO)	01	210	162.9
PUENTE 02 (VIGA IZQUIERDA)	01		276.4
PUENTE 03 (ESTRIBO DERECHO)	01		176.6

LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCION SAC
HENRY DAVID CUADROS CAMARACHIN
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 77267

4.0.- ANEXOS.

4.1.- RESULTADOS DE ENSAYOS

4.2.- PANEL FOTOGRÁFICO

LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCION S.A.C.
HENRY DAVID CLAVO MARACHIN
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 177267

ENSAYO N° 01: Pontón Tipo Arco Estribo Izquierdo

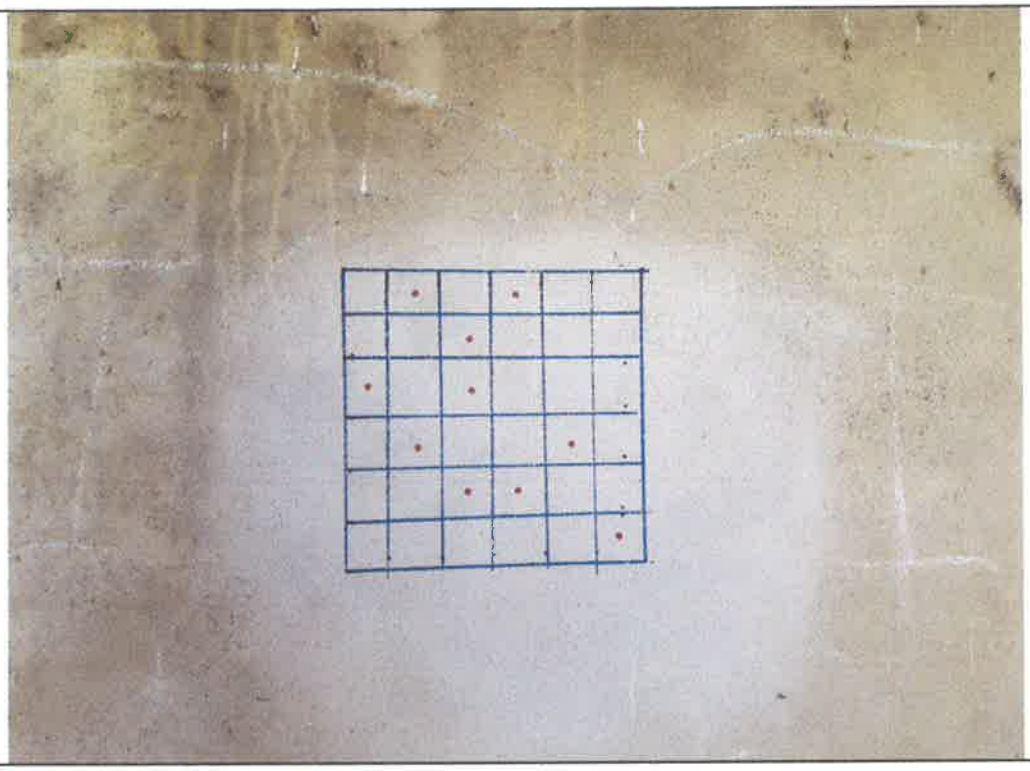


ENSAYO N° 01: Pontón Tipo Arco Estribo Izquierdo



HENRY DAVID CLAVO ARACHIN
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 77267

ENSAYO N° 01: Puente N° 01 Estribo Izquierdo y Viga Izquierda



ENSAYO N° 01: Puente N° 01 Estribo Izquierdo y Viga Izquierda



LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCION SAC
HENRY DAVID CLAVO CUMARACHIN
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 77267

Puente N° 02 Estribo Derecho y Viga Izquierda



Puente N° 02 Estribo Derecho y Viga Izquierda



LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCION SAC
HENRY DAVID CRIMARACHIN
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 77267

Puente N° 03 Estribo Derecho



Puente N° 03 Estribo Derecho



LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCION S.A.C.
HENRY DAVID CHAVEZ MARACHIN
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 77267

ENSAYOS DE ESCLEROMETRIA

HENRY DAVID CHAMARACHIN
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 77267

ENSAYOS DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

LEVANTAMIENTO DE RESISTENCIAS F'c. POR MEDIO DEL ESCLEROMETRO

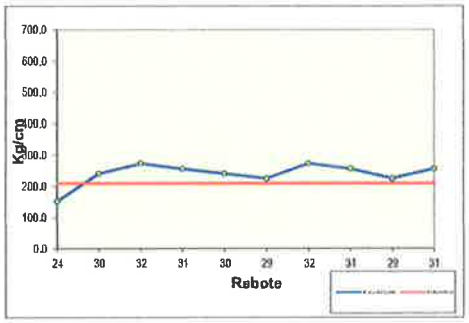
TESIS DE INVESTIGACIÓN	: EVALUACIÓN DE LA CONDICION GLOBAL Y FUNCIONALIDAD TÉCNICA DE LAS OBRAS DE ARTE DE LA CARRETERA CA-105, Km 65+000 al Km 78+000, CHOTA.		
UBICACIÓN	: PUQUIO CUYUMALCA		
ESTRUTURA	: PONTON TIPO ARCO ESTRIBO IZQUIERDO		
F'c (kg/cm2)	: 210		
EQUIPO	: ESCLEROMETRO		
MARCA	: FORNEY	RES. LAB.	: HCR
SOLICITANTE	: NEISER ALDAIR IDROGO DELGADO	TEC. LAB.	: G.R.R
COORDENADAS	: ESTE: 0762956 NORTE: 9274552 MSNM: 2684	FECHA	: 06/01/2020

Ang. de prueba: 90°

ESTRIVO IZQUIERDO			
Direccion		Horizontal	
No.	Rebote	Validos	Kg / cm2
1	24	24	152.0
2	30	30	241.0
3	32	32	274.0
4	31	31	257.0
5	30	30	241.0
6	29	29	225.0
7	32	32	274.0
8	31	31	257.0
9	29	29	225.0
10	31	31	257.0

Promedio	29.9	30	
Promedio Resistencia		240.3	Kg/cm²
Desv. Stand.		35.5	Kg/cm²
Coef. Variación		14.8	%
Resistencia % (f'c)		114.4	Kg/cm2

GRAFICO: ENSAYO N° 01



LABORATORIO GSE INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC
HENRY DAVID CUEVA CHIMARACHIN
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 77267

ENSAYOS DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

LEVANTAMIENTO DE RESISTENCIAS F'c. POR MEDIO DEL ESCLEROMETRO

TESIS DE INVESTIGACIÓN	: EVALUACIÓN DE LA CONDICION GLOBAL Y FUNCIONALIDAD TÉCNICA DE LAS OBRAS DE ARTE DE LA CARRETERA CA-105, Km 65+000 al Km 78+000, CHOTA.		
UBICACIÓN	: PUQUIO CUYUMALCA		
ESTRUTURA	: PUENTE 01		
F'c (kg/cm2)	: 210		
EQUIPO	: ESCLEROMETRO		
MARCA	: FORNEY	**RES. LAB.**	: HCR
SOLICITANTE	: NEISER ALDAIR IDROGO DELGADO	**TEC. LAB.**	: G.R.R
COORDENADAS	: ESTE: 0763306 NORTE: 9274097 MSNM: 2701	**FECHA**	: 06/01/2020

Ang. de prueba: 90°

ESTRIBO IZQUIERDO			
Direccion		Horizontal	
No.	Rebote	Validos	Kg / cm2
1	42	42	450.0
2	46	46	526.0
3	46	46	526.0
4	45	45	507.0
5	48	48	565.0
6	45	45	507.0
7	46	46	526.0
8	47	47	546.0
9	45	45	507.0
10	44	44	488.0

Ang. de prueba:90°

VIGA IZQUIERDA N° 01			
Direccion			Horizontal
No.	Rebote	Validos	Kg / cm2
1	38	38	342.0
2	38	38	342.0
3	44	44	488.0
4	45	45	507.0
5	44	44	488.0
6	42	42	450.0
7	42	42	450.0
8	45	45	507.0
9	45	45	507.0
10	42	42	450.0

Valores de Resistencia Esperados a los 25 días

Promedio	45.4	45	
Promedio Resistencia		514.8	Kg/cm²
Dasv. Stand.		31.6	Kg/cm²
Coef. Variación		6.1	%
Resistencia % (f'c)		245.1	Kg/cm2

Promedio	42.5	43	
Promedio Resistencia		453.1	Kg/cm²
Dasv. Stand.		63.1	Kg/cm²
Coef. Variación		13.9	%
Resistencia % (f'c)		215.8	Kg/cm2

GRAFICO: ENSAYO N° 01

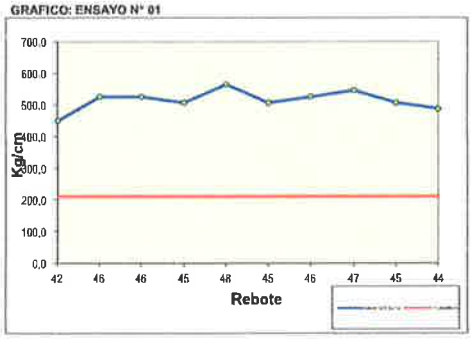
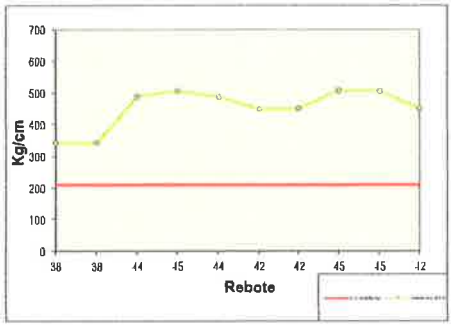


GRAFICO: ENSAYO N° 02



LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCION SAC

HENRY DAVID CL... MARACHIN
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP ... 77267

ENSAYOS DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

LEVANTAMIENTO DE RESISTENCIAS F'c. POR MEDIO DEL ESCLEROMETRO

TESIS DE INVESTIGACIÓN	: EVALUACIÓN DE LA CONDICION GLOBAL Y FUNCIONALIDAD TÉCNICA DE LAS OBRAS DE ARTE DE LA CARRETERA CA-105, Km 65+000 al Km 78+000, CHOTA.
UBICACIÓN	: PUENTE MEREJILDO
ESTRUTURA	: PUENTE 02
F´c (kg/cm2)	: 210
EQUIPO	: ESCLEROMETRO
MARCA	: FORNEY
SOLICITANTE	: NEISER ALDAIR IDROGO DELGADO
COORDENADAS	: ESTE: 0766004 NORTE. 9270797 MSNM: 2984

RES. LAB. : HCR
TEC. LAB. : G.R.R
FECHA : 06/01/2020

Ang. de prueba: 90°

ESTRIBO DERECHO			
Direccion		Horizontal	
No.	Rebote	Validos	Kg / cm2
1	37	37	342.0
2	38	39	342.0
3	38	39	342.0
4	39	39	342.0
5	39	39	342.0
6	40	40	342.0
7	38	38	342.0
8	39	39	342.0
9	38	38	342.0
10	38	39	342.0

Ang. de prueba:90°

VIGA IZQUIERDA			
Direccion			Horizontal
No.	Rebote	Validos	Kg / cm2
1	45	45	507.0
2	46	46	526.0
3	51	50	604.0
4	49	49	584.0
5	48	48	565.0
6	50	50	604.0
7	55	51	623.0
8	49	49	584.0
9	52	52	643.0
10	48	48	565.0

Valores de Resistencia Esperados a los 25 dias

Promedio	38.7	39	
Promedio Resistencia		342.0	Kg/cm²
Desv. Stand.		0.0	Kg/cm²
Coef. Variación		0.0	%
Resistencia % (f'c)		162.9	Kg/cm2

Promedio	49.3	49	
Promedio Resistencia		580.5	Kg/cm²
Desv. Stand.		41.8	Kg/cm²
Coef. Variación		7.2	%
Resistencia % (f'c)		276.4	Kg/cm2

GRAFICO: ENSAYO N° 01

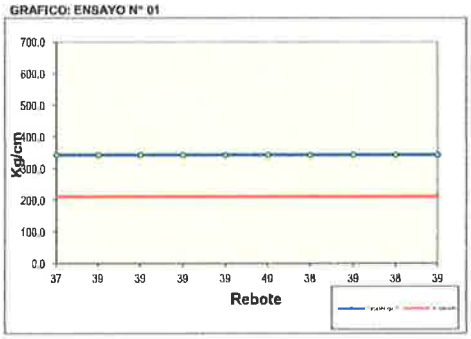
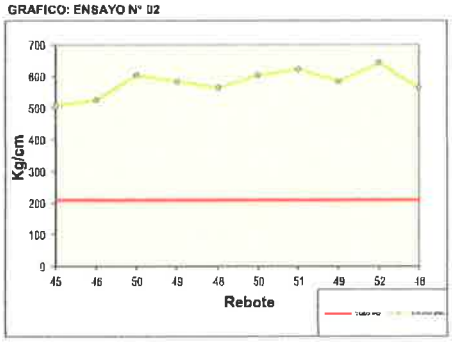


GRAFICO: ENSAYO N° 02



LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCION SAC
HENRY DAVID CLAVO DE MARACHIN
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 77267

ENSAYOS DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

LEVANTAMIENTO DE RESISTENCIAS F'c, POR MEDIO DEL ESCLEROMETRO

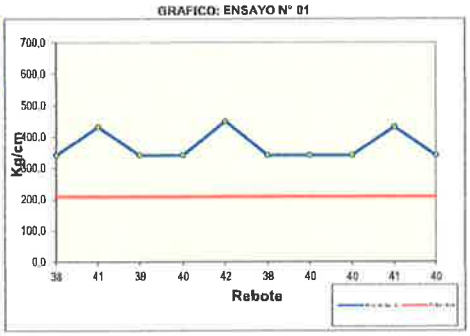
TESIS DE INVESTIGACIÓN	: EVALUACIÓN DE LA CONDICION GLOBAL Y FUNCIONALIDAD TÉCNICA DE LAS OBRAS DE ARTE DE LA CARRETERA CA-105, Km 65+000 al Km 78+000, CHOTA		
UBICACIÓN	: CRUCE CHALPELANCHE MARGINAL DE LA SIERRA		
ESTRUTURA	: PUENTE 03		
F'c (kg/cm2)	: 210		
EQUIPO	: ESCLEROMETRO		
MARCA	: FORNEY	RES. LAB.	: HCR
SOLICITANTE	: NEISER ALDAIR IDROGO DELGADO	TEC. LAB.	: G.R.R
COORDENADAS	: ESTE: 0767243 NORTE: 9268601 MSNM: 3076	FECHA	: 06/01/2020

Ang. de prueba: 90°

ESTRIBO DERECHO			
Direccion		Horizontal	
No.	Rebote	Validos	Kg / cm2
1	38	38	342.0
2	41	41	432.0
3	39	39	342.0
4	40	40	342.0
5	42	42	450.0
6	38	38	342.0
7	40	40	342.0
8	40	40	342.0
9	41	41	432.0
10	40	40	342.0

Promedio	40	40	
Promedio Resistencia		370,8	Kg/cm²
Desv. Stand.		48,6	Kg/cm²
Coef. Variación		12,8	%
Resistencia % (f'c)		176,6	Kg/cm2

GRAFICO: ENSAYO N° 01



LABORATORIO GSE INGENIERIA & CONSTRUCCION SAC
HENRY DAVID [illegible] RAMARACHIN
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 77267

Anexo H. Parámetros geomorfológicos de las microcuencas

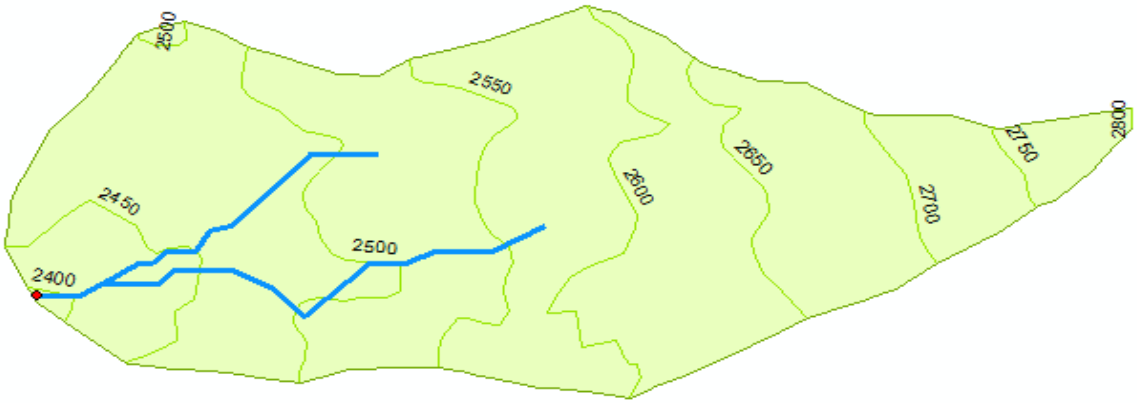
PARÁMETROS GEOMORFOLÓGICOS
MICROCUENCA DE LA QUEBRADA 1

RESPONSABLE: NEISER ALDAIR IDROGO DELGADO
MICROCUENCA: QUEBRADA 1
UBICACIÓN: Distrito: CHOTA
Provincia: CHOTA
Región: CAJAMARCA
PUNTO DE DELIMITACIÓN: Este: 760898.00 m E
Norte: 9274526.00 m S



1) Delimitación de la microcuenca en el programa ArcMAP 10.5

Consiste en definir la línea de divortio aquarum, que es una línea curva cerrada que parte y llega al punto de captación mediante la unión de todos los puntos altos e interceptando en forma perpendicular a todas las curvas de altitudes del plano o carta topográfica, por cuya razón a dicha línea divisoria también se le conoce con el



2) Parámetros geomorfológicos

2.1. Área (A)

Cuadro N° 01. Tamaño relativo de los sistemas hidrológicos

Unid. Hidrológica	Área (km2)		N° de orden
Micro cuenca	0	50	1, 2, 3
Sub cuenca	51	500	4, 5
Cuenca	más	500	6 a más

Ac=	2.46	Km2	Microcuenca

2.2. Perímetro (P)

Pc=	7.33	Km

2.3. Longitud al centroide (Lc)

Centroide x	Cx=	761947.58	m
Centroide y	Cy=	9274943.11	m
Centroide z	Cz=	2583.19	msnm

2.4. Coeficiente de Gravelius o índice de compacidad (Kc)

$$k = 0.28\left(\frac{Pc}{\sqrt{Ac}}\right)$$

P= perímetro de la cuenca 7.33
A= área de la cuenca 2.46

PARÁMETROS GEOMORFOLÓGICOS
MICROCUENCA DE LA QUEBRADA 1

RESPONSABLE: NEISER ALDAIR IDROGO DELGADO
MICROCUENCA: QUEBRADA 1
UBICACIÓN: Distrito: CHOTA
Provincia: CHOTA
Región: CAJAMARCA
PUNTO DE DELIMITACIÓN: Este: 760898.00 m E
Norte: 9274526.00 m S



Cuadro N° 02. Formas de la cuenca de acuerdo al índice de compacidad

Clase de forma	Índice de compacidad		Forma de la cuenca
Clase I	1	1.25	Casi redonda a oval - redonda
Clase II	1.26	1.5	Oval redonda a oval oblonga
Clase III	1.51	1.75	Oval oblonga a rectangular-oblonga

Si K menor o igual a 1 la cuenca tiene forma circular — *La tormenta se da en una parte*
Si k mayor a 1 la cuenca tiene forma alargada — *La tormenta se da en toda su extensión*

K=	1.308	Clase II	Forma oval-oblonga

2.5. Altitud media (H)

Datos: **Elevación mínima** Hmín= 2400.00 msnm
Elevación máxima Hmáx= 2800.00 msnm

Áreas parciales entre altitudes

PARCIALES	ALTITUDES		AREA (Km2)
Área 1	2400	2500	0.638
Área 2	2500	2600	0.908
Área 3	2600	2700	0.724
Área 4	2700	2800	0.196
		Área total	**2.47**

2.5.1.) Estimación de la altitud media (H) por fórmula

$$H = \frac{1}{A}\sum_{i=1}^{n} H_i \times A_i$$

Hi= Altura correspondiente al área acumulada Ai
A= Área de la cuenca
N= Número de áreas parciales

ALTITUD MEDIA			
ITEM	**PROMEDIO**	**ÁREA ENTRE COTAS**	**AixHi**
1	2,450	0.638	1562.12
2	2,550	0.908	2315.40
3	2,650	0.724	1917.54
9	2,750	0.196	540.10
TOTAL		**2.47**	**6,335.16**

H =	**2,569.42**	**m**

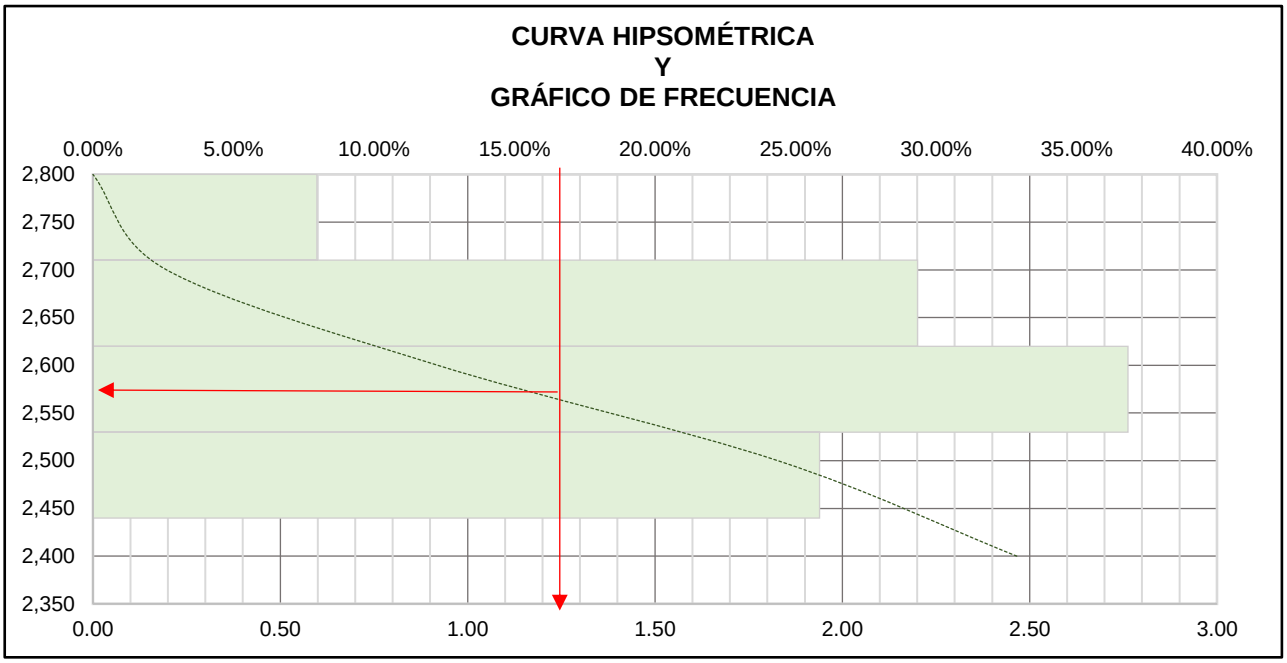
PARÁMETROS GEOMORFOLÓGICOS
MICROCUENCA DE LA QUEBRADA 1

RESPONSABLE: NEISER ALDAIR IDROGO DELGADO
MICROCUENCA: QUEBRADA 1
UBICACIÓN: Distrito: CHOTA
Provincia: CHOTA
Región: CAJAMARCA
PUNTO DE DELIMITACIÓN: Este: 760898.00 m E
Norte: 9274526.00 m S



2.5.2.) Estimación de la altitud media (H) por el método gráfico

Método gráfico para el cálculo de la altitud media (H)						
ITEM	*ALTITUD msnm*	*AREA PARCIAL*	*AREA ACUMULADA*	*AREA QUE QUEDA SOBRE LA CURVA*	*% DE AREA PARCIAL*	*% QUE QUEDA SOBRE LA ALTITUD*
PMB	2,400	0.000	0	2.47	0.00%	100.00%
A1	2,500	0.638	0.638	1.83	25.86%	74.14%
A2	2,600	0.908	1.546	0.92	36.83%	37.31%
A3	2,700	0.724	2.269	0.20	29.35%	7.97%
A4	2,800	0.196	2.466	0.00	7.97%	0.00%
∑T=		2.47			100.00%	



2.6. Pendiente de la cuenca (Sc)

$$S_c = \frac{C}{A}\sum_{i=1}^{n} li$$

Sc= Pendiente de la cuenca
C= Equidistancia entre curvas de nivel 0.05 km
A= Área de la cuenca 2.465 km2
li= Longitud de cada curva de nivel

PARÁMETROS GEOMORFOLÓGICOS
MICROCUENCA DE LA QUEBRADA 1

RESPONSABLE: NEISER ALDAIR IDROGO DELGADO
MICROCUENCA: QUEBRADA 1
UBICACIÓN: Distrito: CHOTA
Provincia: CHOTA
Región: CAJAMARCA
PUNTO DE DELIMITACIÓN: Este: 760898.00 m E
Norte: 9274526.00 m S



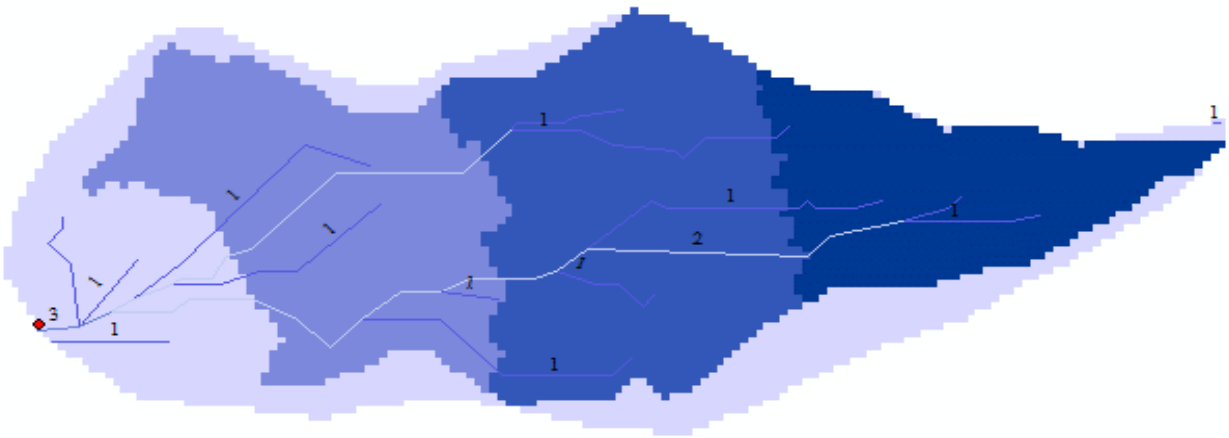
Cuadro N° 03. Clasificación de las cuencas de acuerdo a la pendiente promedio

Clase de forma		índice de compacidad	Símbolo
0	**3**	Plano	P1
3	**7**	Suave	P2
7	**12**	Mediano	P3
12	**20**	Accidentado	P4
20	**35**	Fuerte	P5
35	**50**	Muy Fuerte	P6
50	**75**	Escarpado	P7
>	**75**	Muy escarpado	P8

Estimación de la pendiente de la cuenca (Sc)

CURVA DE NIVEL		LONGITUD (Km)
Curva 1	2,400.00	0.215
Curva 2	2,450.00	1.135
Curva 3	2,500.00	1.915
Curva 4	2,550.00	1.412
Curva 5	2,600.00	1.819
Curva 6	2,650.00	1.040
Curva 7	2,700.00	0.523
Curva 8	2,750.00	0.283
Curva 10	2,800.00	0.063
TOTAL		**8.404**

Sc = 17.05%



2.7. Número de orden de la cuenca (N)

N= 3

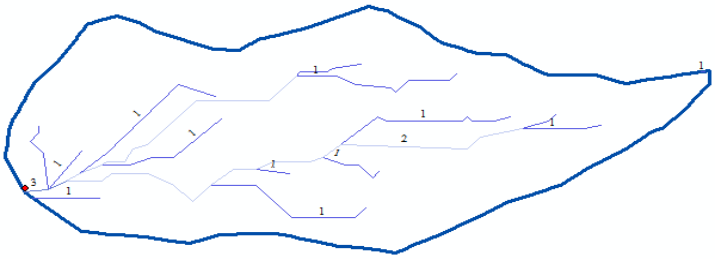
PARÁMETROS GEOMORFOLÓGICOS
MICROCUENCA DE LA QUEBRADA 1

RESPONSABLE: NEISER ALDAIR IDROGO DELGADO
MICROCUENCA: QUEBRADA 1
UBICACIÓN: Distrito: CHOTA
Provincia: CHOTA
Región: CAJAMARCA
PUNTO DE DELIMITACIÓN: Este: 760898.00 m E
Norte: 9274526.00 m S



2.8. Longitud de la red hídrica

ORDEN	Longitud de cauces (km)	Número de cauces
1	5.97	14
2	3.43	8
3	0.20	2
Total	**9.60**	**24.00**



2.9. Longitud del máximo recorrido (L)

L (km)	2.76 Km	**L (m)**	2760

2.10. Pendiente del cauce principal o del máximo recorrido (So)

2.10.1. MÉTODO I. Pendiente uniforme

$$So = \frac{\Delta H}{L}$$

Hmáx= Altura máxima 2750.00
Hmín= Altura mínima 2400.00
ΔH= Diferencia de alturas 350.00
L= longitud del cauce principal 2.76

12.68 %

2.10.2. MÉTODO II. Ecuación de Taylor y Schawarz

$$S_o = \left[\frac{\sum_{i=1}^{n} l_i}{\sum_{i=1}^{n}\left(\frac{l_i}{S_i}\right)^{1/2}}\right]^2$$

Li= longitud de cada tramo de pendiente Si
n= Número de tramos de similar pendiente

ALTITUDES		LONG. PARCIALES	DESNIVEL	PENDIENTE ENTRE TRAMOS	
Hi	**Hf**	**Li (m)**	**hi (m)**	**si = hi/li**	**$(li^2/si)^{1/2}$**
2,400	2,450	487.25	50.00	0.1026	1,521.03
2,450	2,500	677.72	50.00	0.0738	2,495.11
2,500	2,550	312.69	50.00	0.1599	781.96
2,550	2,600	375.14	50.00	0.1333	1,027.57
2,600	2,650	370.07	50.00	0.1351	1,006.78
2,650	2,700	464.39	50.00	0.1077	1,415.27
2,700	2,750	72.80	50.00	0.6868	87.85
TOTAL		**2,760**			**8,336**

S = 10.96 %

PARÁMETROS GEOMORFOLÓGICOS
MICROCUENCA DE LA QUEBRADA 1

RESPONSABLE: NEISER ALDAIR IDROGO DELGADO
MICROCUENCA: QUEBRADA 1
UBICACIÓN: Distrito: CHOTA
Provincia: CHOTA
Región: CAJAMARCA
PUNTO DE DELIMITACIÓN: Este: 760898.00 m E
Norte: 9274526.00 m S



2.11. Tiempo de concentración (Tc)

Fórmula del método racional modificado (MTC, 2018)

$$Tc = 0.3\left(\frac{L}{S^{0.25}}\right)^{0.76}$$

Donde: L= Longitud del cauce mayor (km) 2.76 Km
So= Pendiente promedio del cauce mayor (m/m) 0.110 m/m

Tc=	**0.99**	horas
Tc=	**59.26**	minutos

Fórmula de KIRPICH

$$Tc = 0{,}020 * L^{0{,}75} * S^{-0{,}40}$$

Donde:	L = Longitud del curso mayor en metros =	2,760.06	m	2.760
	S = Pendiente = H/L =	14.49	%	0.145
	H = Diferencia entre altitud máxima y mínima =	400	m	

Tc=	**16.49**	minutos	
Tc=	**0.27**	horas	0.303

Fórmula de GIANDOTTI

$$Tc = (4*S^{1/2}+1{,}5*L/(0{,}8*H^{1/2}))$$

Donde:	S = Superficie de la cuenca en Km^2 =	2.47	Km^2
	L = Longitud del Río Principal en Km=	2.76	Km
	H = Altitud Media en metros, descontando la cota de origen de la cuenca sobre el punto en estudio =	169.42	m

Tc=	**1.00**	horas
Tc=	**60.05**	minutos

Fórmula de TEMEZ

$$Tc = 0{,}3*(L/n^{1/4})^{0{,}75}$$

Donde:	L = Longitud del cauce principal en Km =	2.76	Km
	n = Pendiente media del curso principal =	10.96	%

Tc=	**0.97**	**horas**
Tc=	**58.34**	minutos

PARÁMETROS GEOMORFOLÓGICOS
MICROCUENCA DE LA QUEBRADA 1

RESPONSABLE: NEISER ALDAIR IDROGO DELGADO
MICROCUENCA: QUEBRADA 1
UBICACIÓN: Distrito: CHOTA
Provincia: CHOTA
Región: CAJAMARCA
PUNTO DE DELIMITACIÓN: Este: 760898.00 m E
Norte: 9274526.00 m S



2.12. Coeficiente orográfico (Co)

$$C_o = \frac{H^2}{A}$$

H= Altitud media del relieve 2.57 km
A= área de la cuenca 2.46 km2

Co= 2.6787

2.13. Relación de confluencias (Rc)

$$R_c = \frac{n_i}{n_{i+1}}$$

ni= Número total de cauces de orden i
ni+1= Número total de cauces de orden i+1

Orden	Número de cauces	Rc parciales
1	14	1.750
2	8	4.000
3	2	

Rc promedio= 2.875

2.14. Relación de longitudes (Rl)

$$R_l = \frac{L_i}{L_{i-1}}$$

Li= Longitud promedio de todos los cauces de orden i
Li+1= Longitud promedio de todos los cauces de orden i-1

Orden	Longitud de cauces (km)	Rc parciales
1	5.97	0.575
2	3.43	0.058
3	0.20	

Rl promedio= 0.317

2.15 Factor de forma (F)

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

A= Área de la cuenca 2.46457 km2
L= Longitud de máximo recorrido 2.76 Km

F= 0.324

2.16. Rectángulo equivalente

$$L = \frac{K\sqrt{A}}{1.12}\left[1 + \sqrt{1 - \left(\frac{1.12}{K}\right)^2}\right]$$

$$l = \frac{K\sqrt{A}}{1.12}\left[1 - \sqrt{1 - \left(\frac{1.12}{K}\right)^2}\right]$$

Donde: A= área de la cuenca 2.46457 km2
kc= coeficiente de Gravelius 1.308
Factor raíz(1-(1.12/k)^2) 0.267

PARÁMETROS GEOMORFOLÓGICOS
MICROCUENCA DE LA QUEBRADA 1

RESPONSABLE: NEISER ALDAIR IDROGO DELGADO
MICROCUENCA: QUEBRADA 1
UBICACIÓN: Distrito: CHOTA
Provincia: CHOTA
Región: CAJAMARCA
PUNTO DE DELIMITACIÓN: Este: 760898.00 m E
Norte: 9274526.00 m S



L=	2.780	l=	0.89

CÁLCULO DEL RECTÁNGULO EQUIVALENTE

Altitudes		Ap	Ap/l	
2400	2500	0.64	0.72	L1
2500	2600	0.91	1.02	L2
2600	2700	0.72	0.82	L3
2700	2800	0.20	0.22	L4

2800	
2700	0.22
2600	0.82
2500	1.02
2400	0.72

2.78

0.89

2.1.7. Resumen de resultados

Parámetro geomorfológico	Valor
Área (km2)	2.46
Perímetro (km)	7.33
Coeficiente de compacidad	1.308
Altitud media (msnm)	2,569.42
Pendiente de la cuenca (%)	17.05%
Número de orden	3
Longitud de la red hídrica (km)	9.60
Longitud del máximo recorrido (km)	2.76 Km
Pendiente del cauce principal (%)	10.96
Tiempo de concentración (minutos)	58.34

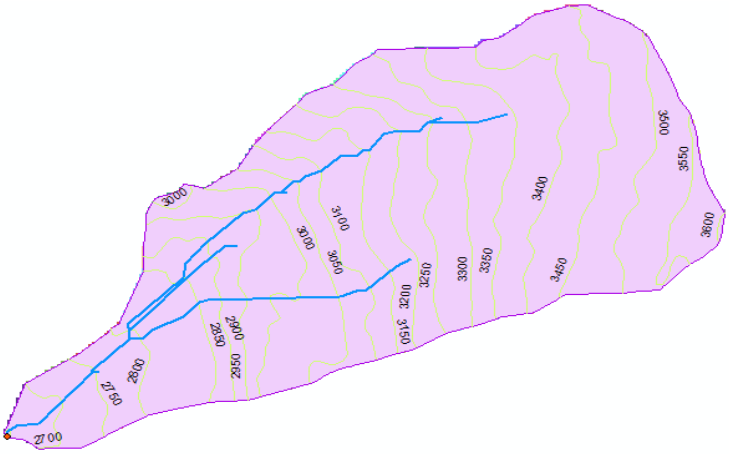
PARÁMETROS GEOMORFOLÓGICOS
MICROCUENCA DE LA QUEBRADA 2

RESPONSABLE: NEISER ALDAIR IDROGO DELGADO
MICROCUENCA: QUEBRADA 2
UBICACIÓN: Distrito: CHOTA
Provincia: CHOTA
Región: CAJAMARCA
PUNTO DE DELIMITACIÓN: Este: 762956.00 m E
Norte: 9274552.00 m S



1) Delimitación de la microcuenca en el programa ArcMAP 10.5

Consiste en definir la línea de divortio aquarum, que es una línea curva cerrada que parte y llega al punto de captación mediante la unión de todos los puntos altos e interceptando en forma perpendicular a todas las curvas de altitudes del plano o carta topográfica, por cuya razón a dicha línea divisoria también se le conoce con el



2) Parámetros geomorfológicos

2.1. Área (A)

Cuadro N° 01. Tamaño relativo de los sistemas hidrológicos

Unid. Hidrológica	Área (km2)		N° de orden
Micro cuenca	0	50	1, 2, 3
Sub cuenca	51	500	4, 5
Cuenca	más	500	6 a más

Ac=	7.30	Km2	Microcuenca

2.2. Perímetro (P)

Pc=	12.32	Km

2.3. Longitud al centroide (Lc)

Centroide x	Cx=	765341.30	m
Centroide y	Cy=	9275888.36	m
Centroide z	Cz=	3171.48	msnm

2.4. Coeficiente de Gravelius o índice de compacidad (Kc)

$$k = 0.28\left(\frac{Pc}{\sqrt{Ac}}\right)$$

P= perímetro de la cuenca 12.32
A= área de la cuenca 7.30

PARÁMETROS GEOMORFOLÓGICOS
MICROCUENCA DE LA QUEBRADA 2

RESPONSABLE: NEISER ALDAIR IDROGO DELGADO
MICROCUENCA: QUEBRADA 2
UBICACIÓN: Distrito: CHOTA
Provincia: CHOTA
Región: CAJAMARCA
PUNTO DE DELIMITACIÓN: Este: 762956.00 m E
Norte: 9274552.00 m S



Cuadro N° 02. Formas de la cuenca de acuerdo al índice de compacidad

Clase de forma	índice de compacidad		Forma de la cuenca
Clase I	1	1.25	Casi redonda a oval - redonda
Clase II	1.26	1.5	Oval redonda a oval oblonga
Clase III	1.51	1.75	Oval oblonga a rectangular-oblonga

Si K menor o igual a 1 la cuenca tiene forma circular — *La tormenta se da en una parte*
Si k mayor a 1 la cuenca tiene forma alargada — *La tormenta se da en toda su extensión*

K=	1.276	Clase II	Forma oval-redonda

2.5. Altitud media (H)

Datos: **Elevación mínima** Hmín= 2650.00 msnm
Elevación máxima Hmáx= 3600.00 msnm

Áreas parciales entre altitudes

PARCIALES	ALTITUDES		AREA (Km2)
Área 1	2650	2700	0.114
Área 2	2700	2750	0.184
Área 3	2750	2800	0.216
Área 4	2800	2850	0.411
Área 5	2850	2900	0.221
Área 6	2900	2950	0.272
Área 7	2950	3000	0.455
Área 8	3000	3050	0.455
Área 9	3050	3100	0.288
Área 10	3100	3150	0.404
Área 11	3150	3200	0.401
Área 12	3200	3250	0.396
Área 13	3250	3300	0.488
Área 14	3300	3350	0.474
Área 15	3350	3400	0.696
Área 16	3400	3450	0.634
Área 17	3450	3500	0.608
Área 18	3500	3550	0.464
Área 19	3550	3600	0.128
		Área total	**7.31**

2.5.1.) Estimación de la altitud media (H) por fórmula

$$H = \frac{1}{A}\sum_{i=1}^{n} H_i \times A_i$$

Hi= Altura correspondiente al área acumulada Ai
A= Área de la cuenca
N= Número de áreas parciales

ALTITUD MEDIA			
ITEM	**PROMEDIO**	**ÁREA ENTRE COTAS**	**AixHi**
1	2,675	0.114	304.95
2	2,725	0.184	500.31

PARÁMETROS GEOMORFOLÓGICOS

MICROCUENCA DE LA QUEBRADA 2

RESPONSABLE: NEISER ALDAIR IDROGO DELGADO
MICROCUENCA: QUEBRADA 2
UBICACIÓN: Distrito: CHOTA
Provincia: CHOTA
Región: CAJAMARCA
PUNTO DE DELIMITACIÓN: Este: 762956.00 m E
Norte: 9274552.00 m S



3	2,775	0.216	599.40
4	2,825	0.411	1161.64
5	2,875	0.221	635.95
6	2,925	0.272	795.60
7	2,975	0.455	1353.03
8	3,025	0.455	1376.98
9	3,075	0.288	886.83
10	3,125	0.404	1261.25
11	3,175	0.401	1272.54
12	3,225	0.396	1275.81
13	3,275	0.488	1599.51
14	3,325	0.474	1577.38
15	3,375	0.696	2347.65
16	3,425	0.634	2171.45
17	3,475	0.608	2112.80
18	3,525	0.464	1637.01
19	3,575	0.128	459.03
TOTAL		**7.31**	**23,329.12**

H =	**3,191.57**	**m**

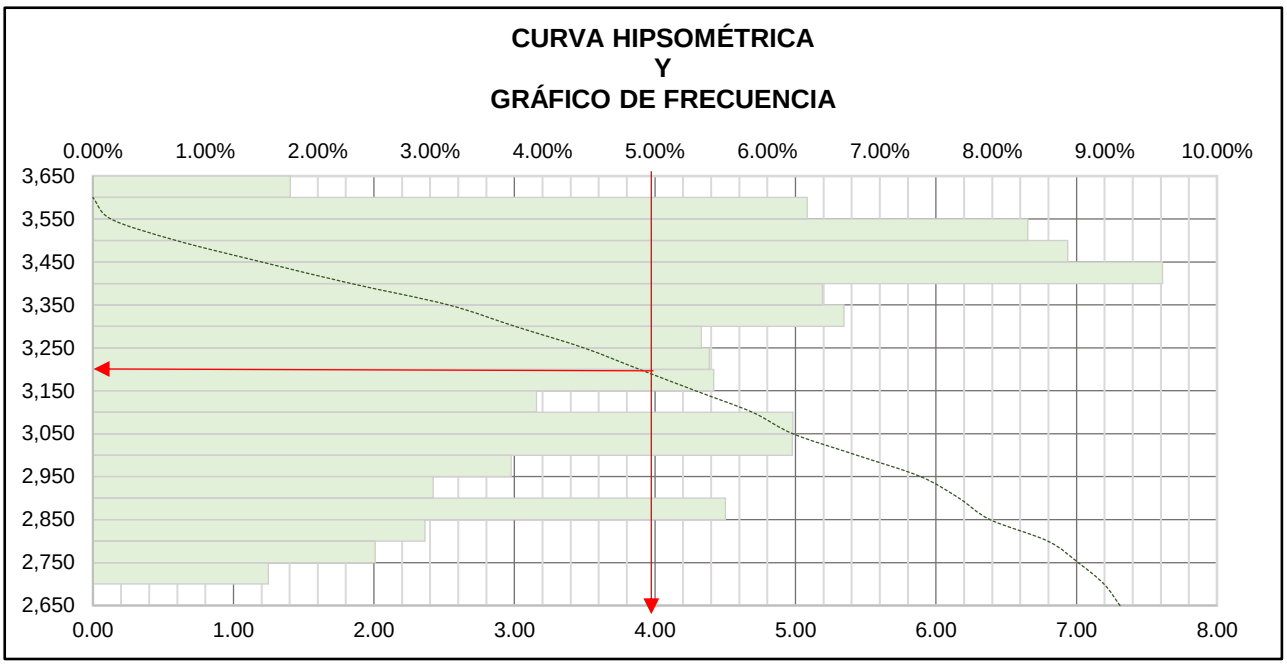
2.5.2.) Estimación de la altitud media (H) por el método gráfico

Método gráfico para el cálculo de la altitud media (H)						
ITEM	*ALTITUD msnm*	*AREA PARCIAL*	*AREA ACUMULADA*	*AREA QUE QUEDA SOBRE LA CURVA*	*% DE AREA PARCIAL*	*% QUE QUEDA SOBRE LA ALTITUD*
PMB	2,650	0.000	0	7.31	0.00%	100.00%
A1	2,700	0.114	0.114	7.20	1.56%	98.44%
A2	2,750	0.184	0.298	7.01	2.51%	95.93%
A3	2,800	0.216	0.514	6.80	2.96%	92.97%
A4	2,850	0.411	0.925	6.38	5.63%	87.35%
A5	2,900	0.221	1.146	6.16	3.03%	84.32%
A6	2,950	0.272	1.418	5.89	3.72%	80.60%
A7	3,000	0.455	1.873	5.44	6.22%	74.38%
A8	3,050	0.455	2.328	4.98	6.23%	68.15%
A9	3,100	0.288	2.616	4.69	3.95%	64.21%
A10	3,150	0.404	3.020	4.29	5.52%	58.68%
A11	3,200	0.401	3.421	3.89	5.48%	53.20%
A12	3,250	0.396	3.816	3.49	5.41%	47.79%
A13	3,300	0.488	4.305	3.00	6.68%	41.11%
A14	3,350	0.474	4.779	2.53	6.49%	34.62%
A15	3,400	0.696	5.475	1.83	9.52%	25.10%
A16	3,450	0.634	6.109	1.20	8.67%	16.43%
A17	3,500	0.608	6.717	0.59	8.32%	8.11%
A18	3,550	0.464	7.181	0.13	6.35%	1.76%
A19	3,600	0.128	7.310	0.00	1.76%	0.00%
∑T=		7.31			100.00%	

PARÁMETROS GEOMORFOLÓGICOS
MICROCUENCA DE LA QUEBRADA 2

RESPONSABLE: NEISER ALDAIR IDROGO DELGADO
MICROCUENCA: QUEBRADA 2
UBICACIÓN: Distrito: CHOTA
Provincia: CHOTA
Región: CAJAMARCA
PUNTO DE DELIMITACIÓN: Este: 762956.00 m E
Norte: 9274552.00 m S





2.6. Pendiente de la cuenca (Sc)

$$S_c = \frac{C}{A}\sum_{i=1}^{n} li$$

Sc= Pendiente de la cuenca
C= Equidistancia entre curvas de nivel 0.05 km
A= Área de la cuenca 7.305 km2
li= Longitud de cada curva de nivel

Cuadro N° 03. Clasificación de las cuencas de acuerdo a la pendiente promedio

Clase de forma		índice de compacidad	Símbolo
0	**3**	Plano	P1
3	**7**	Suave	P2
7	**12**	Mediano	P3
12	**20**	Accidentado	P4
20	**35**	Fuerte	P5
35	**50**	Muy Fuerte	P6
50	**75**	Escarpado	P7
>	**75**	Muy escarpado	P8

PARÁMETROS GEOMORFOLÓGICOS
MICROCUENCA DE LA QUEBRADA 2

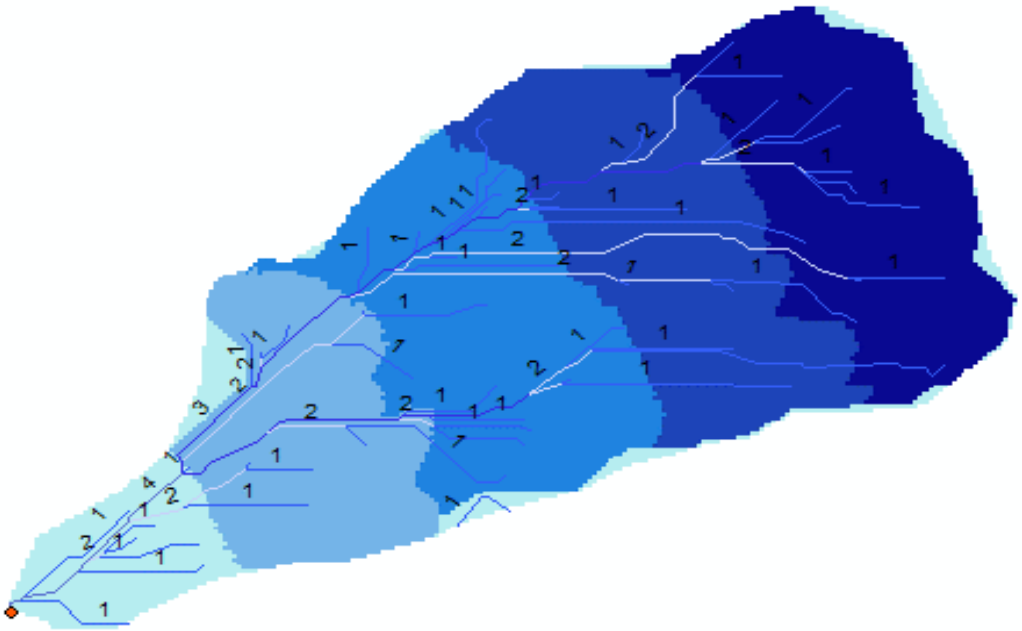
RESPONSABLE: NEISER ALDAIR IDROGO DELGADO
MICROCUENCA: QUEBRADA 2
UBICACIÓN: Distrito: CHOTA
Provincia: CHOTA
Región: CAJAMARCA
PUNTO DE DELIMITACIÓN: Este: 762956.00 m E
Norte: 9274552.00 m S



Estimación de la pendiente de la cuenca (Sc)

CURVA DE NIVEL		LONGITUD (Km)
Curva 1	2,650.00	0.099
Curva 2	2,700.00	0.769
Curva 3	2,750.00	0.688
Curva 4	2,800.00	0.853
Curva 5	2,850.00	1.262
Curva 6	2,900.00	1.698
Curva 7	2,950.00	2.166
Curva 8	3,000.00	2.620
Curva 9	3,050.00	2.117
Curva 10	3,100.00	2.007
Curva 11	3,150.00	2.279
Curva 12	3,200.00	2.391
Curva 13	3,250.00	2.301
Curva 14	3,300.00	2.302
Curva 15	3,350.00	2.342
Curva 16	3,400.00	2.664
Curva 17	3,450.00	2.382
Curva 18	3,500.00	1.987
Curva 19	3,550.00	1.646
Curva 20	3,600.00	0.224
TOTAL		**34.798**

Sc = 23.82%



PARÁMETROS GEOMORFOLÓGICOS
MICROCUENCA DE LA QUEBRADA 2

RESPONSABLE: NEISER ALDAIR IDROGO DELGADO
MICROCUENCA: QUEBRADA 2
UBICACIÓN: Distrito: CHOTA
Provincia: CHOTA
Región: CAJAMARCA
PUNTO DE DELIMITACIÓN: Este: 762956.00 m E
Norte: 9274552.00 m S

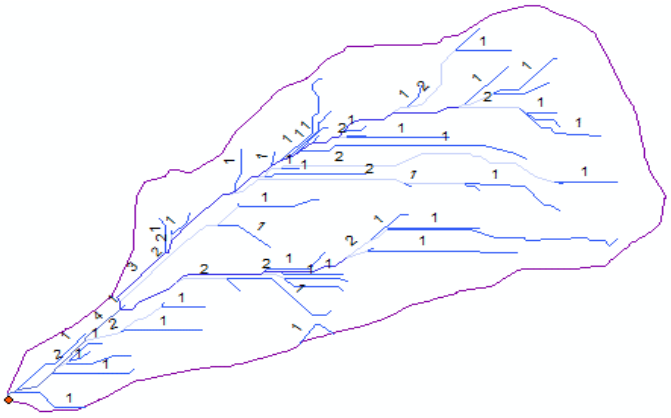


2.7. Número de orden de la cuenca (N)

N=	4

2.8. Longitud de la red hídrica

ORDEN	Longitud de cauces (km)	Número de cauces
1	22.66196607	54
2	8.343011808	24
3	4.812104037	21
4	1.086378493	6
Total	**36.90**	**105.00**



2.9. Longitud del máximo recorrido (L)

L (km)	5.26 Km	**L (m)**	5263

2.10. Pendiente del cauce principal o del máximo recorrido (So)

2.10.1. MÉTODO I. Pendiente uniforme

$$So = \frac{\Delta H}{L}$$

Hmáx= Altura máxima 3500.00
Hmín= Altura mínima 2650.00
ΔH= Diferencia de alturas 850.00
L= longitud del cauce principal 5.26

16.15	**%**

2.10.2. MÉTODO II. Ecuación de Taylor y Schawarz

$$S_o = \left[\frac{\sum_{i=1}^{n} l_i}{\sum_{i=1}^{n}\left(\frac{l_i}{S_i}\right)^{1/2}}\right]^2$$

Li= longitud de cada tramo de pendiente Si
n= Número de tramos de similar pendiente

PARÁMETROS GEOMORFOLÓGICOS
MICROCUENCA DE LA QUEBRADA 2

RESPONSABLE: NEISER ALDAIR IDROGO DELGADO
MICROCUENCA: QUEBRADA 2
UBICACIÓN: Distrito: CHOTA
Provincia: CHOTA
Región: CAJAMARCA
PUNTO DE DELIMITACIÓN: Este: 762956.00 m E
Norte: 9274552.00 m S



ALTITUDES		LONG. PARCIALES	DESNIVEL	PENDIENTE ENTRE TRAMOS	
Hi	Hf	Li (m)	hi (m)	si = hi/li	$(li^2/si)^{1/2}$
2,650	2,700	466.51	50.00	0.1072	1,424.98
2,700	2,750	304.94	50.00	0.1640	753.08
2,750	2,800	374.97	50.00	0.1333	1,026.85
2,800	2,850	461.28	50.00	0.1084	1,401.07
2,850	2,900	399.39	50.00	0.1252	1,128.80
2,900	2,950	382.20	50.00	0.1308	1,056.69
2,950	3,000	169.71	50.00	0.2946	312.65
3,000	3,050	168.06	50.00	0.2975	308.12
3,050	3,100	180.56	50.00	0.2769	343.12
3,100	3,150	349.62	50.00	0.1430	924.51
3,150	3,200	260.89	50.00	0.1917	595.94
3,200	3,250	242.73	50.00	0.2060	534.81
3,250	3,300	218.02	50.00	0.2293	455.25
3,300	3,350	317.99	50.00	0.1572	801.94
3,350	3,400	326.64	50.00	0.1531	834.86
3,400	3,450	399.58	50.00	0.1251	1,129.58
3,450	3,500	240.41	50.00	0.2080	527.15
TOTAL		**5,263.50**			**13,559.41**

S = **15.07** **%**

2.11. Tiempo de concentración (Tc)

Fórmula del método racional modificado (MTC, 2018)

$$Tc = 0.3\left(\frac{L}{S^{0.25}}\right)^{0.76}$$

Donde: L= Longitud del cauce mayor (km) 5.26 Km
So= Pendiente promedio del cauce mayor (m/m) 0.151 m/m

Tc= **1.52** horas
Tc= **91.12** minutos

Fórmula de KIRPICH

$$Tc = 0{,}020 * L^{0{,}75} * S^{-0{,}40}$$

Donde: L = Longitud del curso mayor en metros = 5,263.50 m 5.263
S = Pendiente = H/L = 18.05 % 0.180
H = Diferencia entre altitud máxima y mínima = 950 m

Tc= **24.51** minutos
Tc= **0.41** horas 0.458

PARÁMETROS GEOMORFOLÓGICOS
MICROCUENCA DE LA QUEBRADA 2

RESPONSABLE: NEISER ALDAIR IDROGO DELGADO
MICROCUENCA: QUEBRADA 2
UBICACIÓN: Distrito: CHOTA
Provincia: CHOTA
Región: CAJAMARCA
PUNTO DE DELIMITACIÓN: Este: 762956.00 m E
Norte: 9274552.00 m S



Fórmula de GIANDOTTI

$$Tc = (4*S^{1/2}+1,5*L/(0,8*H^{1/2}))$$

Donde:	S = Superficie de la cuenca en Km^2 =	7.31	Km^2
	L = Longitud del Río Principal en Km=	5.26	Km
	H = Altitud Media en metros, descontando la cota de origen de la cuenca sobre el punto en estudio =	541.57	m

Tc=	**1.00**	horas
Tc=	**60.30**	minutos

Fórmula de TEMEZ

$$Tc = 0,3*(L/n^{1/4})^{0,75}$$

Donde:	L = Longitud del cauce principal en Km =	5.26	Km
	n = Pendiente media del curso principal =	15.07	%

Tc=	**1.49**	**horas**
Tc=	**89.20**	minutos

2.12. Coeficiente orográfico (Co)

$$C_o = \frac{H^2}{A}$$

H= Altitud media del relieve 3.19 km
A= área de la cuenca 7.304897 km2

Co= 1.3944

2.13. Relación de confluencias (Rc)

$$R_c = \frac{n_i}{n_{i+1}}$$

ni= Número total de cauces de orden i
ni+1= Número total de cauces de orden i+1

Orden	Número de cauces	Rc parciales
1	54	2.250
2	24	1.143
3	21	3.500
4	6	

Rc promedio= 2.298

2.14. Relación de longitudes (Rl)

$$R_l = \frac{L_i}{L_{i-1}}$$

Li= Longitud promedio de todos los cauces de orden i
Li+1= Longitud promedio de todos los cauces de orden i-1

PARÁMETROS GEOMORFOLÓGICOS
MICROCUENCA DE LA QUEBRADA 2

RESPONSABLE: NEISER ALDAIR IDROGO DELGADO
MICROCUENCA: QUEBRADA 2
UBICACIÓN: Distrito: CHOTA
Provincia: CHOTA
Región: CAJAMARCA
PUNTO DE DELIMITACIÓN: Este: 762956.00 m E
Norte: 9274552.00 m S



Orden	Longitud de cauces (km)	Rc parciales
1	22.66196607	0.368
2	8.343011808	0.577
3	4.812104037	0.226
4	1.086378493	
Rl promedio=		**0.390**

2.15 Factor de forma (F)

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

A= Área de la cuenca 7.305 km2
L= Longitud de máximo recorrido 5.26 Km

F= 0.264

2.16. Rectángulo equivalente

$$L = \frac{K\sqrt{A}}{1.12}\left[1 + \sqrt{1 - \left(\frac{1.12}{K}\right)^2}\right]$$

$$l = \frac{K\sqrt{A}}{1.12}\left[1 - \sqrt{1 - \left(\frac{1.12}{K}\right)^2}\right]$$

Donde: A= área de la cuenca 7.304897 km2
kc= coeficiente de Gravelius 1.276
Factor raíz(1-(1.12/k)^2) 0.230

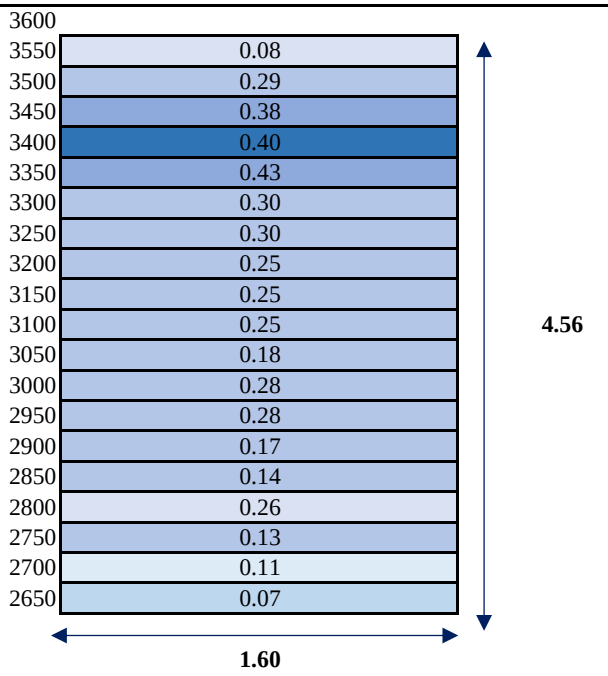
L= 4.555 l= 1.60

CÁLCULO DEL RECTÁNGULO EQUIVALENTE				
Altitudes		**Ap**	**Ap/l**	
2650	2700	0.11	0.07	→ L1
2700	2750	0.18	0.11	→ L2
2750	2800	0.22	0.13	→ L3
2800	2850	0.41	0.26	→ L4
2850	2900	0.22	0.14	→ L5
2900	2950	0.27	0.17	→ L6
2950	3000	0.45	0.28	→ L7
3000	3050	0.46	0.28	→ L8
3050	3100	0.29	0.18	→ L9
3100	3150	0.40	0.25	→ L10
3150	3200	0.40	0.25	→ L11
3200	3250	0.40	0.25	→ L12
3250	3300	0.49	0.30	→ L13
3300	3350	0.47	0.30	→ L14
3350	3400	0.70	0.43	→ L15
3400	3450	0.63	0.40	→ L16
3450	3500	0.61	0.38	→ L17
3500	3550	0.46	0.29	→ L18
3550	3600	0.13	0.08	→ L19

PARÁMETROS GEOMORFOLÓGICOS
MICROCUENCA DE LA QUEBRADA 2

RESPONSABLE: NEISER ALDAIR IDROGO DELGADO
MICROCUENCA: QUEBRADA 2
UBICACIÓN: Distrito: CHOTA
Provincia: CHOTA
Región: CAJAMARCA
PUNTO DE DELIMITACIÓN: Este: 762956.00 m E
Norte: 9274552.00 m S





2.1.7. Resumen de resultados

Parámetro geomorfológico	Valor
Área (km2)	7.30
Perímetro (km)	12.32
Coeficiente de compacidad	1.276
Altitud media (msnm)	3,191.57
Pendiente de la cuenca (%)	23.82%
Número de orden	4
Longitud de la red hídrica (km)	36.90
Longitud del máximo recorrido (km)	5.26 Km
Pendiente del cauce principal (%)	15.07
Tiempo de concentración (minutos)	89.20

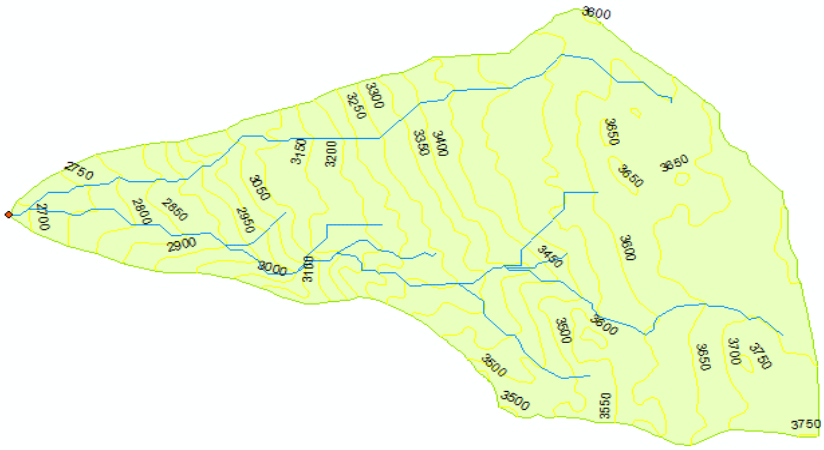
PARÁMETROS GEOMORFOLÓGICOS
MICROCUENCA DE LA QUEBRADA 3

RESPONSABLE: NEISER ALDAIR IDROGO DELGADO
MICROCUENCA: QUEBRADA 3
UBICACIÓN: Distrito: CHOTA
Provincia: CHOTA
Región: CAJAMARCA
PUNTO DE DELIMITACIÓN: Este: 763306.00 m E
Norte: 9274097.00 m S



1) Delimitación de la microcuenca en el programa ArcMAP 10.5

Consiste en definir la línea de divortio aquarum, que es una línea curva cerrada que parte y llega al punto de captación mediante la unión de todos los puntos altos e interceptando en forma perpendicular a todas las curvas de altitudes del plano o carta topográfica, por cuya razón a dicha línea divisoria también se le conoce con el



2) Parámetros geomorfológicos

2.1. Área (A)

Cuadro N° 01. Tamaño relativo de los sistemas hidrológicos

Unid. Hidrológica	Área (km2)		N° de orden
Micro cuenca	0	50	1, 2, 3
Sub cuenca	51	500	4, 5
Cuenca	más	500	6 a más

Ac=	13.25	Km2	Microcuenca

2.2. Perímetro (P)

Pc=	16.70	Km

2.3. Longitud al centroide (Lc)

Centroide x	Cx=	766687.55	m
Centroide y	Cy=	9273885.07	m
Centroide z	Cz=	3308.51	msnm

2.4. Coeficiente de Gravelius o índice de compacidad (Kc)

$$k = 0.28\left(\frac{Pc}{\sqrt{Ac}}\right)$$

P= perímetro de la cuenca 16.70
A= área de la cuenca 13.25

PARÁMETROS GEOMORFOLÓGICOS
MICROCUENCA DE LA QUEBRADA 3

RESPONSABLE: NEISER ALDAIR IDROGO DELGADO
MICROCUENCA: QUEBRADA 3
UBICACIÓN: Distrito: CHOTA
Provincia: CHOTA
Región: CAJAMARCA
PUNTO DE DELIMITACIÓN: Este: 763306.00 m E
Norte: 9274097.00 m S



Cuadro N° 02. Formas de la cuenca de acuerdo al índice de compacidad

Clase de forma	índice de compacidad		Forma de la cuenca
Clase I	1	1.25	Casi redonda a oval - redonda
Clase II	1.26	1.5	Oval redonda a oval oblonga
Clase III	1.51	1.75	Oval oblonga a rectangular-oblonga

Si K menor o igual a 1 la cuenca tiene forma circular — *La tormenta se da en una parte*
Si k mayor a 1 la cuenca tiene forma alargada — *La tormenta se da en toda su extensión*

K=	1.284	Clase II	Forma oval-redonda

2.5. Altitud media (H)

Datos: **Elevación mínima** Hmín= 2657.41 msnm 1092.59
Elevación máxima Hmáx= 3750.00 msnm

Áreas parciales entre altitudes

PARCIALES	ALTITUDES		AREA (Km2)
Área 1	2657	2750	0.285
Área 2	2750	2850	0.590
Área 3	2850	2950	0.589
Área 4	2950	3050	0.557
Área 5	3050	3150	0.734
Área 6	3150	3250	0.810
Área 7	3250	3350	0.995
Área 8	3350	3450	1.308
Área 9	3450	3550	2.110
Área 10	3550	3650	3.512
Área 11	3650	3750	1.757
		Área total	**13.25**

2.5.1.) Estimación de la altitud media (H) por fórmula

$$H = \frac{1}{A}\sum_{i=1}^{n} H_i \times A_i$$

Hi= Altura correspondiente al área acumulada Ai
A= Área de la cuenca
N= Número de áreas parciales

ALTITUD MEDIA			
ITEM	**PROMEDIO**	**ÁREA ENTRE COTAS**	**AixHi**
1	2,704	0.285	770.07
2	2,800	0.590	1652.24
3	2,900	0.589	1707.76
4	3,000	0.557	1671.83
5	3,100	0.734	2275.70
6	3,200	0.810	2591.05
7	3,300	0.995	3284.57
8	3,400	1.308	4449.10
9	3,500	2.110	7385.87
10	3,600	3.512	12646.08
11	3,700	1.757	6500.88
TOTAL		**13.25**	**44,935.16**
H =		**3,392.05**	**m**

PARÁMETROS GEOMORFOLÓGICOS
MICROCUENCA DE LA QUEBRADA 3

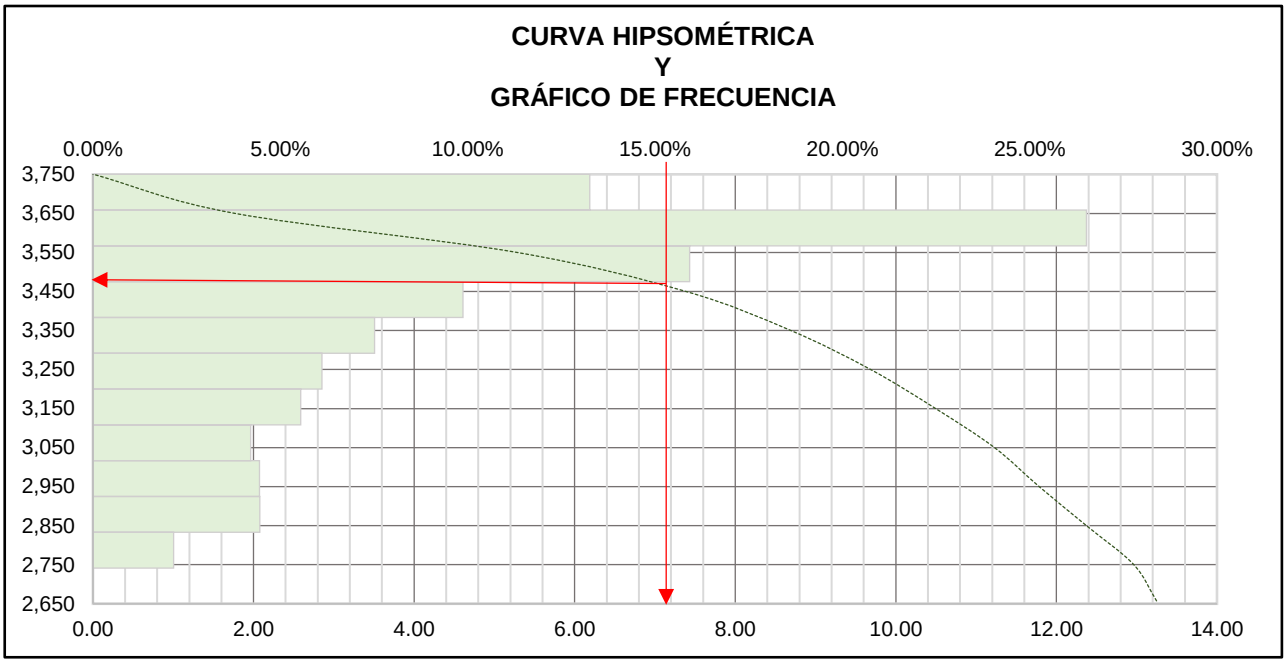
RESPONSABLE: NEISER ALDAIR IDROGO DELGADO
MICROCUENCA: QUEBRADA 3
UBICACIÓN: Distrito: CHOTA
Provincia: CHOTA
Región: CAJAMARCA
PUNTO DE DELIMITACIÓN: Este: 763306.00 m E
Norte: 9274097.00 m S



2.5.2.) Estimación de la altitud media (H) por el método gráfico

Método gráfico para el cálculo de la altitud media (H)

ITEM	*ALTITUD msnm*	*AREA PARCIAL*	*AREA ACUMULADA*	*AREA QUE QUEDA SOBRE LA CURVA*	*% DE AREA PARCIAL*	*% QUE QUEDA SOBRE LA ALTITUD*
PMB	2,657	0.000	0	13.25	0.00%	100.00%
A1	2,750	0.285	0.285	12.96	2.15%	97.85%
A2	2,850	0.590	0.875	12.37	4.45%	93.40%
A3	2,950	0.589	1.464	11.78	4.44%	88.95%
A4	3,050	0.557	2.021	11.23	4.21%	84.75%
A5	3,150	0.734	2.755	10.49	5.54%	79.20%
A6	3,250	0.810	3.564	9.68	6.11%	73.09%
A7	3,350	0.995	4.560	8.69	7.51%	65.58%
A8	3,450	1.308	5.868	7.38	9.88%	55.70%
A9	3,550	2.110	7.978	5.27	15.93%	39.78%
A10	3,650	3.512	11.490	1.76	26.51%	13.26%
A11	3,750	1.757	13.247	0.00	13.26%	0.00%
∑T=		13.25			100.00%	



PARÁMETROS GEOMORFOLÓGICOS
MICROCUENCA DE LA QUEBRADA 3

RESPONSABLE: NEISER ALDAIR IDROGO DELGADO
MICROCUENCA: QUEBRADA 3
UBICACIÓN: Distrito: CHOTA
Provincia: CHOTA
Región: CAJAMARCA
PUNTO DE DELIMITACIÓN: Este: 763306.00 m E
Norte: 9274097.00 m S



2.6. Pendiente de la cuenca (Sc)

$$S_c = \frac{C}{A}\sum_{i=1}^{n} li$$

Sc= Pendiente de la cuenca
C= Equidistancia entre curvas de nivel 0.05 km
A= Área de la cuenca 13.251 km2
li= Longitud de cada curva de nivel

Cuadro N° 03. Clasificación de las cuencas de acuerdo a la pendiente promedio

Clase de forma		índice de compacidad	Símbolo
0	**3**	Plano	P1
3	**7**	Suave	P2
7	**12**	Mediano	P3
12	**20**	Accidentado	P4
20	**35**	Fuerte	P5
35	**50**	Muy Fuerte	P6
50	**75**	Escarpado	P7
>	**75**	Muy escarpado	P8

Estimación de la pendiente de la cuenca (Sc)

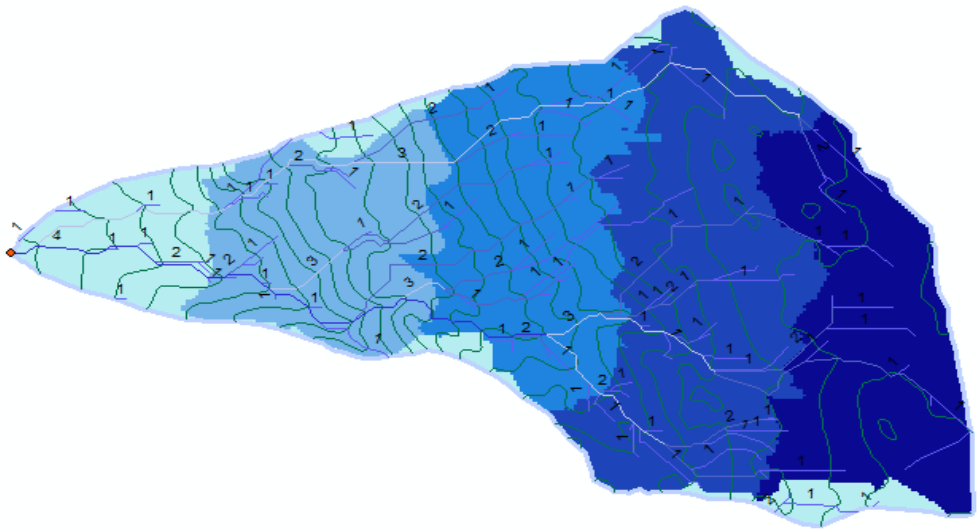
CURVA DE NIVEL		LONGITUD (Km)
Curva 1	2,657	0.000
Curva 2	2,700	0.355
Curva 3	2,750	1.019
Curva 4	2,800	1.227
Curva 5	2,850	1.690
Curva 6	2,900	1.852
Curva 7	2,950	1.914
Curva 8	3,000	2.287
Curva 9	3,050	2.187
Curva 10	3,100	2.238
Curva 11	3,150	2.233
Curva 12	3,200	2.329
Curva 13	3,250	2.543
Curva 14	3,300	2.852
Curva 15	3,350	3.125
Curva 16	3,400	3.901
Curva 17	3,450	4.645
Curva 18	3,500	4.909
Curva 19	3,550	5.028
Curva 20	3,600	6.259
Curva 21	3,650	6.390
Curva 22	3,700	2.851
Curva 23	3,750	0.579
TOTAL		**62.412**

Sc = 23.55%

PARÁMETROS GEOMORFOLÓGICOS
MICROCUENCA DE LA QUEBRADA 3

RESPONSABLE: NEISER ALDAIR IDROGO DELGADO
MICROCUENCA: QUEBRADA 3
UBICACIÓN: Distrito: CHOTA
Provincia: CHOTA
Región: CAJAMARCA
PUNTO DE DELIMITACIÓN: Este: 763306.00 m E
Norte: 9274097.00 m S



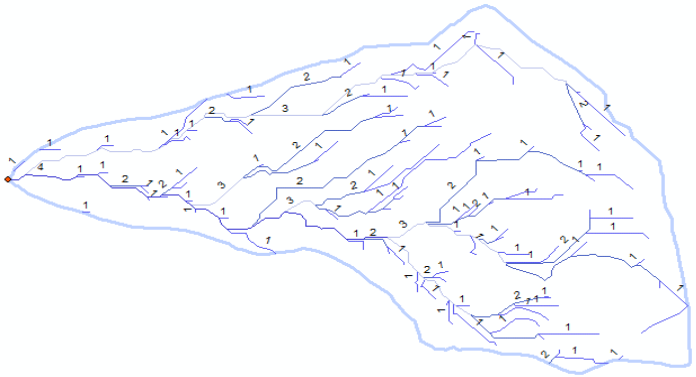


2.7. Número de orden de la cuenca (N)

N=	4

2.8. Longitud de la red hídrica

ORDEN	Longitud de cauces (km)	Número de cauces
1	24.89812793	95
2	16.18051951	39
3	9.312793811	31
4	4.101673036	17
Total	**54.49**	**182.00**



2.9. Longitud del máximo recorrido (L)

L (km)	8.12 Km	**L (m)**	8121

2.10. Pendiente del cauce principal o del máximo recorrido (So)

2.10.1. MÉTODO I. Pendiente uniforme

$$So = \frac{\Delta H}{L}$$

Hmáx= Altura máxima 3750.41
Hmín= Altura mínima 2657.41
ΔH= Diferencia de alturas 1093.00
L= longitud del cauce principal 8.12

13.46 **%**

PARÁMETROS GEOMORFOLÓGICOS

MICROCUENCA DE LA QUEBRADA 3

RESPONSABLE: NEISER ALDAIR IDROGO DELGADO
MICROCUENCA: QUEBRADA 3
UBICACIÓN: Distrito: CHOTA
Provincia: CHOTA
Región: CAJAMARCA
PUNTO DE DELIMITACIÓN: Este: 763306.00 m E
Norte: 9274097.00 m S



2.10.2. MÉTODO II. Ecuación de Taylor y Schawarz

$$S_o = \left[\frac{\sum_{i=1}^{n} l_i}{\sum_{i=1}^{n}\left(\frac{l_i}{S_i}\right)^{1/2}}\right]^2$$

Li= longitud de cada tramo de pendiente Si
n= Número de tramos de similar pendiente

ALTITUDES		LONG. PARCIALES	DESNIVEL	PENDIENTE ENTRE TRAMOS	
Hi	**Hf**	**Li (m)**	**hi (m)**	**si = hi/li**	**$(li^2/si)^{1/2}$**
2,657	2,700	207.24	43.00	0.2075	454.95
2,700	2,750	321.31	50.00	0.1556	814.54
2,750	2,800	584.47	50.00	0.0855	1,998.30
2,800	2,850	454.27	50.00	0.1101	1,369.26
2,850	2,900	345.25	50.00	0.1448	907.22
2,900	2,950	312.77	50.00	0.1599	782.28
2,950	3,000	372.82	50.00	0.1341	1,018.04
3,000	3,050	90.87	50.00	0.5502	122.51
3,050	3,100	128.62	50.00	0.3888	206.28
3,100	3,150	197.67	50.00	0.2529	393.03
3,150	3,200	257.68	50.00	0.1940	584.97
3,200	3,250	145.04	50.00	0.3447	247.02
3,250	3,300	235.08	50.00	0.2127	509.74
3,300	3,350	685.95	50.00	0.0729	2,540.71
3,350	3,400	402.99	50.00	0.1241	1,144.09
3,400	3,450	261.42	50.00	0.1913	597.76
3,450	3,500	230.86	50.00	0.2166	496.08
3,500	3,550	234.35	50.00	0.2134	507.34
3,550	3,600	421.60	50.00	0.1186	1,224.25
3,600	3,650	590.40	50.00	0.0847	2,028.78
3,650	3,700	406.79	50.00	0.1229	1,160.28
3,700	3,750	1,233.44	50.00	0.0405	6,126.23
TOTAL		**8,121**			**25,234**

S = 10.36 %

2.11. Tiempo de concentración (Tc)

Fórmula del método racional modificado (MTC, 2018)

$$Tc = 0.3\left(\frac{L}{S^{0.25}}\right)^{0.76}$$

Donde: L= Longitud del cauce mayor (km) 8.12 Km
So= Pendiente promedio del cauce mayor (m/m) 0.104 m/m

Tc= 2.27 horas
Tc= 136.04 minutos

PARÁMETROS GEOMORFOLÓGICOS
MICROCUENCA DE LA QUEBRADA 3

RESPONSABLE: NEISER ALDAIR IDROGO DELGADO
MICROCUENCA: QUEBRADA 3
UBICACIÓN: Distrito: CHOTA
Provincia: CHOTA
Región: CAJAMARCA
PUNTO DE DELIMITACIÓN: Este: 763306.00 m E
Norte: 9274097.00 m S



Fórmula de KIRPICH

$$Tc = 0{,}020 * L^{0{,}75} * S^{-0{,}40}$$

Donde:	L = Longitud del curso mayor en metros =	8,120.90	m	8.121
	S = Pendiente = H/L =	13.46	%	0.135
	H = Diferencia entre altitud máxima y mínima =	1,093	m	

Tc=	**38.16**	minutos
Tc=	**0.64**	horas

0.717

Fórmula de GIANDOTTI

$$Tc = (4 * S^{1/2} + 1{,}5 * L/(0{,}8 * H^{1/2}))$$

Donde:	S = Superficie de la cuenca en Km^2 =	13.25	Km^2
	L = Longitud del Río Principal en Km=	8.12	Km
	H = Altitud Media en metros, descontando la cota de origen de la cuenca sobre el punto en estudio =	734.64	m

Tc=	**1.23**	horas
Tc=	**73.99**	minutos

Fórmula de TEMEZ

$$Tc = 0{,}3 * (L/n^{1/4})^{0{,}75}$$

Donde:	L = Longitud del cauce principal en Km =	8.12	Km
	n = Pendiente media del curso principal =	10.36	%

Tc=	**2.21**	**horas**
Tc=	**132.47**	minutos

2.12. Coeficiente orográfico (Co)

$$C_o = \frac{H^2}{A}$$

	H= Altitud media del relieve	3.39	km
	A= área de la cuenca	13.25067	km2

Co=	**0.8683**

2.13. Relación de confluencias (Rc)

$$R_c = \frac{n_i}{n_{i+1}}$$

ni= Número total de cauces de orden i
ni+1= Número total de cauces de orden i+1

PARÁMETROS GEOMORFOLÓGICOS

MICROCUENCA DE LA QUEBRADA 3

RESPONSABLE: NEISER ALDAIR IDROGO DELGADO
MICROCUENCA: QUEBRADA 3
UBICACIÓN: Distrito: CHOTA
Provincia: CHOTA
Región: CAJAMARCA
PUNTO DE DELIMITACIÓN: Este: 763306.00 m E
Norte: 9274097.00 m S



Orden	Número de cauces	Rc parciales
1	95	2.436
2	39	1.258
3	31	1.824
4	17	

Rc promedio= 1.839

2.14. Relación de longitudes (Rl)

$$R_l = \frac{L_i}{L_{i-1}}$$

Li= Longitud promedio de todos los cauces de orden i
Li+1= Longitud promedio de todos los cauces de orden i-1

Orden	Longitud de cauces (km)	Rc parciales
1	24.90	0.650
2	16.18	0.576
3	9.31	0.440
4	4.10	

Rl promedio= 0.555

2.15 Factor de forma (F)

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

A= Área de la cuenca 13.25067 km2
L= Longitud de máximo recorrido 8.12 Km

F= 0.201

2.16. Rectángulo equivalente

$$L = \frac{K\sqrt{A}}{1.12}\left[1 + \sqrt{1 - \left(\frac{1.12}{K}\right)^2}\right]$$

$$l = \frac{K\sqrt{A}}{1.12}\left[1 - \sqrt{1 - \left(\frac{1.12}{K}\right)^2}\right]$$

Donde: A= área de la cuenca 13.25067 km2
kc= coeficiente de Gravelius 1.284
Factor raíz(1-(1.12/k)^2) 0.239

L= 6.216 l= 2.13

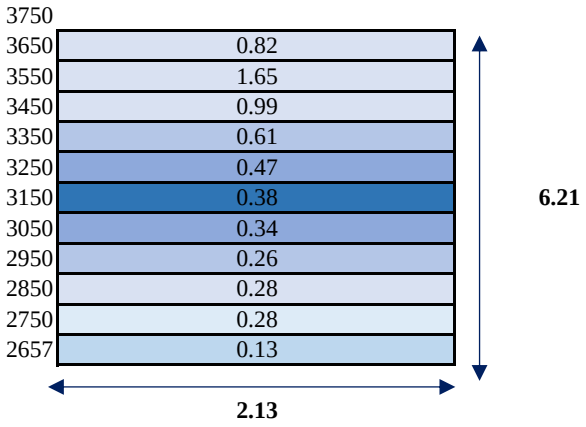
PARÁMETROS GEOMORFOLÓGICOS
MICROCUENCA DE LA QUEBRADA 3

RESPONSABLE: NEISER ALDAIR IDROGO DELGADO
MICROCUENCA: QUEBRADA 3
UBICACIÓN: Distrito: CHOTA
Provincia: CHOTA
Región: CAJAMARCA
PUNTO DE DELIMITACIÓN: Este: 763306.00 m E
Norte: 9274097.00 m S



CÁLCULO DEL RECTÁNGULO EQUIVALENTE

Altitudes		Ap	Ap/l	
2657	2750	0.28	0.13	L1
2750	2850	0.59	0.28	L2
2850	2950	0.59	0.28	L3
2950	3050	0.56	0.26	L4
3050	3150	0.73	0.34	L5
3150	3250	0.81	0.38	L6
3250	3350	1.00	0.47	L7
3350	3450	1.31	0.61	L8
3450	3550	2.11	0.99	L9
3550	3650	3.51	1.65	L10
3650	3750	1.76	0.82	L11



2.1.7. Resumen de resultados

Parámetro geomorfológico	Valor
Área (km2)	13.25
Perímetro (km)	16.70
Coeficiente de compacidad	1.284
Altitud media (msnm)	3,392.05
Pendiente de la cuenca (%)	23.55%
Número de orden	4
Longitud de la red hídrica (km)	54.49
Longitud del máximo recorrido (km)	8.12 Km
Pendiente del cauce principal (%)	10.36
Tiempo de concentración (minutos)	132.47

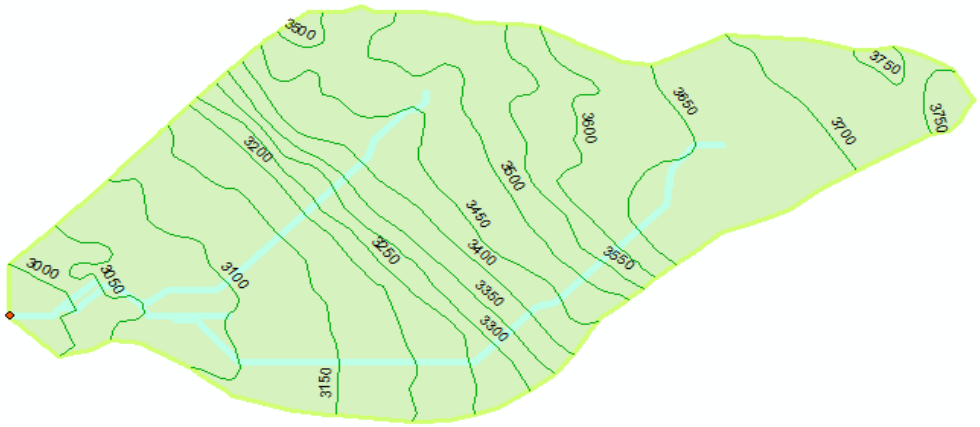
PARÁMETROS GEOMORFOLÓGICOS
MICROCUENCA DE LA QUEBRADA 4

RESPONSABLE: NEISER ALDAIR IDROGO DELGADO
MICROCUENCA: QUEBRADA 4
UBICACIÓN: Distrito: CHOTA
Provincia: CHOTA
Región: CAJAMARCA
PUNTO DE DELIMITACIÓN: Este: 766001.00 m E
Norte: 9270808.00 m S



1) Delimitación de la microcuenca en el programa ArcMAP 10.5

Consiste en definir la línea de divortio aquarum, que es una línea curva cerrada que parte y llega al punto de captación mediante la unión de todos los puntos altos e interceptando en forma perpendicular a todas las curvas de altitudes del plano o carta topográfica, por cuya razón a dicha línea divisoria también se le conoce con el



2) Parámetros geomorfológicos

2.1. Área (A)

Cuadro N° 01. Tamaño relativo de los sistemas hidrológicos

Unid. Hidrológica	Área (km2)		N° de orden
Micro cuenca	0	50	1, 2, 3
Sub cuenca	51	500	4, 5
Cuenca	más	500	6 a más

Ac=	4.67	Km2	Microcuenca

2.2. Perímetro (P)

Pc=	9.68	Km

2.3. Longitud al centroide (Lc)

Centroide x	Cx=	767791.07	m
Centroide y	Cy=	9271298.04	m
Centroide z	Cz=	3377.56	msnm

2.4. Coeficiente de Gravelius o índice de compacidad (Kc)

$$k = 0.28\left(\frac{Pc}{\sqrt{Ac}}\right)$$

P= perímetro de la cuenca 9.68
A= área de la cuenca 4.67

PARÁMETROS GEOMORFOLÓGICOS
MICROCUENCA DE LA QUEBRADA 4

RESPONSABLE: NEISER ALDAIR IDROGO DELGADO
MICROCUENCA: QUEBRADA 4
UBICACIÓN: Distrito: CHOTA
Provincia: CHOTA
Región: CAJAMARCA
PUNTO DE DELIMITACIÓN: Este: 766001.00 m E
Norte: 9270808.00 m S



Cuadro N° 02. Formas de la cuenca de acuerdo al índice de compacidad

Clase de forma	índice de compacidad		Forma de la cuenca
Clase I	1	1.25	Casi redonda a oval - redonda
Clase II	1.26	1.5	Oval redonda a oval oblonga
Clase III	1.51	1.75	Oval oblonga a rectangular-oblonga

Si K menor o igual a 1 la cuenca tiene forma circular — *La tormenta se da en una parte*
Si k mayor a 1 la cuenca tiene forma alargada — *La tormenta se da en toda su extensión*

K=	1.254	Clase I	Forma oval-redonda

2.5. Altitud media (H)

Datos: **Elevación mínima** Hmín= 2966.83 msnm
Elevación máxima Hmáx= 3750.00 msnm

Áreas parciales entre altitudes

PARCIALES	ALTITUDES		AREA (Km2)
Área 1	2967	3000	0.082
Área 2	3000	3050	0.160
Área 3	3050	3100	0.339
Área 4	3100	3150	0.478
Área 5	3150	3200	0.375
Área 6	3200	3250	0.226
Área 7	3250	3300	0.174
Área 8	3300	3350	0.152
Área 9	3350	3400	0.197
Área 10	3400	3450	0.318
Área 11	3450	3500	0.532
Área 12	3500	3550	0.254
Área 13	3550	3600	0.239
Área 14	3600	3650	0.319
Área 15	3650	3700	0.501
Área 16	3700	3750	0.320
		Área total	**4.67**

PARÁMETROS GEOMORFOLÓGICOS
MICROCUENCA DE LA QUEBRADA 4

RESPONSABLE: NEISER ALDAIR IDROGO DELGADO
MICROCUENCA: QUEBRADA 4
UBICACIÓN: Distrito: CHOTA
Provincia: CHOTA
Región: CAJAMARCA
PUNTO DE DELIMITACIÓN: Este: 766001.00 m E
Norte: 9270808.00 m S



2.5.1.) Estimación de la altitud media (H) por fórmula

$$H = \frac{1}{A}\sum_{i=1}^{n} H_i \times A_i$$

Hi= Altura correspondiente al área acumulada Ai
A= Área de la cuenca
N= Número de áreas parciales

ALTITUD MEDIA			
ITEM	**PROMEDIO**	**Área entre curvas**	**AixHi**
1	2,983	0.082	243.45
2	3,025	0.160	484.00
3	3,075	0.339	1041.81
4	3,125	0.478	1493.75
5	3,175	0.375	1191.26
6	3,225	0.226	727.56
7	3,275	0.174	569.85
8	3,325	0.152	504.07
9	3,375	0.197	664.20
10	3,425	0.318	1089.15
11	3,475	0.532	1848.70
12	3,525	0.254	893.94
13	3,575	0.239	855.14
14	3,625	0.319	1157.10
15	3,675	0.501	1841.91
16	3,725	0.320	1193.49
TOTAL		**4.67**	**15,799.37**
H =		**3,386.64**	**m**

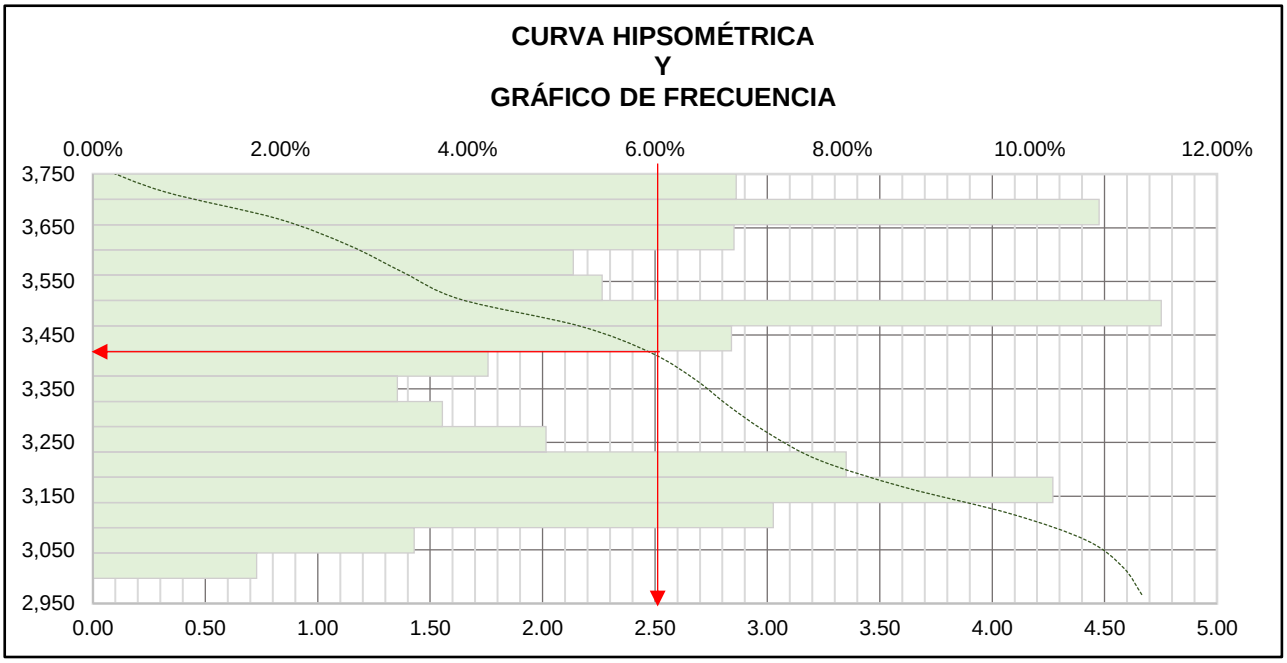
2.5.2.) Estimación de la altitud media (H) por el método gráfico

Método gráfico para el cálculo de la altitud media (H)						
	ALTITUD msnm	*AREA PARCIAL*	*AREA ACUMULADA*	*AREA QUE QUEDA SOBRE LA CURVA*	*% DE AREA PARCIAL*	*% QUE QUEDA SOBRE LA ALTITUD*
PMB	2,967	0.000	0	4.67	0.00%	100.00%
A1	3,017	0.082	0.082	4.58	1.75%	98.25%
A2	3,067	0.160	0.242	4.42	3.43%	94.82%
A3	3,117	0.339	0.580	4.08	7.26%	87.56%
A4	3,167	0.478	1.058	3.61	10.25%	77.31%
A5	3,217	0.375	1.434	3.23	8.04%	69.27%
A6	3,267	0.226	1.659	3.01	4.84%	64.43%
A7	3,317	0.174	1.833	2.83	3.73%	60.70%
A8	3,367	0.152	1.985	2.68	3.25%	57.46%
A9	3,417	0.197	2.182	2.48	4.22%	53.24%
A10	3,467	0.318	2.500	2.17	6.82%	46.42%
A11	3,517	0.532	3.032	1.63	11.40%	35.02%
A12	3,567	0.254	3.285	1.38	5.44%	29.58%
A13	3,617	0.239	3.524	1.14	5.13%	24.45%
A14	3,667	0.319	3.844	0.82	6.84%	17.61%
A15	3,717	0.501	4.345	0.32	10.74%	6.87%
A16	3,767	0.320	4.665	0.00	6.87%	0.00%
∑T=		4.67			100.00%	

PARÁMETROS GEOMORFOLÓGICOS
MICROCUENCA DE LA QUEBRADA 4

RESPONSABLE: NEISER ALDAIR IDROGO DELGADO
MICROCUENCA: QUEBRADA 4
UBICACIÓN: Distrito: CHOTA
Provincia: CHOTA
Región: CAJAMARCA
PUNTO DE DELIMITACIÓN: Este: 766001.00 m E
Norte: 9270808.00 m S





2.6. Pendiente de la cuenca (Sc)

$$S_c = \frac{C}{A}\sum_{i=1}^{n} li$$

Sc= Pendiente de la cuenca
C= Equidistancia entre curvas de nivel 0.05 km
A= Área de la cuenca 4.667 km2
li= Longitud de cada curva de nivel

Cuadro N° 03. Clasificación de las cuencas de acuerdo a la pendiente promedio

Clase de forma		índice de compacidad	Símbolo
0	**3**	Plano	P1
3	**7**	Suave	P2
7	**12**	Mediano	P3
12	**20**	Accidentado	P4
20	**35**	Fuerte	P5
35	**50**	Muy Fuerte	P6
50	**75**	Escarpado	P7
>	**75**	Muy escarpado	P8

PARÁMETROS GEOMORFOLÓGICOS
MICROCUENCA DE LA QUEBRADA 4

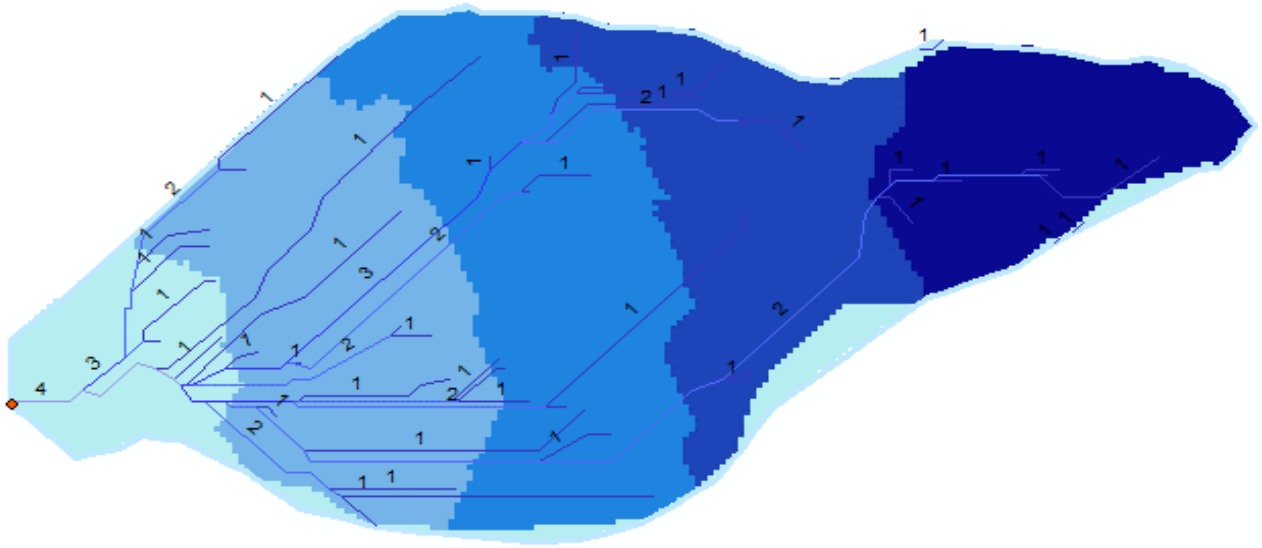
RESPONSABLE: NEISER ALDAIR IDROGO DELGADO
MICROCUENCA: QUEBRADA 4
UBICACIÓN: Distrito: CHOTA
Provincia: CHOTA
Región: CAJAMARCA
PUNTO DE DELIMITACIÓN: Este: 766001.00 m E
Norte: 9270808.00 m S



Estimación de la pendiente de la cuenca (Sc)

CURVA DE NIVEL		LONGITUD (Km)
Curva 1	3,000.00	0.670
Curva 2	3,050.00	1.166
Curva 3	3,100.00	1.489
Curva 4	3,150.00	1.652
Curva 5	3,200.00	1.853
Curva 6	3,250.00	1.965
Curva 7	3,300.00	1.977
Curva 8	3,350.00	1.982
Curva 9	3,400.00	1.988
Curva 10	3,450.00	2.292
Curva 11	3,500.00	2.418
Curva 12	3,550.00	1.584
Curva 13	3,600.00	1.590
Curva 14	3,650.00	1.206
Curva 15	3,700.00	0.859
Curva 16	3,750.00	0.861
TOTAL		**25.552**

Sc = 27.37%



2.7. Número de orden de la cuenca (N)

N= 4

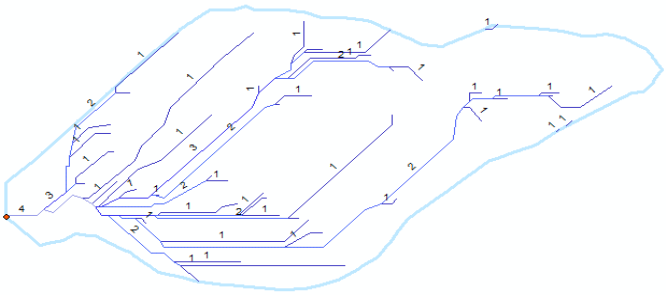
PARÁMETROS GEOMORFOLÓGICOS
MICROCUENCA DE LA QUEBRADA 4

RESPONSABLE: NEISER ALDAIR IDROGO DELGADO
MICROCUENCA: QUEBRADA 4
UBICACIÓN: Distrito: CHOTA
Provincia: CHOTA
Región: CAJAMARCA
PUNTO DE DELIMITACIÓN: Este: 766001.00 m E
Norte: 9270808.00 m S



2.8. Longitud de la red hídrica

ORDEN	Longitud de cauces (km)	Número de cauces
1	13.330	44
2	8.826	26
3	2.053	10
4	0.643	4
Total	**24.85**	**84.00**



2.9. Longitud del máximo recorrido (L)

L (km)	4.53 Km	**L (m)**	4534

2.10. Pendiente del cauce principal o del máximo recorrido (So)

2.10.1. MÉTODO I. Pendiente uniforme

$$So = \frac{\Delta H}{L}$$

17.27 **%**

Hmáx= Altura máxima 3749.83
Hmín= Altura mínima 2966.83
ΔH= Diferencia de alturas 783.00
L= longitud del cauce principal 4.53

2.10.2. MÉTODO II. Ecuación de Taylor y Schawarz

$$S_o = \left[\frac{\sum_{i=1}^{n} l_i}{\sum_{i=1}^{n}\left(\frac{l_i}{S_i}\right)^{1/2}}\right]^2$$

Li= longitud de cada tramo de pendiente Si
n= Número de tramos de similar pendiente

ALTITUDES		LONG. PARCIALES	DESNIVEL	PENDIENTE ENTRE TRAMOS	
Hi	**Hf**	**Li (m)**	**hi (m)**	**si = hi/li**	**$(li^2/si)^{1/2}$**
2,967	3,000	293.74	33.00	0.1123	876.36
3,000	3,050	158.39	50.00	0.3157	281.91
3,050	3,100	697.70	50.00	0.0717	2,606.28
3,100	3,150	453.61	50.00	0.1102	1,366.28
3,150	3,200	320.45	50.00	0.1560	811.24
3,200	3,250	220.77	50.00	0.2265	463.91
3,250	3,300	136.52	50.00	0.3662	225.59
3,300	3,350	101.15	50.00	0.4943	143.86
3,350	3,400	108.02	50.00	0.4629	158.77
3,400	3,450	150.20	50.00	0.3329	260.33
3,450	3,500	133.10	50.00	0.3757	217.16
3,500	3,550	108.69	50.00	0.4600	160.25
3,550	3,600	98.48	50.00	0.5077	138.21
3,600	3,650	113.00	50.00	0.4425	169.88
3,650	3,700	1,161.82	50.00	0.0430	5,600.42
3,700	3,750	278.28	50.00	0.1797	656.51
TOTAL		**4,534**			**14,137**

S = **10.29** **%**

PARÁMETROS GEOMORFOLÓGICOS

MICROCUENCA DE LA QUEBRADA 4

RESPONSABLE: NEISER ALDAIR IDROGO DELGADO
MICROCUENCA: QUEBRADA 4
UBICACIÓN: Distrito: CHOTA
Provincia: CHOTA
Región: CAJAMARCA
PUNTO DE DELIMITACIÓN: Este: 766001.00 m E
Norte: 9270808.00 m S



2.11. Tiempo de concentración (Tc)

Fórmula del método racional modificado (MTC, 2018)

$$Tc = 0.3\left(\frac{L}{S^{0.25}}\right)^{0.76}$$

Donde: L= Longitud del cauce mayor (km) 4.53 Km
So= Pendiente promedio del cauce mayor (m/m) 0.103 m/m

Tc=	**1.46**	horas
Tc=	**87.47**	minutos

Fórmula de KIRPICH

$$Tc = 0{,}020 * L^{0{,}75} * S^{-0{,}40}$$

Donde:	L = Longitud del curso mayor en metros =	4,533.91	m	4.534
	S = Pendiente = H/L =	17.27	%	0.173
	H = Diferencia entre altitud máxima y mínima =	783	m	

Tc=	**22.31**	minutos	
Tc=	**0.37**	horas	0.416

Fórmula de GIANDOTTI

$$Tc = (4*S^{1/2}+1{,}5*L/(0{,}8*H^{1/2}))$$

Donde:	S = Superficie de la cuenca en Km^2 =	4.67	Km^2
	L = Longitud del Río Principal en Km=	4.53	Km
	H = Altitud Media en metros, descontando la cota de origen de la cuenca sobre el punto en estudio =	419.82	m

Tc=	**0.94**	horas
Tc=	**56.52**	minutos

Fórmula de TEMEZ

$$Tc = 0{,}3*(L/n^{1/4})^{0{,}75}$$

Donde:	L = Longitud del cauce principal en Km =	4.53	Km
	n = Pendiente media del curso principal =	10.29	%

Tc=	**1.43**	**horas**
Tc=	**85.67**	minutos

PARÁMETROS GEOMORFOLÓGICOS
MICROCUENCA DE LA QUEBRADA 4

RESPONSABLE: NEISER ALDAIR IDROGO DELGADO
MICROCUENCA: QUEBRADA 4
UBICACIÓN: Distrito: CHOTA
Provincia: CHOTA
Región: CAJAMARCA
PUNTO DE DELIMITACIÓN: Este: 766001.00 m E
Norte: 9270808.00 m S



2.12. Coeficiente orográfico (Co)

$$C_o = \frac{H^2}{A}$$

H= Altitud media del relieve 3.39 km
A= área de la cuenca 4.667395 km2

Co= 2.4573

2.13. Relación de confluencias (Rc)

$$R_c = \frac{n_i}{n_{i+1}}$$

ni= Número total de cauces de orden i
ni+1= Número total de cauces de orden i+1

Orden	Número de cauces	Rc parciales
1	44	1.692
2	26	2.600
3	10	2.500
4	4	

Rc promedio= 2.264

2.14. Relación de longitudes (Rl)

$$R_l = \frac{L_i}{L_{i-1}}$$

Li= Longitud promedio de todos los cauces de orden i
Li+1= Longitud promedio de todos los cauces de orden i-1

Orden	Longitud de cauces (km)	Rc parciales
1	13.330	0.662
2	8.826	0.233
3	2.053	0.313
4	0.643	

Rl promedio= 0.403

2.15 Factor de forma (F)

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

A= Área de la cuenca 4.667395 km2
L= Longitud de máximo recorrido 4.53 Km

F= 0.227

PARÁMETROS GEOMORFOLÓGICOS
MICROCUENCA DE LA QUEBRADA 4

RESPONSABLE: NEISER ALDAIR IDROGO DELGADO
MICROCUENCA: QUEBRADA 4
UBICACIÓN: Distrito: CHOTA
Provincia: CHOTA
Región: CAJAMARCA
PUNTO DE DELIMITACIÓN: Este: 766001.00 m E
Norte: 9270808.00 m S



2.16. Rectángulo equivalente

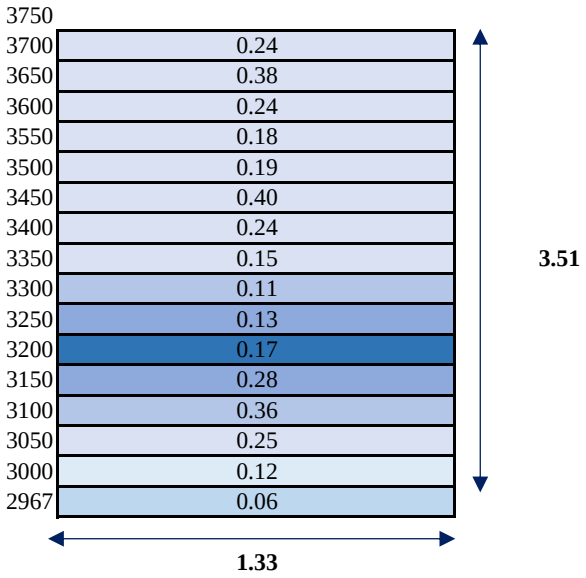
$$L = \frac{K\sqrt{A}}{1.12}\left[1 + \sqrt{1 - \left(\frac{1.12}{K}\right)^2}\right]$$

$$l = \frac{K\sqrt{A}}{1.12}\left[1 - \sqrt{1 - \left(\frac{1.12}{K}\right)^2}\right]$$

Donde: A= área de la cuenca 4.667395 km2
kc= coeficiente de Gravelius 1.254
Factor raíz(1-(1.12/k)^2) 0.202

L= 3.507 l= 1.33

CÁLCULO DEL RECTÁNGULO EQUIVALENTE				
Altitudes		Ap	Ap/l	
2967	3000	0.08	0.06	L1
3000	3050	0.16	0.12	L2
3050	3100	0.34	0.25	L3
3100	3150	0.48	0.36	L4
3150	3200	0.38	0.28	L5
3200	3250	0.23	0.17	L6
3250	3300	0.17	0.13	L7
3300	3350	0.15	0.11	L8
3350	3400	0.20	0.15	L9
3400	3450	0.32	0.24	L10
3450	3500	0.53	0.40	L11
3500	3550	0.25	0.19	L12
3550	3600	0.24	0.18	L13
3600	3650	0.32	0.24	L14
3650	3700	0.50	0.38	L15
3700	3750	0.32	0.24	L16



PARÁMETROS GEOMORFOLÓGICOS

MICROCUENCA DE LA QUEBRADA 4

RESPONSABLE: NEISER ALDAIR IDROGO DELGADO
MICROCUENCA: QUEBRADA 4
UBICACIÓN: Distrito: CHOTA
Provincia: CHOTA
Región: CAJAMARCA
PUNTO DE DELIMITACIÓN: Este: 766001.00 m E
Norte: 9270808.00 m S



2.1.7. Resumen de resultados

Parámetro geomorfológico	Valor
Área (km2)	4.67
Perímetro (km)	9.68
Coeficiente de compacidad	1.254
Altitud media (msnm)	3,386.64
Pendiente de la cuenca (%)	27.37%
Número de orden	4
Longitud de la red hídrica (km)	24.85
Longitud del máximo recorrido (km)	4.53 Km
Pendiente del cauce principal (%)	10.29
Tiempo de concentración (minutos)	85.67

PARÁMETROS GEOMORFOLÓGICOS
MICROCUENCA DE LA QUEBRADA 5

RESPONSABLE: NEISER ALDAIR IDROGO DELGADO
MICROCUENCA: QUEBRADA 5
UBICACIÓN: Distrito: CHOTA
Provincia: CHOTA
Región: CAJAMARCA
PUNTO DE DELIMITACIÓN: Este: 767243.00 m E
Norte: 9268601.00 m S



1) Delimitación de la microcuenca en el programa ArcMAP 10.5

Consiste en definir la línea de divortio aquarum, que es una línea curva cerrada que parte y llega al punto de captación mediante la unión de todos los puntos altos e interceptando en forma perpendicular a todas las curvas de altitudes del plano o carta topográfica, por cuya razón a dicha línea divisoria también se le conoce con el



2) Parámetros geomorfológicos

2.1. Área (A)

Cuadro N° 01. Tamaño relativo de los sistemas hidrológicos

Unid. Hidrológica	Área (km2)		N° de orden
Micro cuenca	0	50	1, 2, 3
Sub cuenca	51	500	4, 5
Cuenca	más	500	6 a más

Ac=	5.36	Km2	Microcuenca

2.2. Perímetro (P)

Pc=	10.81	Km

2.3. Longitud al centroide (Lc)

Centroide x	Cx=	768709.04	m
Centroide y	Cy=	9269705.48	m
Centroide z	Cz=	3428.08	msnm

2.4. Coeficiente de Gravelius o índice de compacidad (Kc)

$$k = 0.28\left(\frac{Pc}{\sqrt{Ac}}\right)$$

P= perímetro de la cuenca 10.81
A= área de la cuenca 5.36

PARÁMETROS GEOMORFOLÓGICOS
MICROCUENCA DE LA QUEBRADA 5

RESPONSABLE: NEISER ALDAIR IDROGO DELGADO
MICROCUENCA: QUEBRADA 5
UBICACIÓN: Distrito: CHOTA
Provincia: CHOTA
Región: CAJAMARCA
PUNTO DE DELIMITACIÓN: Este: 767243.00 m E
Norte: 9268601.00 m S



Cuadro N° 02. Formas de la cuenca de acuerdo al índice de compacidad

Clase de forma	índice de compacidad		Forma de la cuenca
Clase I	1	1.25	Casi redonda a oval - redonda
Clase II	1.26	1.5	Oval redonda a oval oblonga
Clase III	1.51	1.75	Oval oblonga a rectangular-oblonga

Si K menor o igual a 1 la cuenca tiene forma circular — *La tormenta se da en una parte*
Si k mayor a 1 la cuenca tiene forma alargada — *La tormenta se da en toda su extensión*

K=	1.307	Clase II	Forma oval-oblonga

2.5. Altitud media (H)

Datos: **Elevación mínima** Hmín= 3073.91 msnm
Elevación máxima Hmáx= 3800.00 msnm

Áreas parciales entre altitudes

PARCIALES	ALTITUDES		AREA (Km2)
Área 1	3074	3100	0.101
Área 2	3100	3150	0.421
Área 3	3150	3200	0.818
Área 4	3200	3250	0.632
Área 5	3250	3300	0.551
Área 6	3300	3350	0.358
Área 7	3350	3400	0.233
Área 8	3400	3450	0.151
Área 9	3450	3500	0.147
Área 10	3500	3550	0.146
Área 11	3550	3600	0.169
Área 12	3600	3650	0.144
Área 13	3650	3700	0.644
Área 14	3700	3750	0.531
Área 15	3750	3800	0.314
		Área total	**5.36**

2.5.1.) Estimación de la altitud media (H) por fórmula

$$H = \frac{1}{A}\sum_{i=1}^{n} H_i \times A_i$$

Hi= Altura correspondiente al área acumulada Ai
A= Área de la cuenca
N= Número de áreas parciales

PARÁMETROS GEOMORFOLÓGICOS
MICROCUENCA DE LA QUEBRADA 5

RESPONSABLE: NEISER ALDAIR IDROGO DELGADO
MICROCUENCA: QUEBRADA 5
UBICACIÓN: Distrito: CHOTA
Provincia: CHOTA
Región: CAJAMARCA
PUNTO DE DELIMITACIÓN: Este: 767243.00 m E
Norte: 9268601.00 m S



ALTITUD MEDIA			
ITEM	**PROMEDIO**	**ÁREA ENTRE COTAS**	**AixHi**
1	3,087	0.101	312.40
2	3,125	0.421	1315.00
3	3,175	0.818	2598.42
4	3,225	0.632	2036.91
5	3,275	0.551	1805.18
6	3,325	0.358	1191.68
7	3,375	0.233	785.70
8	3,425	0.151	516.49
9	3,475	0.147	511.52
10	3,525	0.146	513.24
11	3,575	0.169	604.89
12	3,625	0.144	520.55
13	3,675	0.644	2368.17
14	3,725	0.531	1978.72
15	3,775	0.314	1183.84
TOTAL		**5.36**	**18,242.72**

H =	**3,403.49**	**m**

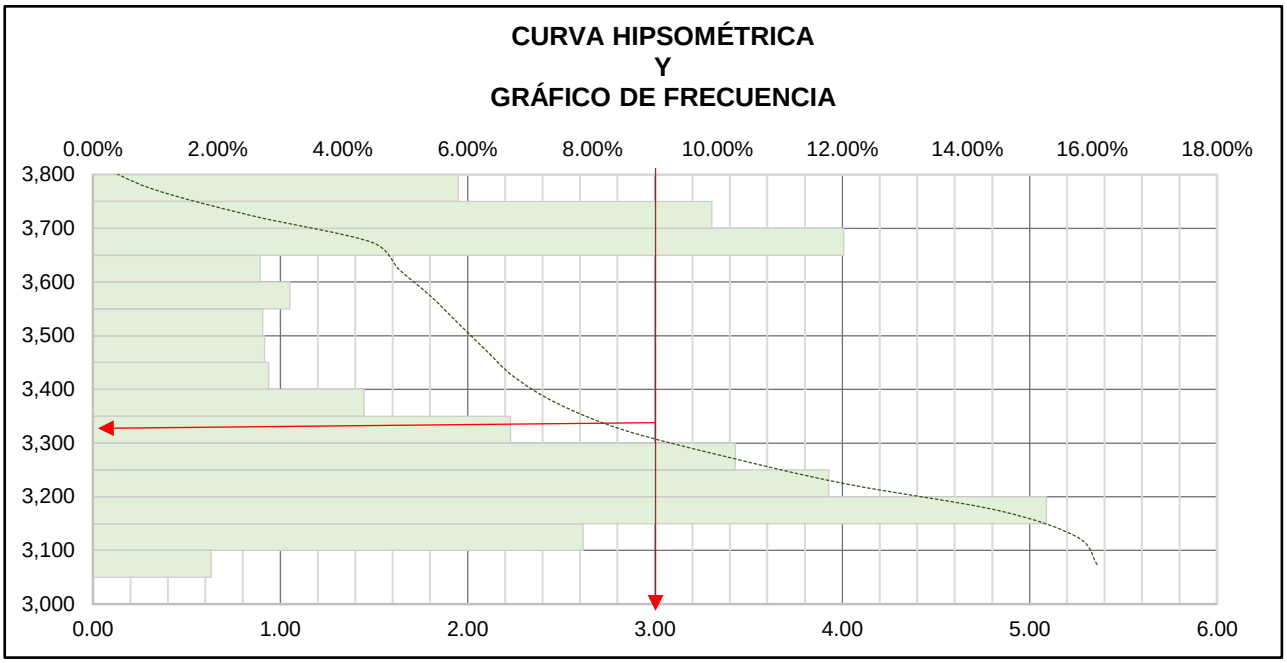
2.5.2.) Estimación de la altitud media (H) por el método gráfico

Método gráfico para el cálculo de la altitud media (H)						
ITEM	*ALTITUD msnm*	*AREA PARCIAL*	*AREA ACUMULADA*	*AREA QUE QUEDA SOBRE LA CURVA*	*% DE AREA PARCIAL*	*% QUE QUEDA SOBRE LA ALTITUD*
PMB	3,074	0.000	0	5.36	0.00%	100.00%
A1	3,124	0.101	0.101	5.26	1.89%	98.11%
A2	3,174	0.421	0.522	4.84	7.85%	90.26%
A3	3,224	0.818	1.340	4.02	15.27%	74.99%
A4	3,274	0.632	1.972	3.39	11.78%	63.21%
A5	3,324	0.551	2.523	2.84	10.28%	52.93%
A6	3,374	0.358	2.882	2.48	6.69%	46.24%
A7	3,424	0.233	3.114	2.25	4.34%	41.90%
A8	3,474	0.151	3.265	2.09	2.81%	39.08%
A9	3,524	0.147	3.412	1.95	2.75%	36.34%
A10	3,574	0.146	3.558	1.80	2.72%	33.62%
A11	3,624	0.169	3.727	1.63	3.16%	30.46%
A12	3,674	0.144	3.871	1.49	2.68%	27.78%
A13	3,724	0.644	4.515	0.84	12.02%	15.76%
A14	3,774	0.531	5.046	0.31	9.91%	5.85%
A15	3,824	0.314	5.360	0.00	5.85%	0.00%
∑T=		5.36			100.00%	

PARÁMETROS GEOMORFOLÓGICOS
MICROCUENCA DE LA QUEBRADA 5

RESPONSABLE: NEISER ALDAIR IDROGO DELGADO
MICROCUENCA: QUEBRADA 5
UBICACIÓN: Distrito: CHOTA
Provincia: CHOTA
Región: CAJAMARCA
PUNTO DE DELIMITACIÓN: Este: 767243.00 m E
Norte: 9268601.00 m S





2.6. Pendiente de la cuenca (Sc)

$$S_c = \frac{C}{A}\sum_{i=1}^{n} li$$

Sc= Pendiente de la cuenca
C= Equidistancia entre curvas de nivel 0.05 km
A= Área de la cuenca 5.359 km2
li= Longitud de cada curva de nivel

Cuadro N° 03. Clasificación de las cuencas de acuerdo a la pendiente promedio

Clase de forma		índice de compacidad	Símbolo
0	**3**	Plano	P1
3	**7**	Suave	P2
7	**12**	Mediano	P3
12	**20**	Accidentado	P4
20	**35**	Fuerte	P5
35	**50**	Muy Fuerte	P6
50	**75**	Escarpado	P7
>	**75**	Muy escarpado	P8

PARÁMETROS GEOMORFOLÓGICOS
MICROCUENCA DE LA QUEBRADA 5

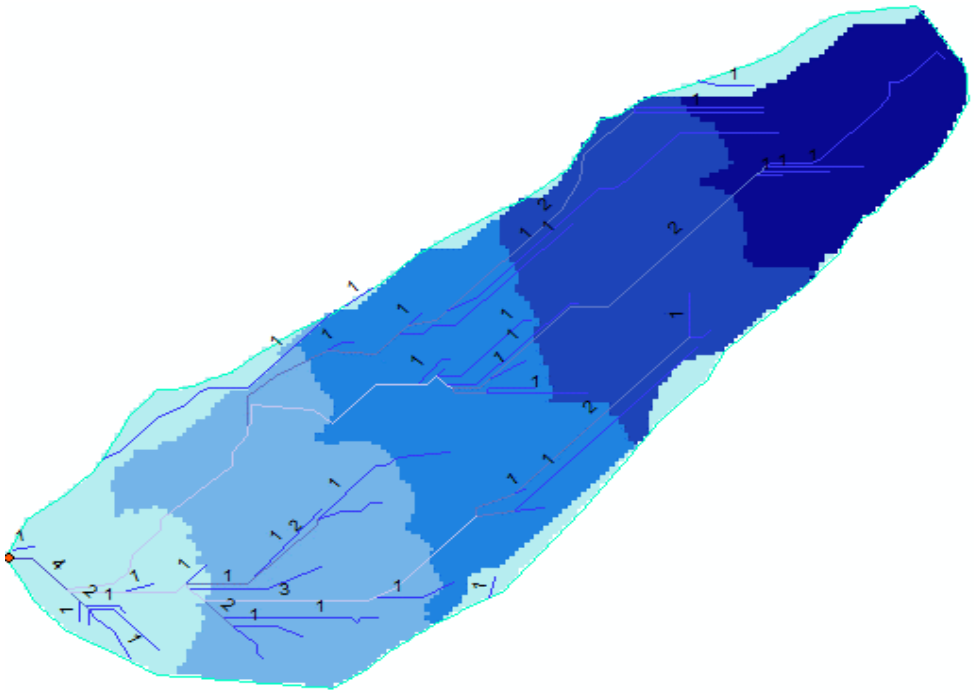
RESPONSABLE: NEISER ALDAIR IDROGO DELGADO
MICROCUENCA: QUEBRADA 5
UBICACIÓN: Distrito: CHOTA
Provincia: CHOTA
Región: CAJAMARCA
PUNTO DE DELIMITACIÓN: Este: 767243.00 m E
Norte: 9268601.00 m S



Estimación de la pendiente de la cuenca (Sc)

CURVA DE NIVEL		LONGITUD (Km)
Curva 1	3,100.00	0.899
Curva 2	3,150.00	2.167
Curva 3	3,200.00	2.670
Curva 4	3,250.00	2.462
Curva 5	3,300.00	2.123
Curva 6	3,350.00	1.455
Curva 7	3,400.00	1.340
Curva 8	3,450.00	1.293
Curva 9	3,500.00	1.241
Curva 10	3,550.00	1.215
Curva 11	3,600.00	1.394
Curva 12	3,650.00	1.179
Curva 13	3,700.00	2.522
Curva 14	3,750.00	1.815
Curva 15	3,800.00	0.620
TOTAL		**24.396**

Sc = 22.76%



2.7. Número de orden de la cuenca (N)

N= 4

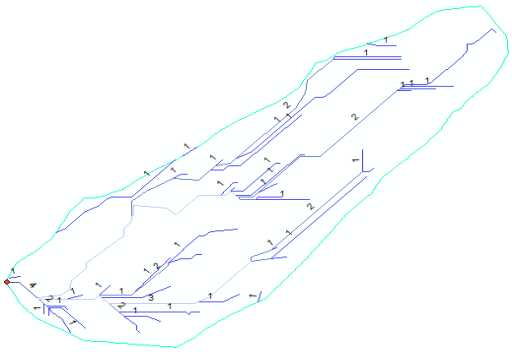
PARÁMETROS GEOMORFOLÓGICOS
MICROCUENCA DE LA QUEBRADA 5

RESPONSABLE: NEISER ALDAIR IDROGO DELGADO
MICROCUENCA: QUEBRADA 5
UBICACIÓN: Distrito: CHOTA
Provincia: CHOTA
Región: CAJAMARCA
PUNTO DE DELIMITACIÓN: Este: 767243.00 m E
Norte: 9268601.00 m S



2.8. Longitud de la red hídrica

ORDEN	Longitud de cauces (km)	Número de cauces
1	16.250	42
2	6.659	20
3	4.193	12
4	0.308	1
Total	**27.41**	**75.00**



2.9. Longitud del máximo recorrido (L)

L (km)	5.34 Km	**L (m)**	5337

2.10. Pendiente del cauce principal o del máximo recorrido (So)

2.10.1. MÉTODO I. Pendiente uniforme

$$So = \frac{\Delta H}{L}$$

13.60 **%**

Hmáx= Altura máxima	3800
Hmín= Altura mínima	3074
ΔH= Diferencia de alturas	726.00
L= longitud del cauce principal	5.34

2.10.2. MÉTODO II. Ecuación de Taylor y Schawarz

$$S_o = \left[\frac{\sum_{i=1}^{n} l_i}{\sum_{i=1}^{n}\left(\frac{l_i}{S_i}\right)^{1/2}}\right]^2$$

Li= longitud de cada tramo de pendiente Si
n= Número de tramos de similar pendiente

ALTITUDES		LONG. PARCIALES	DESNIVEL	PENDIENTE ENTRE TRAMOS	
Hi	**Hf**	**Li (m)**	**hi (m)**	**si = hi/li**	**$(li^2/si)^{1/2}$**
3,074	3,100	499.24	26.00	0.0521	2,187.62
3,100	3,150	384.69	50.00	0.1300	1,067.03
3,150	3,200	534.31	50.00	0.0936	1,746.65
3,200	3,250	483.24	50.00	0.1035	1,502.33
3,250	3,300	544.28	50.00	0.0919	1,795.76
3,300	3,350	409.89	50.00	0.1220	1,173.61
3,350	3,400	133.36	50.00	0.3749	217.79
3,400	3,450	123.48	50.00	0.4049	194.05
3,450	3,500	126.19	50.00	0.3962	200.48
3,500	3,550	144.76	50.00	0.3454	246.32
3,550	3,600	108.07	50.00	0.4627	158.87
3,600	3,650	85.20	50.00	0.5869	111.22
3,650	3,700	171.93	50.00	0.2908	318.83
3,700	3,750	1,292.72	50.00	0.0387	6,573.10
3,750	3,800	295.96	50.00	0.1689	720.05
TOTAL		**5,337**			**18,214**

S = **8.59** **%**

PARÁMETROS GEOMORFOLÓGICOS

MICROCUENCA DE LA QUEBRADA 5

RESPONSABLE: NEISER ALDAIR IDROGO DELGADO
MICROCUENCA: QUEBRADA 5
UBICACIÓN: Distrito: CHOTA
Provincia: CHOTA
Región: CAJAMARCA
PUNTO DE DELIMITACIÓN: Este: 767243.00 m E
Norte: 9268601.00 m S



2.11. Tiempo de concentración (Tc)

Fórmula del método racional modificado (MTC, 2018)

$$Tc = 0.3\left(\frac{L}{S^{0.25}}\right)^{0.76}$$

Donde: L= Longitud del cauce mayor (km) 5.34 Km
So= Pendiente promedio del cauce mayor (m/m) 0.086 m/m

Tc=	**1.71**	horas
Tc=	**102.47**	minutos

Fórmula de KIRPICH

$$Tc = 0{,}020 * L^{0{,}75} * S^{-0{,}40}$$

Donde:	L = Longitud del curso mayor en metros =	5,337.32	m	5.337
	S = Pendiente = H/L =	13.60	%	0.136
	H = Diferencia entre altitud máxima y mínima =	726	m	

Tc=	**27.74**	minutos	
Tc=	**0.46**	horas	0.517

Fórmula de GIANDOTTI

$$Tc = (4*S^{1/2}+1{,}5*L/(0{,}8*H^{1/2}))$$

Donde:	S = Superficie de la cuenca en Km^2 =	5.36	Km^2
	L = Longitud del Río Principal en Km=	5.34	Km
	H = Altitud Media en metros, descontando la cota de origen de la cuenca sobre el punto en estudio =	329.58	m

Tc=	**1.19**	horas
Tc=	**71.33**	minutos

Fórmula de TEMEZ

$$Tc = 0{,}3*(L/n^{1/4})^{0{,}75}$$

Donde:	L = Longitud del cauce principal en Km =	5.34	Km
	n = Pendiente media del curso principal =	8.59	%

Tc=	**1.67**	**horas**
Tc=	**100.15**	minutos

PARÁMETROS GEOMORFOLÓGICOS

MICROCUENCA DE LA QUEBRADA 5

RESPONSABLE: NEISER ALDAIR IDROGO DELGADO
MICROCUENCA: QUEBRADA 5
UBICACIÓN: Distrito: CHOTA
Provincia: CHOTA
Región: CAJAMARCA
PUNTO DE DELIMITACIÓN: Este: 767243.00 m E
Norte: 9268601.00 m S



2.12. Coeficiente orográfico (Co)

$$C_o = \frac{H^2}{A}$$

H= Altitud media del relieve 3.40 km
A= área de la cuenca 5.358574 km2

Co= 2.1617

2.13. Relación de confluencias (Rc)

$$R_c = \frac{n_i}{n_{i+1}}$$

ni= Número total de cauces de orden i
ni+1= Número total de cauces de orden i+1

Orden	Número de cauces	Rc parciales
1	42	2.100
2	20	1.667
3	12	12.000
4	1	

Rc promedio= 5.256

2.14. Relación de longitudes (Rl)

$$R_l = \frac{L_i}{L_{i-1}}$$

Li= Longitud promedio de todos los cauces de orden i
Li+1= Longitud promedio de todos los cauces de orden i-1

Orden	Longitud de cauces (km)	Rc parciales
1	16.25043022	0.410
2	6.659499153	0.630
3	4.193025484	0.073
4	0.307989899	

Rl promedio= 0.371

2.15 Factor de forma (F)

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

A= Área de la cuenca 5.358574 km2
L= Longitud de máximo recorrido 5.34 Km

F= 0.188

PARÁMETROS GEOMORFOLÓGICOS
MICROCUENCA DE LA QUEBRADA 5

RESPONSABLE: NEISER ALDAIR IDROGO DELGADO
MICROCUENCA: QUEBRADA 5
UBICACIÓN: Distrito: CHOTA
Provincia: CHOTA
Región: CAJAMARCA
PUNTO DE DELIMITACIÓN: Este: 767243.00 m E
Norte: 9268601.00 m S



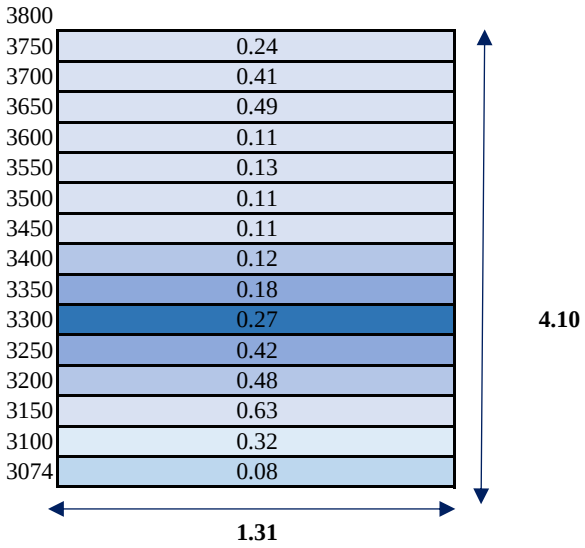
2.16. Rectángulo equivalente

$$L = \frac{K\sqrt{A}}{1.12}\left[1+\sqrt{1-\left(\frac{1.12}{K}\right)^2}\right] \qquad l = \frac{K\sqrt{A}}{1.12}\left[1-\sqrt{1-\left(\frac{1.12}{K}\right)^2}\right]$$

Donde: A= área de la cuenca 5.358574 km2
kc= coeficiente de Gravelius 1.307
Factor raíz(1-(1.12/k)^2) 0.266

L= 4.095 l= 1.31

CÁLCULO DEL RECTÁNGULO EQUIVALENTE				
Altitudes		Ap	Ap/l	
3074	3100	0.10	0.08	L1
3100	3150	0.42	0.32	L2
3150	3200	0.82	0.63	L3
3200	3250	0.63	0.48	L4
3250	3300	0.55	0.42	L5
3300	3350	0.36	0.27	L6
3350	3400	0.23	0.18	L7
3400	3450	0.15	0.12	L8
3450	3500	0.15	0.11	L9
3500	3550	0.15	0.11	L10
3550	3600	0.17	0.13	L11
3600	3650	0.14	0.11	L12
3650	3700	0.64	0.49	L13
3700	3750	0.53	0.41	L14
3750	3800	0.31	0.24	L15



PARÁMETROS GEOMORFOLÓGICOS
MICROCUENCA DE LA QUEBRADA 5

RESPONSABLE: NEISER ALDAIR IDROGO DELGADO
MICROCUENCA: QUEBRADA 5
UBICACIÓN: Distrito: CHOTA
Provincia: CHOTA
Región: CAJAMARCA
PUNTO DE DELIMITACIÓN: Este: 767243.00 m E
Norte: 9268601.00 m S



2.1.7. Resumen de resultados

Parámetro geomorfológico	Valor
Área (km2)	5.36
Perímetro (km)	10.81
Coeficiente de compacidad	1.307
Altitud media (msnm)	3,403.49
Pendiente de la cuenca (%)	22.76%
Número de orden	4
Longitud de la red hídrica (km)	27.41
Longitud del máximo recorrido (km)	5.34 Km
Pendiente del cauce principal (%)	8.59
Tiempo de concentración (minutos)	100.15

Anexo I. Cálculo de caudales máximos de las microcuencas

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA

EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN GLOBAL Y FUNCIONALIDAD TÉCNICA DE LAS OBRAS DE ARTE DE LA CARRETERA CA-105, KM 65+000 AL KM 78000, CHOTA.

ESTACIÓN: BAMBAMARCA

Ubicación Política:

Región : Cajamarca
Distrito : Bambamarca
Provincia : Hualgayoc
Periodo : 1969-2020

Ubicación Geográfica:

Latitud: 6° 40' 35.58"
Longitud: 78° 31' 6.01"
Altitud : 2495 msnm

Precipitación Máxima en 24 Horas (mm).

Nº REG	AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	MAX
1	1969	12	30	36	52	12	9	0	5	14	35	61	18	61
2	1970	22	22	9	26	31	14	5	9	14	26	26	20	31
3	1971	22.5	18	72	31	33	11	9.5	26.5	10.5	18	21.5	21	72
4	1972	9	21	28	24	11	12.5	6	7	10.5	34	25	26	34
5	1973	11.5	17.5	12	38.5	21	12	15	32	30	25	13	19	38.5
6	1974	10	42.5	16	34.5	19	10.5	6	17	60	34	13.5	14	60
7	1975	15.5	31.5	30	33	22	9	35	29.5	34	36	54	3	54
8	1976	14	35	34	29.5	13.5	7.5	0	1.5	6	43	19	12	43
9	1977	14.5	35	18	32	6.5	15	5	0	36	43	23	10	43
10	1978	5	0	26	16	14	0	20	7	29	3	27	22	29
11	1979	31	19	30	14	32	3	3	47	25	21	45	19	47
12	1980	9	4	34	11.5	11	15	1.5	10	0	39	23	7.5	39
13	1981	4.5	27	22	49	5	14	11	21	12	17	14	15	49
14	1982	17.5	19.5	14	40	34.5	7	2.5	1.5	22	18	0	29	40
15	1983	21	28	17.9	27	10	0	0	0	22	0	0	0	28
18	1986	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	6
19	1987	21.3	35	7	24	5	0	9	0	23.8	14	9.8	8	35
20	1988	12.8	10.8	15.2	30.8	102	8.2	14	22.2	24.2	18.6	11.4	12.6	102
21	1989	36.4	26	50.4	49	10.8	67.2	8	10	35.2	29	10	7.6	67.2
22	1990	11	25	11	18.2	19.2	10.8	2.4	1	10.5	45	24.2	2.8	45
23	1991	4.2	6	20.8	31	0	0	4	1.5	34	9.6	24	16	34
24	1992	19.2	28.5	11.2	58	24.2	6.4	4	4.8	31	28	14	5.6	58
25	1993	12	30	48.6	22.8	7.2	0.5	23	8	14	17.2	11	7	48.6
26	1994	8.5	23.4	60	27	17.6	2	0	0	45	29	22	10	60
27	1995	41	20	8	12	22	0.5	13	3.8	3.5	12	27.5	12.5	41
28	1996	11	29	83	42.5	39	18	0	32	13	32	11	0.2	83
29	1997	16	50.5	11	26	6	11.5	6	0	0	5.5	11	34	50.5
30	1998	10	45	29	36	25.5	5.5	0	20	29	17	12.2	7	45
31	1999	11.5	10.5	17	0	0	71.4	11.7	8.9	63.5	31.1	9.2	26.7	71.4
32	2000	14.5	23.1	31	35.1	83	17.9	3.9	30.5	31.7	32.7	35.1	22	83
33	2001	24.5	21.1	21.3	80.2	39.9	2.3	0.8	1.4	79.3	13.8	16.3	48.8	80.2
34	2002	19.7	52.4	14.2	80.5	28.5	9.5	7.4	0	41.6	31.3	21.8	9.8	80.5
35	2003	22	53	28.2	34.2	18.5	27.5	5.4	3.5	11.7	32.8	45.4	9.6	53
36	2004	13.1	20	12.2	46.7	36.5	1.9	15	0.9	27.3	18.1	19.2	15.6	46.7
37	2005	7.9	35.1	23.3	28.7	4.7	15.4	1.3	9	15.4	30.3	22.2	16	35.1
38	2006	14.2	19	42.6	21.2	14	26.7	24.6	2.8	38.1	17.5	19.4	24	42.6
39	2007	18.2	22	26.7	25.4	60.6	0	21.8	16.7	21.2	26.8	32.6	17.2	60.6
40	2008	35.2	50.6	102.2	33.1	30.1	22.4	3.1	61.3	45.3	73.9	16.8	7.3	102.2
41	2009	25.9	23.4	55.8	10.8	16.4	8	5.8	24	1.6	15.6	16.9	41.9	55.8
42	2010	22.2	82.2	40	53.2	20.8	11.4	21	4.5	57.5	20.6	23.4	15.4	82.2

ESTACIÓN: BAMBAMARCA

Ubicación Política:

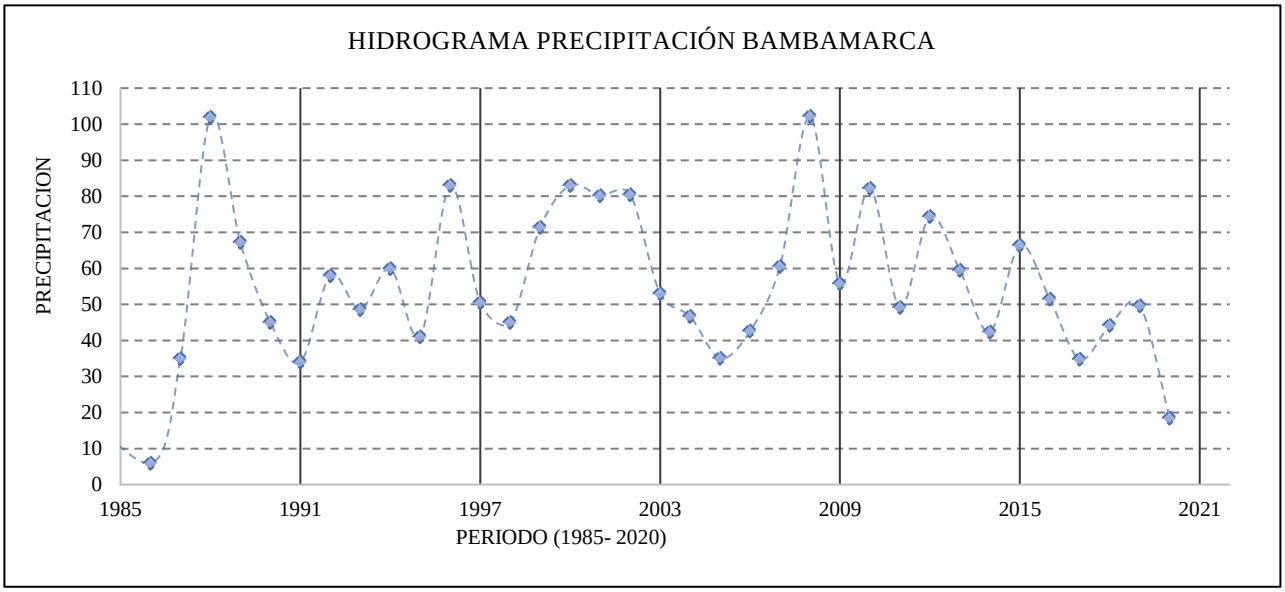
Región : Cajamarca
Distrito : Bambamarca
Provincia : Hualgayoc
Periodo : 1969-2020

Ubicación Geográfica:

Latitud: 6° 40' 35.58"
Longitud: 78° 31' 6.01"
Altitud : 2495 msnm

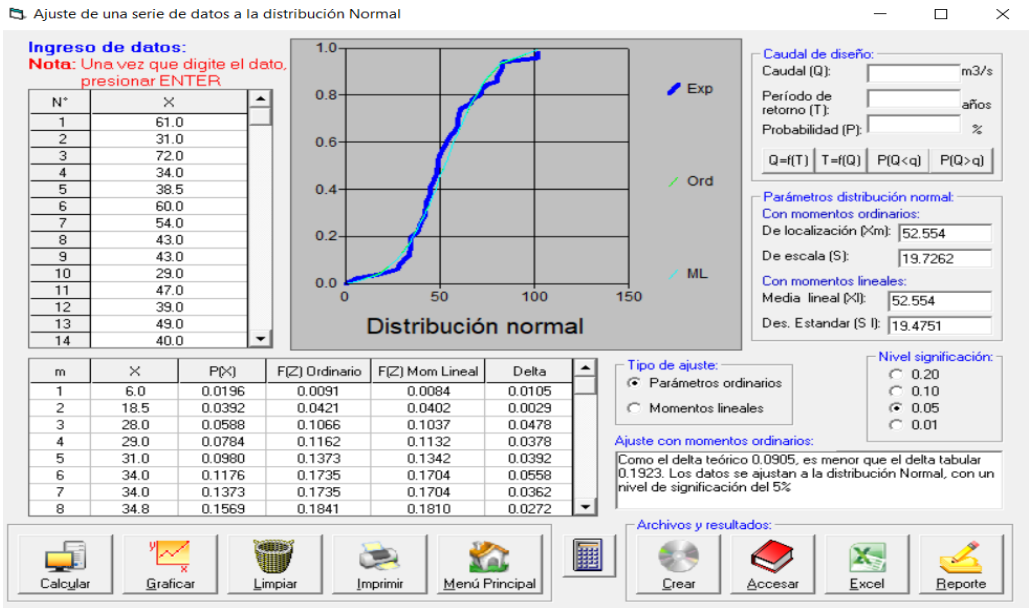
43	2011	29	19.1	14.2	28.9	20.4	3.8	2.7	10.2	49.2	13.3	12.3	36.9	49.2
44	2012	24.3	21.6	74.4	61.4	27.2	0	0	0	41.4	46.4	20.6	57.6	74.4
45	2013	24.7	8.3	59.5	25.5	38.6	7	0	9.8	3.5	44	13.2	23.3	59.5
46	2014	24	38.2	34.6	31.2	12.2	1.5	0	42.4	16.2	19.6	25.8	16.4	42.4
47	2015	36	33	35	19.6	66.4	0	1.5	0	0	56.3	35.2	0	66.4
48	2016	9.3	9.5	39.7	51.5	12.2	12	0	0	16.1	27.6	40.2	36.7	51.5
49	2017	31.8	32.2	34.8	23.3	23.5	21	0	21.7	21.3	28.8	32.2	6.8	34.8
50	2018	26.4	17	23.2	37.4	43.7	11.8	2	0	34.5	44.2	39.7	11	44.2
51	2019	14.2	43.9	49.7	34.9	19.4	8.4	8.5	0	5.7	23.2	49	23.9	49.7
52	2020	8.2	12.8	18.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18.5

***Fuente** : elaboración propia*



PRUEBA DE BONDAD DE AJUSTE KOLMOGOROV - SMIRNOV (HIDROESTA 2)

a). Prueba de bondad de ajuste Distribución Normal - HDROESTA 2

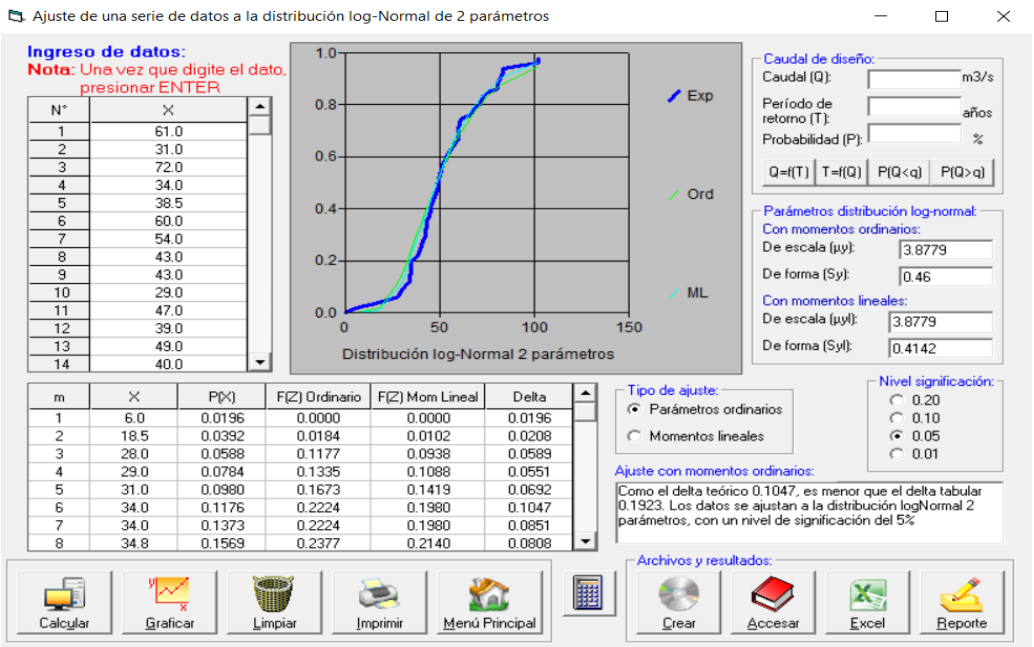


N°	X
1	61.0
2	31.0
3	72.0
4	34.0
5	38.5
6	60.0
7	54.0
8	43.0
9	43.0
10	29.0
11	47.0
12	39.0
13	49.0
14	40.0

m	X	P(X)	F(Z) Ordinario	F(Z) Mom Lineal	Delta
1	6.0	0.0196	0.0091	0.0084	0.0105
2	18.5	0.0392	0.0421	0.0402	0.0029
3	28.0	0.0588	0.1066	0.1037	0.0478
4	29.0	0.0784	0.1162	0.1132	0.0378
5	31.0	0.0980	0.1373	0.1342	0.0392
6	34.0	0.1176	0.1735	0.1704	0.0558
7	34.0	0.1373	0.1735	0.1704	0.0362
8	34.8	0.1569	0.1841	0.1810	0.0272

Como el delta teorico es 0.0905, es menor que el delta tabular 0.1923. Los datos se agustan a la distribucion Normal, con un nivel de significancia de 5%.

b). Prueba de bondad de ajuste Distribución Log - Normal 2 Parametros HIDROESTA 2.



N°	X
1	61.0
2	31.0
3	72.0
4	34.0
5	38.5
6	60.0
7	54.0
8	43.0
9	43.0
10	29.0
11	47.0
12	39.0
13	49.0
14	40.0

m	X	P(X)	F(Z) Ordinario	F(Z) Mom Lineal	Delta
1	6.0	0.0196	0.0000	0.0000	0.0196
2	18.5	0.0392	0.0184	0.0102	0.0208
3	28.0	0.0588	0.1177	0.0938	0.0589
4	29.0	0.0784	0.1335	0.1088	0.0551
5	31.0	0.0980	0.1673	0.1419	0.0692
6	34.0	0.1176	0.2224	0.1980	0.1047
7	34.0	0.1373	0.2224	0.1980	0.0851
8	34.8	0.1569	0.2377	0.2140	0.0808

Como el delta teórico es 0.1047, es menor que el delta tabular 0.1923, Los datos se ajustan a la distribucion Log - Normal 2 Parametros, con un nivel de significancia de 5%.

PRUEBA DE BONDAD DE AJUSTE

a). Prueba de bondad de ajuste KOLMOGOROV-SMIRNOV.

		HIDROESTA 2	
N°	Tiempo de Retorno Tr (años)	Pmax 24Hr (mm) D. Normal	Pmax 24Hr (mm) D. Log - Normal 2 P
1	5	69.15	71.16
2	10	77.84	87.13
3	15	82.17	96.4
4	25	87.1	108.13
5	50	93.08	124.31
6	75	96.28	133.96
7	100	98.45	114.43
Delta	**Δ Teórico**	**0.0905**	**0.1047**
	Δ Tabular	**0.1923**	**0.1923**

Los datos de la estación ESTACIÓN: BAMBAMARCA, se ajustan a las dos distribuciones, el delta teórico es menor que el delta tabular

Descripción	HIDROESTA 2	Δ Teórico	Δ Tabular
Distribución	Normal	**0.0905**	0.1923
	Log - Normal 2 Parámetros	0.1047	0.1923

Se elige el menor Δ Teórico

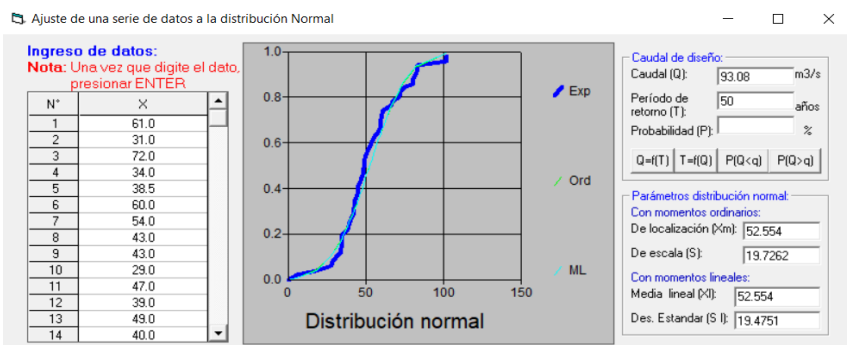
0.0905

Se elige la distribución Normal , por tener un Δ Teórico menor con un nivel de significancia del 5% y una Probabilida del 95%.

b). Elegir La distribución Normal.

RESUMEN P. (mm)/24h

HIDROESTA 2	
T(AÑOS)	**Normal**
5	69.15
10	77.84
15	82.17
25	87.10
50	93.08
75	96.28
100	98.45



Al procesar las precipitaciones máximas mensuales por el programa Hidroesta, la distribución Normal, es la que presenta un mejor ajuste.

Tranferencia y Generación de Información Hidrológica

(Ortiz, 2016):

Todas las leyes fisicas o parámetros adimensionales y sus combimaciones pueden combertirse en funciones de tranferencia de información entre sistemas hidrológicos similares.

Formula en función de tranferencia: Para características de precipitación

$$I_d = H_e t_e^{-1} I_o$$

Donde

He = Escala de altitudes.
Id = Intencidad de precipitación en la cuenca destino.
Io = Intencidad de precipitación en la cuenca de origen.
te = Escala de periodod de duración.

$$\frac{I_c}{I_e} = \frac{H_c}{H_e}\left(\frac{t_e}{t_c}\right)$$

Donde

Ic = Intencidad de la cuenca.
Ie = Intencidad de la estación.
Hc = Altitud media de la cuenca.
He = Altitud de la estación.
t = Tiempo de lluvia en (minutos)

(Ortiz, 2016):

Deduciendo la formula con el Teorema PI de Vaschy - Buckingham:

Poseemos la siguiente información:

H= Altura , dimencionalmente [L]
tc= Tiempos de concentración y de lluvia respectivamente, dimensionalmente [T]
Pe = Precipitación, dimensionalmente [LT-1]

Luego Nuestro Número $P = [LT^{-1}]^a [L]^b [T]^c$

Entonces $P = L^a T^{-a} L^b T^c$ ⇒ Entonces $L^0 T^0 = L^{a+b} T^{-a+c}$

$0 = a + b$ .....(1)
$0 = -a + c$ ..... (2)

Resolviendo el Sistema: $a = c = -b$ para $a = 1, c = 1, y\ b = -1$

ENTONCES $P = LT^{-1} L^{-1} T$

Remplazando de analisis dimencional a los parametros:

$$Ic^{1} \times Hc^{-1} \times tc = Ie^{1} \times He^{-1} \times te$$

Optemos: $\frac{I_c}{I_e} = \frac{H_c}{H_e}\left(\frac{t_e}{t_c}\right)$

Adimencinalmente
[I] = [P]

Formula Final para la Tranferencia

$$Pc = \frac{H_c}{H_e} \times Pe$$

Donde

Pe = Precipitaciones de estación.
Pc = Precipitaciones de cuenca.

GENERACIÓN DE PRECIPITACIONES PARA LAAS MICROCUENCAS

PARTIREMOS DE LA SIGUENTE RELACIÓN:

$$P_{XXX} = P_{BAMBAMARCA} \frac{H_{XXX}}{H_{BAMBAMARCA}}$$

PRECIPITACIONES PARA LA MICROCUENCA N°1

Altitud de la Estación Bambamarca = **2495** m.s.m.n

Altitud de la Microcuenca N°1 = **2569.4** m.s.m.n

Precipitaciones de Est. Bambamarca		
N°	T(AÑOS)	P24hr max
1	5	69.15
2	10	77.84
3	15	82.17
4	25	87.10
5	50	93.08
6	75	96.28
7	100	98.45

Precipitaciones de Microcuenca N°1		
N°	T(AÑOS)	P24hr max
1	5	**71.21**
2	10	**80.16**
3	15	**84.62**
4	25	**89.70**
5	50	**95.86**
6	75	**99.15**
7	100	**101.39**

Para hallar nuestros caudales se trabajara con las precipitaciónes de los tiempos de rotono TR=(5,10,15,25,50,75,100) años

Pmax. EN 24 HORAS (mm) = 101.39

PRECIPITACIONES PARA LA MICROCUENCA N°2

Altitud de la Estación Bambamarca = **2495** m.s.m.n

Altitud de la Microcuenca N°2 = **3191.6** m.s.m.n

Precipitaciones de Est. Bambamarca		
N°	T (años)	P24hr max
1	5	69.15
2	10	77.84
3	15	82.17
4	25	87.10
5	50	93.08
6	75	96.28
7	100	98.45

Precipitaciones de Microcuenca N°2		
N°	T (años)	P24hr max
1	5	**88.46**
2	10	**99.57**
3	15	**105.11**
4	25	**111.42**
5	50	**119.07**
6	75	**123.16**
7	100	**125.94**

Para hallar nuestros caudales se trabajara con las precipitaciónes de los tiempos de rotono TR=(5,10,15,25,50,75,100) años

Pmax. EN 24 HORAS (mm) = 125.94

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA

EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN GLOBAL Y FUNCIONALIDAD TÉCNICA DE LAS OBRAS DE ARTE DE LA CARRETERA CA-105, KM65+000 AL KM 78+000, CHOTA.

GENERACIÓN DE PRECIPITACIONES PARA LAAS MICROCUENCAS

PARTIREMOS DE LA SIGUENTE RELACIÓN:

$$P_{XXX} = P_{BAMBAMARCA} \frac{H_{XXX}}{H_{BAMBAMARCA}}$$

PRECIPITACIONES PARA LA MICROCUENCA N°3

Altitud de la Estación Bambamarca = **2495** m.s.m.n

Altitud de la Microcuenca N°3 = **3392.0** m.s.m.n

Precipitaciones de Est. Bambamarca		
N°	T (años)	P24hr max
1	5	69.15
2	10	77.84
3	15	82.17
4	25	87.1
5	50	93.08
6	75	96.28
7	100	98.45

Precipitaciones de Microcuenca N°3		
N°	T (años)	P24hr max
1	5	**94.01**
2	10	**105.83**
3	15	**111.71**
4	25	**118.42**
5	50	**126.55**
6	75	**130.90**
7	100	**133.85**

Para hallar nuestros caudales se trabajara con las precipitaciónes de los tiempos de rotono TR=(5,10,15,25,50,75,100) años

Pmax. EN 24 HORAS (mm) = 133.85

PRECIPITACIONES PARA LA MICROCUENCA N°4

Altitud de la Estación Bambamarca = **2495** m.s.m.n

Altitud de la Microcuenca N°4 = **3386.6** m.s.m.n

Precipitaciones de Est. Bambamarca		
N°	T(AÑOS)	P24hr max
1	5	69.15
2	10	77.84
3	15	82.17
4	25	87.1
5	50	93.08
6	75	96.28
7	100	98.45

Precipitaciones de Microcuenca N°4		
N°	T(AÑOS)	P24hr max
1	5	**93.86**
2	10	**105.66**
3	15	**111.54**
4	25	**118.23**
5	50	**126.34**
6	75	**130.69**
7	100	**133.63**

Para hallar nuestros caudales se trabajara con las precipitaciónes de los tiempos de rotono TR=(5,10,15,25,50,75,100) años

Pmax. EN 24 HORAS (mm) = 133.63

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA

EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN GLOBAL Y FUNCIONALIDAD TÉCNICA DE LAS OBRAS DE ARTE DE LA CARRETERA CA-105, KM65+000 AL KM 78+000, CHOTA.

GENERACIÓN DE PRECIPITACIONES PARA LAAS MICROCUENCAS

PARTIREMOS DE LA SIGUENTE RELACIÓN:

$$P_{XXX} = P_{BAMBAMARCA} \frac{H_{XXX}}{H_{BAMBAMARCA}}$$

PRECIPITACIONES PARA LA MICROCUENCA N°5

Altitud de la Estación Bambamarca = **2495** m.s.m.n

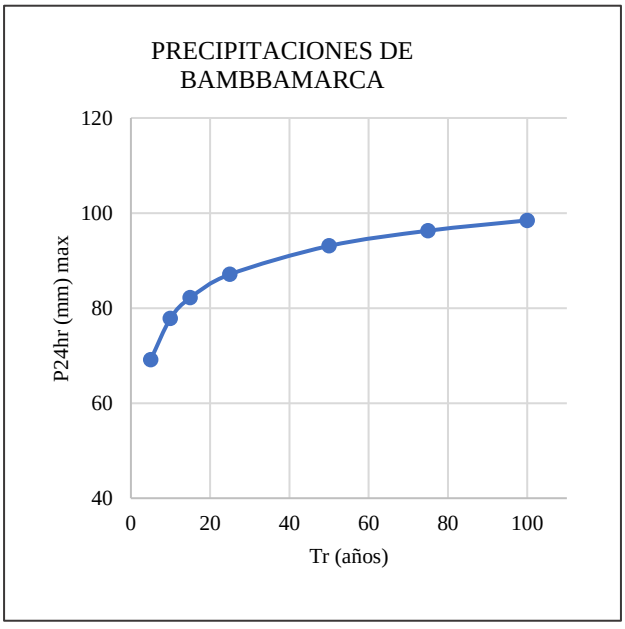
Altitud de la Microcuenca N°5 = **3403.5** m.s.m.n

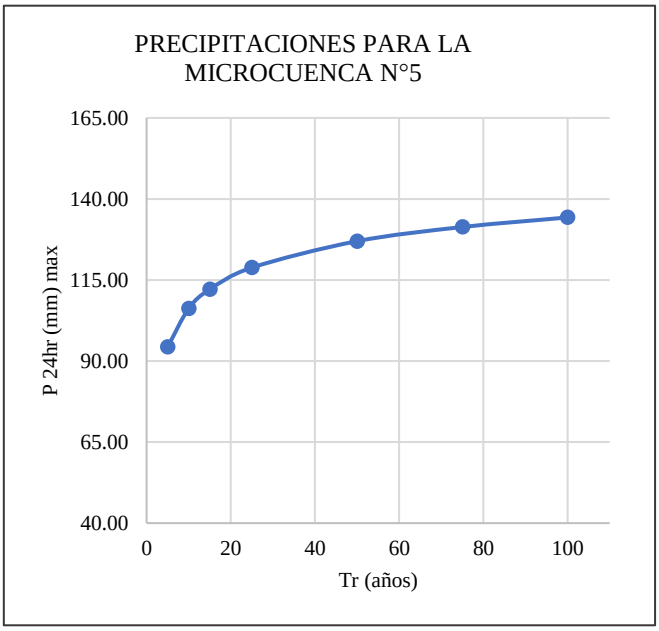
Precipitaciones de Est. Bambamarca		
N°	T(AÑOS)	P24hr max
1	5	69.15
2	10	77.84
3	15	82.17
4	25	87.1
5	50	93.08
6	75	96.28
7	100	98.45

Precipitaciones de Microcuenca N°5		
N°	T(AÑOS)	P24hr max
1	5	**94.33**
2	10	**106.18**
3	15	**112.09**
4	25	**118.82**
5	50	**126.97**
6	75	**131.34**
7	100	**134.30**

Para hallar nuestros caudales se trabajara con las precipitaciónes de los tiempos de rotono TR=(5,10,15,25,50,75,100) años

Pmax. EN 24 HORAS (mm) = 134.30





CÁLCULO DE LOS CAUDALES MÁXIMOS CUENCA N°1

Método Racional con Dyck y Peschke

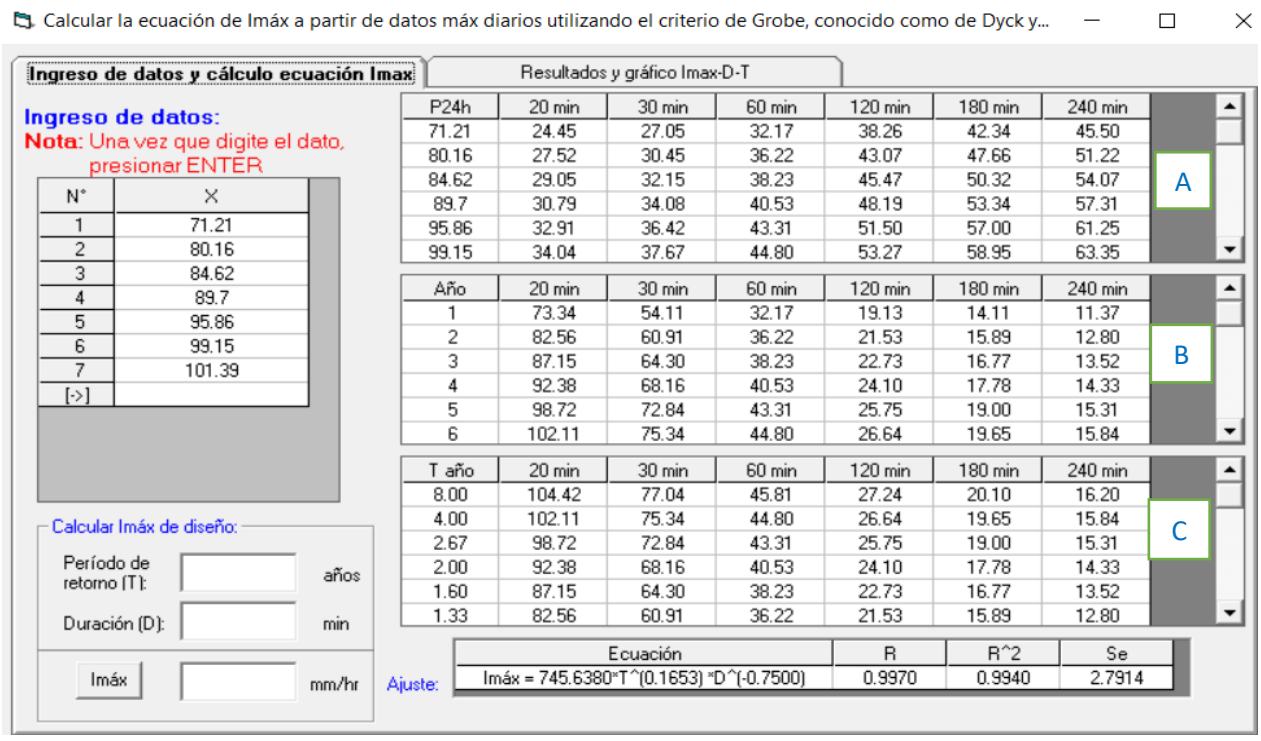
Para realizar el cálculo de los caudales punta se utiliza el Metodo Racional, se aplicara hasta áreas de drenaje no mayores a 10 km2 (MTC, 2014)

a) Precipitaciones maxímas para diferentes periodos de retorno.

RESUMEN P. (mm)/24h		
N°	T(años)	P.max
1	5	71.21
2	10	80.16
3	15	84.62
4	25	89.70
5	50	95.86
6	75	99.15
7	100	101.39

B) Utilizando la formula de Dyck y Peschke

Cálculo de las intesidades maxímas



A.- Cada precipitación máxima en 24 horas su duración en minutos (20, 30, 60, 120, 180, 240) min.

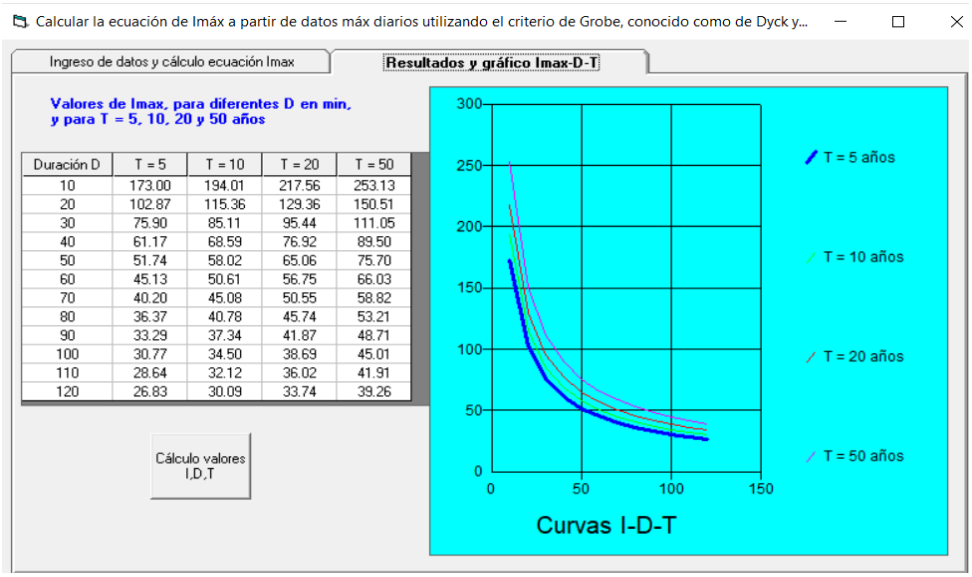
B.- Representa las intensidades máximas obtenidas cada (20, 30, 60, 120, 180, 240) min.

C.- Intensidades máximas ordenadas de mayor a menor.

CÁLCULO DE LOS CAUDALES MÁXIMOS CUENCA N°1

B) Graficando las IDF

Las curvas de Intensidad – Duración -Tiempo



Intensidades máximas en función de la duración en minuto y también en función del periodo de retorno.

C)Intencidades Máximas para Diferentes Tiempos de Retorno.

Se trabajara con la ecuacion calculada en el Programa Hidroesta 2.

$$I = \frac{745.6380 \times T^{0.1653}}{D^{0.7500}}$$

Donde:

T = Periodod de retorno.

D= Duracion en "min"

TR (AÑOS)		
N°	TR(años)	Imáx
1	10	51.68
2	25	60.14
3	50	67.44
4	100	75.62

Tiempo de concentracion (Tc), es igual a duración (D):

Fórmula de TEMEZ TC= 58.34 min

D) Coeficiente de escorrentía.

Cobertura vegetal	Tipo de suelo	Pendiente del terreno				
		>50%	>20%	>5%	>1%	<1%
Sin vegetación	Impermeable	0.80	0.75	0.70	0.65	0.60
	Semipermeable	0.70	0.65	0.60	0.55	0.50
	Permeable	0.50	0.45	0.40	0.35	0.30
Cultivos	Impermeable	0.70	0.65	0.60	0.55	0.50
	Semipermeable	0.60	0.55	0.50	0.45	0.40
	Permeable	0.40	0.35	0.30	0.25	0.20
Pastos, vegetación ligera	Impermeable	0.65	0.60	0.55	0.50	0.45
	Semipermeable	0.55	0.50	0.45	0.40	0.35
	Permeable	0.35	0.30	0.25	0.20	0.15
Hierba, grama	Impermeable	0.60	0.55	0.50	0.45	0.40
	Semipermeable	0.50	0.45	0.40	0.35	0.30
	Permeable	0.30	0.25	0.20	0.15	0.10
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

Fuente: (MTC,2014).

Datos de la Microcuenca

pendiente : 17.05%

Coeficiente de escorentia.

Híerba, Grama	**0.4**
Bosque, Densa	**0.35**
Cpro= **C**	**0.38**

CÁLCULO DE LOS CAUDALES MÁXIMOS CUENCA N°1

D) Caudal máximo para diferentes periodo de retorno.

Utilizaremos la fórmula: **Q = C*I*A**

donde:

Tr =	25	años		
Tc =	58.34	minutos		
Q =	caudal en m^3/seg.			
C =	coeficiente de escorrentía		0.38	
A =	Área de la cuenca (Km^2)		2.46	Km^2
I =	Intensidad Máxima (mm/hora)		60.14	mm/hora

Q = 15.41 m^3/seg

Caudales para diferentes tiempos de retorno..

Tr	Q (m3/s)
10	**13.24**
25	**15.41**
50	**17.28**
100	**19.38**

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA

EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN GLOBAL Y FUNCIONALIDAD TÉCNICA DE LAS OBRAS DE ARTE DE LA CARRETERA CA-105, KM65+000 AL KM 78+000, CHOTA.

CÁLCULO DE LOS CAUDALES MÁXIMOS MICROCUENCA N°2

Método Racional con Dyck y Peschke

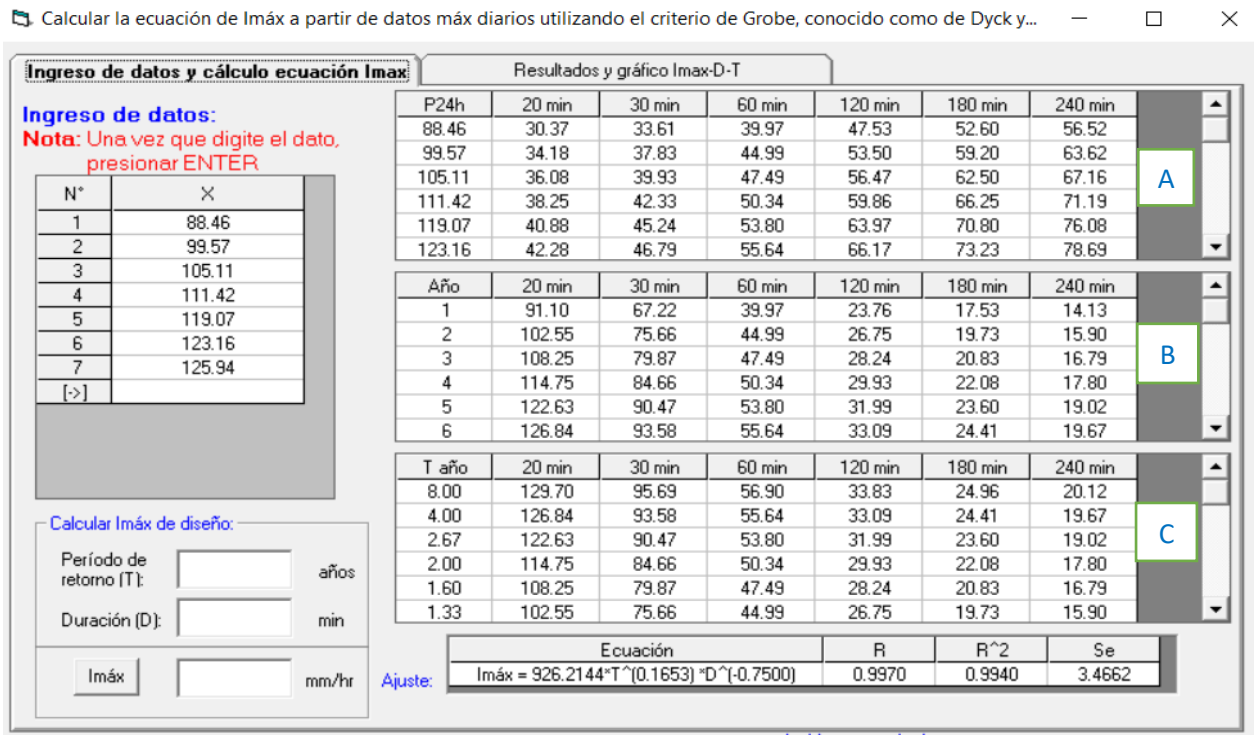
Para realizar el cálculo de los caudales punta se utiliza el Metodo Racional, se aplicara hasta áreas de drenaje no mayores a 10 km2 (MTC, 2014)

a) Precipitaciones maxímas para diferentes periodos de retorno.

RESUMEN P. (mm)/24h		
N°	T(años)	P.max
1	5	88.46
2	10	99.57
3	15	105.11
4	25	111.42
5	50	119.07
6	75	123.16
7	100	125.94

B) Utilizando la formula de Dyck y Peschke

Cálculo de las intesidades maxímas



A.- Cada precipitación máxima en 24 horas su duración en minutos (20, 30, 60, 120, 180, 240) min.

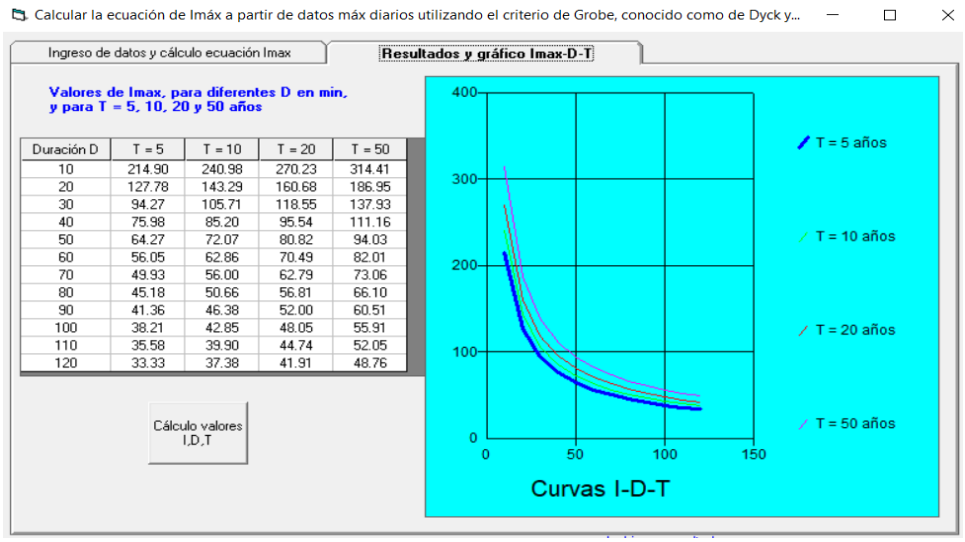
B.- Representa las intensidades máximas obtenidas cada (20, 30, 60, 120, 180, 240) min.

C.- Intensidades máximas ordenadas de mayor a menor.

CÁLCULO DE LOS CAUDALES MÁXIMOS MICROCUENCA N°2

B) Graficando las IDF

Las curvas de Intensidad – Duración -Tiempo



Intensidades máximas en función de la duración en minuto y también en función del periodo de retorno.

C)Intencidades Máximas para Diferentes Tiempos de Retorno.

Se trabajara con la ecuacion calculada en el Programa Hidroesta 2.

$$I = \frac{926.2144 \times T^{0.1653}}{D^{0.7500}}$$

Donde:

T = Periodo de retorno.
D= Duracion en "min"

TR (AÑOS)		
N°	TR(años)	Imáx
1	10	46.69
2	25	54.33
3	50	60.92
4	100	68.32

Tiempo de concentracion (Tc), es igual a duración (D):

Fórmula de TEMEZ TC= 89.20 min

D) Coeficiente de escorrentía.

Cobertura vegetal	Tipo de suelo	Pendiente del terreno				
		>50%	>20%	>5%	>1%	<1%
Sin vegetación	Impermeable	0.80	0.75	0.70	0.65	0.60
	Semipermeable	0.70	0.65	0.60	0.55	0.50
	Permeable	0.50	0.45	0.40	0.35	0.30
Cultivos	Impermeable	0.70	0.65	0.60	0.55	0.50
	Semipermeable	0.60	0.55	0.50	0.45	0.40
	Permeable	0.40	0.35	0.30	0.25	0.20
Pastos, vegetación ligera	Impermeable	0.65	0.60	0.55	0.50	0.45
	Semipermeable	0.55	0.50	0.45	0.40	0.35
	Permeable	0.35	0.30	0.25	0.20	0.15
Hierba, grama	Impermeable	0.60	0.55	0.50	0.45	0.40
	Semipermeable	0.50	0.45	0.40	0.35	0.30
	Permeable	0.30	0.25	0.20	0.15	0.10
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

Fuente: (MTC,2014).

Datos de la Microcuenca

pendiente : 23.82%

Coeficiente de escorentia.

Cultivos	**0.55**
Híerba, Grama	**0.45**
Bosque, Densa	**0.4**
Cpro= **C**	**0.47**

CÁLCULO DE LOS CAUDALES MÁXIMOS MICROCUENCA N°2

D) Caudal máximo para diferentes periodo de retorno.

Utilizaremos la fórmula: **Q = C*I*A**

donde:

Tr =	25	años		
Tc =	89.2	minutos		
Q =	caudal en m^3/seg.			
C =	coeficiente de escorrentía		0.47	
A =	Área de la cuenca (Km^2)		7.30	Km^2
I =	Intensidad Máxima (mm/hora)		54.33	mm/hora

Q = 51.41 m^3/seg

Caudales para diferentes tiempos de retorno..

Tr	Q (m3/s)
10	**44.18**
25	**51.41**
50	**57.65**
100	**64.65**

CÁLCULO DE LOS CAUDALES MÁXIMOS MICROCUENCA N°3

Método Racional con Dyck y Peschke

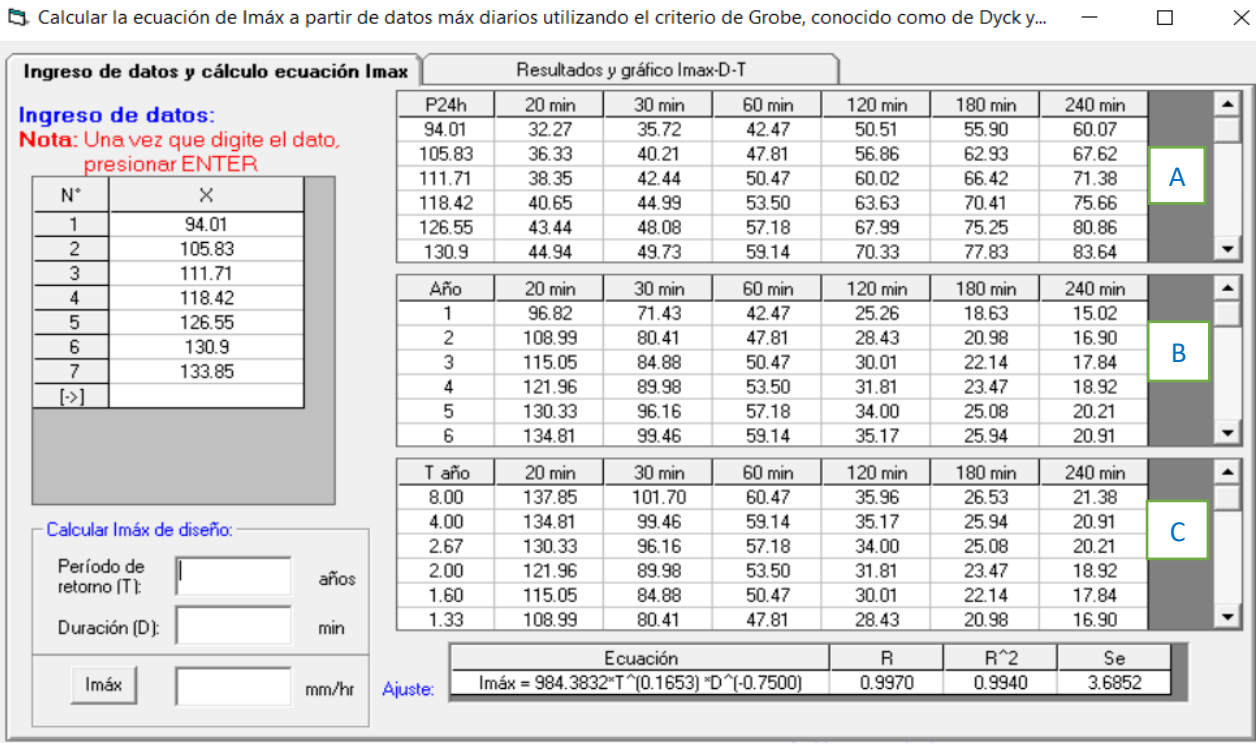
Para realizar el cálculo de los caudales punta se utiliza el Metodo Racional, se aplicara hasta áreas de drenaje no mayores a 10 km2 (MTC, 2014), pero para uniformizar procesos se ha analizado por el método racional.

a) Precipitaciones maxímas para diferentes periodos de retorno.

RESUMEN P. (mm)/24h		
N°	T(años)	P.max
1	5	94.01
2	10	105.83
3	15	111.71
4	25	118.42
5	50	126.55
6	75	130.90
7	100	133.85

B) Utilizando la formula de Dyck y Peschke

Cálculo de las intesidades maxímas



A.- Cada precipitación máxima en 24 horas su duración en minutos (20, 30, 60, 120, 180, 240) min.

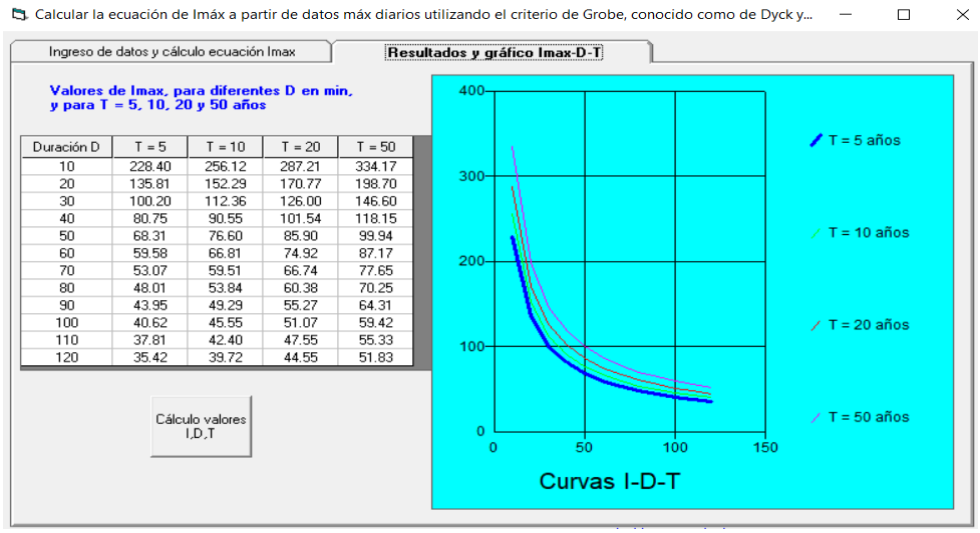
B.- Representa las intensidades máximas obtenidas cada (20, 30, 60, 120, 180, 240) min.

C.- Intensidades máximas ordenadas de mayor a menor.

CÁLCULO DE LOS CAUDALES MÁXIMOS MICROCUENCA N°3

B) Graficando las IDF

Las curvas de Intensidad – Duración -Tiempo



Intensidades máximas en función de la duración en minuto y también en función del periodo de retorno.

C)Intencidades Máximas para Diferentes Tiempos de Retorno.

Se trabajara con la ecuacion calculada en el Programa Hidroesta 2.

$$I = \frac{926.2144 \times T^{0.1653}}{D^{0.7500}}$$

Donde:

T = Periodo de retorno.
D= Duracion en "min"

TR (AÑOS)		
N°	TR(años)	Imáx
1	10	36.89
2	25	42.92
3	50	48.13
4	100	53.97

Tiempo de concentracion (Tc), es igual a duración (D):

Fórmula de TEMEZ TC= 132.47 min

D) Coeficiente de escorrentía.

Cobertura vegetal	Tipo de suelo	Pendiente del terreno				
		>50%	>20%	>5%	>1%	<1%
Sin vegetación	Impermeable	0.80	0.75	0.70	0.65	0.60
	Semipermeable	0.70	0.65	0.60	0.55	0.50
	Permeable	0.50	0.45	0.40	0.35	0.30
Cultivos	Impermeable	0.70	0.65	0.60	0.55	0.50
	Semipermeable	0.60	0.55	0.50	0.45	0.40
	Permeable	0.40	0.35	0.30	0.25	0.20
Pastos, vegetación ligera	Impermeable	0.65	0.60	0.55	0.50	0.45
	Semipermeable	0.55	0.50	0.45	0.40	0.35
	Permeable	0.35	0.30	0.25	0.20	0.15
Hierba, grama	Impermeable	0.60	0.55	0.50	0.45	0.40
	Semipermeable	0.50	0.45	0.40	0.35	0.30
	Permeable	0.30	0.25	0.20	0.15	0.10
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

Fuente: (MTC,2014).

Datos de la Microcuenca

pendiente : 23.55%

Coeficiente de escorentia.

Cultivos	**0.55**
Híerba, Grama	**0.45**
Bosque, Densa	**0.4**
Cpro= **C**	**0.47**

CÁLCULO DE LOS CAUDALES MÁXIMOS MICROCUENCA N°3

D) Caudal máximo para diferentes periodo de retorno.

Utilizaremos la fórmula: **Q = C*I*A**

donde:

Tr =	25	años		
Tc =	89.2	minutos		
Q =	caudal en m^3/seg.			
C =	coeficiente de escorrentía		0.47	
A =	Área de la cuenca (Km^2)		13.25	Km^2
I =	Intensidad Máxima (mm/hora)		42.92	mm/hora

Q = 73.72 m^3/seg

Caudales para diferentes tiempos de retorno..

Tr	Q (m3/s)
10	**63.36**
25	**73.72**
50	**82.67**
100	**92.70**

CÁLCULO DE LOS CAUDALES MÁXIMOS MICROCUENCA N°4

Método Racional con Dyck y Peschke

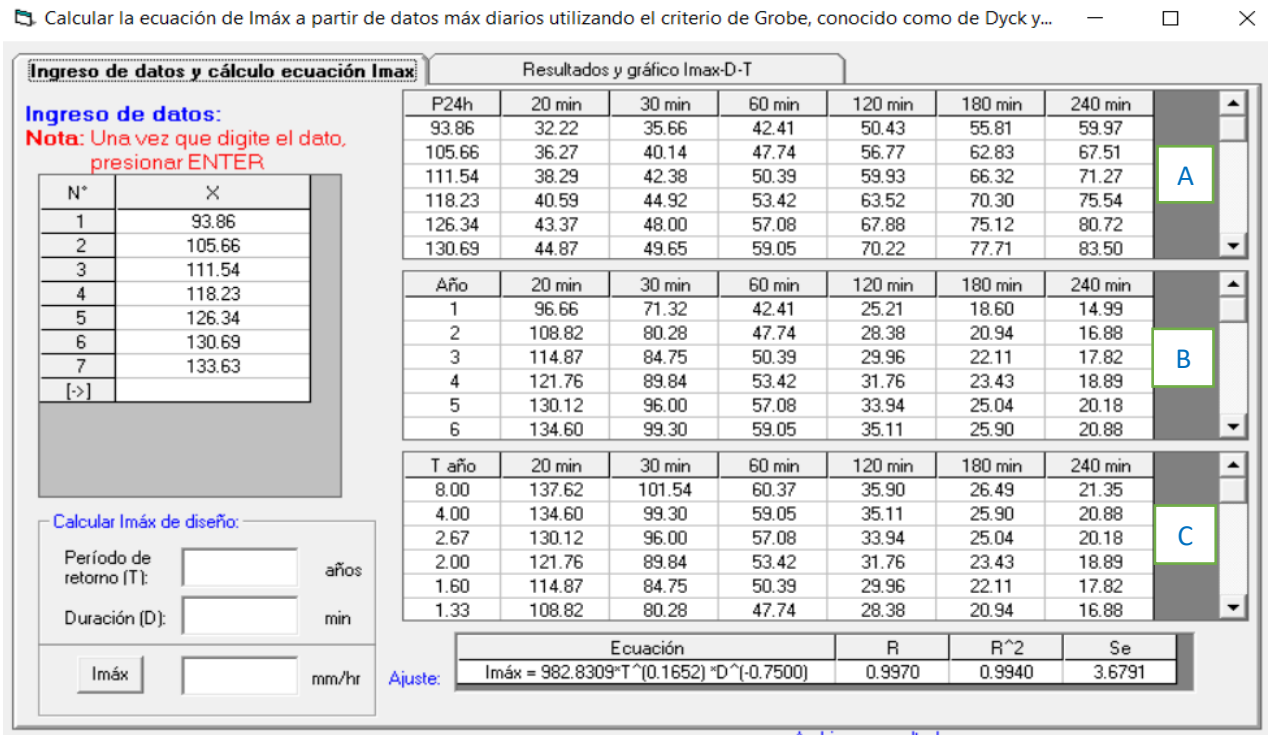
Para realizar el cálculo de los caudales punta se utiliza el Metodo Racional, se aplicara hasta áreas de drenaje no mayores a 10 km2 (MTC, 2014)

a) Precipitaciones maxímas para diferentes periodos de retorno.

RESUMEN P. (mm)/24h		
N°	T(años)	P.max
1	5	93.86
2	10	105.66
3	15	111.54
4	25	118.23
5	50	126.34
6	75	130.69
7	100	133.63

B) Utilizando la formula de Dyck y Peschke

Cálculo de las intesidades maxímas



A.- Cada precipitación máxima en 24 horas su duración en minutos (20, 30, 60, 120, 180, 240) min.

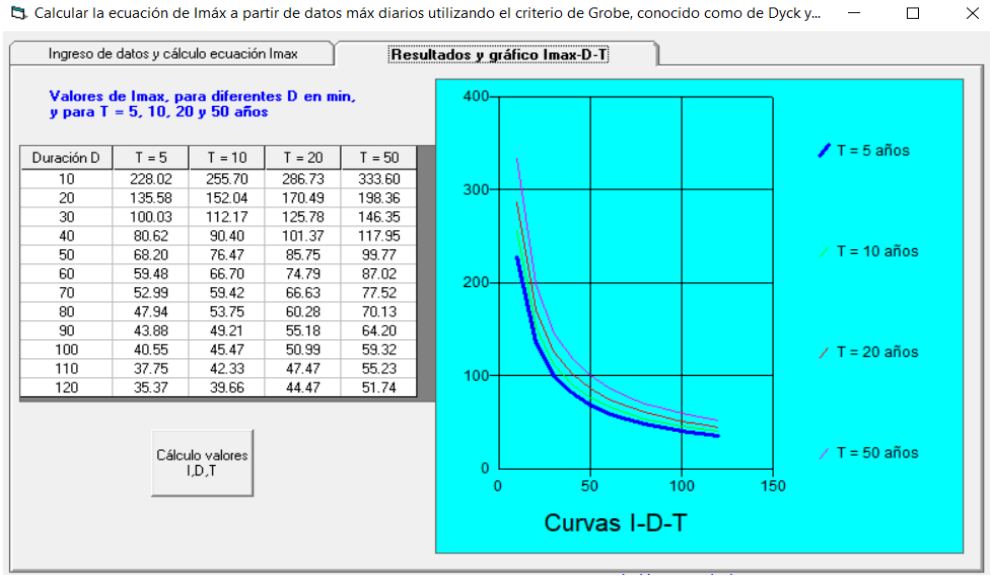
B.- Representa las intensidades máximas obtenidas cada (20, 30, 60, 120, 180, 240) min.

C.- Intensidades máximas ordenadas de mayor a menor.

CÁLCULO DE LOS CAUDALES MÁXIMOS MICROCUENCA N°4

B) Graficando las IDF

Las curvas de Intensidad – Duración -Tiempo



Intensidades máximas en función de la duración en minuto y también en función del periodo de retorno.

C)Intencidades Máximas para Diferentes Tiempos de Retorno.

Se trabajara con la ecuacion calculada en el Programa Hidroesta 2.

$$I = \frac{982.8309 \times T^{0.1652}}{D^{0.7500}}$$

Donde:

T = Periodod de retorno.
D= Duracion en "min"

TR (AÑOS)		
N°	TR(años)	Imáx
1	10	51.06
2	25	59.40
3	50	66.61
4	100	74.69

Tiempo de concentracion (Tc), es igual a duración (D):

Fórmula de TEMEZ TC= 85.67 min

D) Coeficiente de escorrentía.

Cobertura vegetal	Tipo de suelo	Pendiente del terreno				
		>50%	>20%	>5%	>1%	<1%
Sin vegetación	Impermeable	0.80	0.75	0.70	0.65	0.60
	Semipermeable	0.70	0.65	0.60	0.55	0.50
	Permeable	0.50	0.45	0.40	0.35	0.30
Cultivos	Impermeable	0.70	0.65	0.60	0.55	0.50
	Semipermeable	0.60	0.55	0.50	0.45	0.40
	Permeable	0.40	0.35	0.30	0.25	0.20
Pastos, vegetación ligera	Impermeable	0.65	0.60	0.55	0.50	0.45
	Semipermeable	0.55	0.50	0.45	0.40	0.35
	Permeable	0.35	0.30	0.25	0.20	0.15
Hierba, grama	Impermeable	0.60	0.55	0.50	0.45	0.40
	Semipermeable	0.50	0.45	0.40	0.35	0.30
	Permeable	0.30	0.25	0.20	0.15	0.10
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

Fuente: (MTC,2014).

Datos de la Microcuenca

pendiente : 27.37%

Coeficiente de escorentia.

Cultivos	**0.35**
Híerba, Grama	**0.45**
Bosque, Densa	**0.4**
Cpro= **C**	**0.40**

CÁLCULO DE LOS CAUDALES MÁXIMOS MICROCUENCA N°4

D) Caudal máximo para diferentes periodo de retorno.

Utilizaremos la fórmula: **Q = C*I*A**

donde:

Tr =	25	años		
Tc =	85.67	minutos		
Q =	caudal en m^3/seg.			
C =	coeficiente de escorrentía		0.40	
A =	Área de la cuenca (Km^2)		6.67	Km^2
I =	Intensidad Máxima (mm/hora)		59.40	mm/hora

Q = 44.02 m^3/seg

Caudales para diferentes tiempos de retorno..

Tr	Q (m3/s)
10	**37.84**
25	**44.02**
50	**49.36**
100	**55.35**

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA

EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN GLOBAL Y FUNCIONALIDAD TÉCNICA DE LAS OBRAS DE ARTE DE LA CARRETERA CA-105, KM65+000 AL KM 78+000, CHOTA.

CÁLCULO DE LOS CAUDALES MÁXIMOS MICROCUENCA N°5

Método Racional con Dyck y Peschke

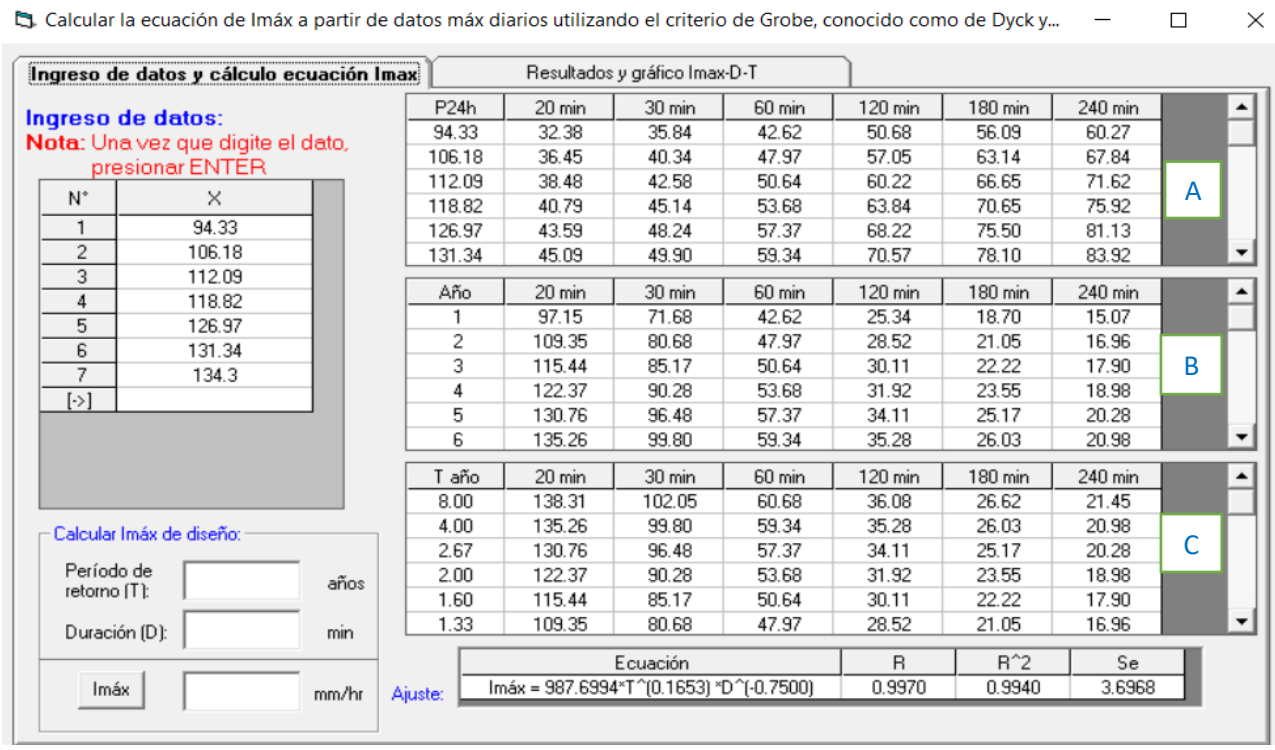
Para realizar el cálculo de los caudales punta se utiliza el Metodo Racional, se aplicara hasta áreas de drenaje no mayores a 10 km2 (MTC, 2014)

a) Precipitaciones maxímas para diferentes periodos de retorno.

RESUMEN P. (mm)/24h		
N°	T(años)	P.max
1	5	94.33
2	10	106.18
3	15	112.09
4	25	118.82
5	50	126.97
6	75	131.34
7	100	134.30

B) Utilizando la formula de Dyck y Peschke

Cálculo de las intesidades maxímas



A.- Cada precipitación máxima en 24 horas su duración en minutos (20, 30, 60, 120, 180, 240) min.

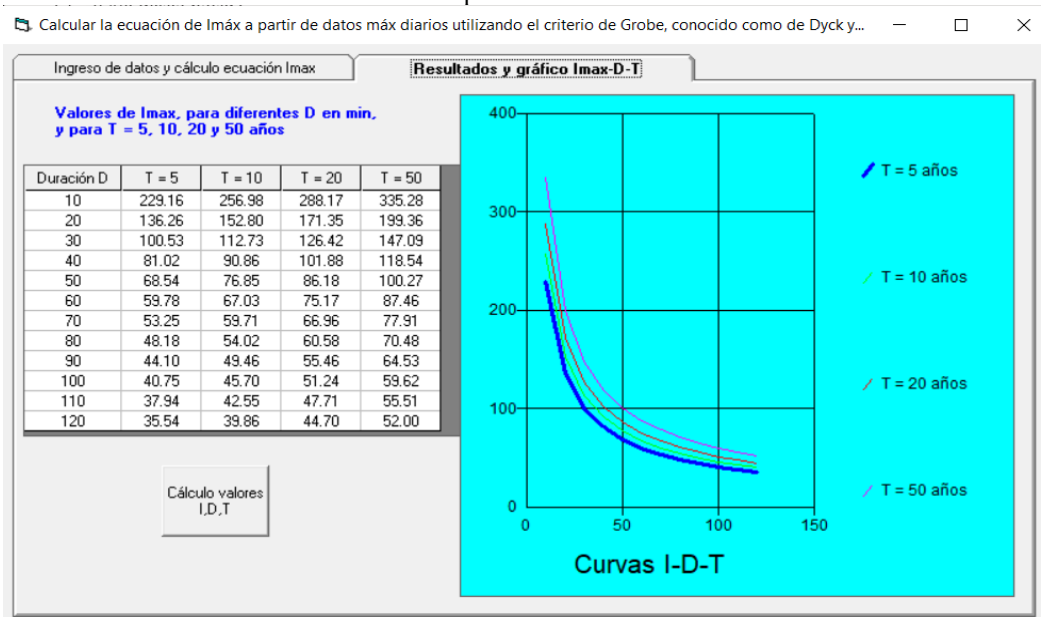
B.- Representa las intensidades máximas obtenidas cada (20, 30, 60, 120, 180, 240) min.

C.- Intensidades máximas ordenadas de mayor a menor.

CÁLCULO DE LOS CAUDALES MÁXIMOS MICROCUENCA N°5

B) Graficando las IDF

Las curvas de Intensidad – Duración -Tiempo



Intensidades máximas en función de la duración en minuto y también en función del periodo de retorno.

C)Intencidades Máximas para Diferentes Tiempos de Retorno.

Se trabajara con la ecuacion calculada en el Programa Hidroesta 2.

$$I = \frac{987.6994 \times T^{0.1653}}{D^{0.7500}}$$

Donde:

T = Periodod de retorno.

D= Duracion en "min"

TR (AÑOS)		
N°	TR(años)	Imáx
1	10	45.65
2	25	53.11
3	50	59.56
4	100	66.79

Tiempo de concentracion (Tc), es igual a duración (D):

Fórmula de TEMEZ TC= 100.15 min

D) Coeficiente de escorrentía.

Cobertura vegetal	Tipo de suelo	Pendiente del terreno				
		>50%	>20%	>5%	>1%	<1%
Sin vegetación	Impermeable	0.80	0.75	0.70	0.65	0.60
	Semipermeable	0.70	0.65	0.60	0.55	0.50
	Permeable	0.50	0.45	0.40	0.35	0.30
Cultivos	Impermeable	0.70	0.65	0.60	0.55	0.50
	Semipermeable	0.60	0.55	0.50	0.45	0.40
	Permeable	0.40	0.35	0.30	0.25	0.20
Pastos, vegetación ligera	Impermeable	0.65	0.60	0.55	0.50	0.45
	Semipermeable	0.55	0.50	0.45	0.40	0.35
	Permeable	0.35	0.30	0.25	0.20	0.15
Hierba, grama	Impermeable	0.60	0.55	0.50	0.45	0.40
	Semipermeable	0.50	0.45	0.40	0.35	0.30
	Permeable	0.30	0.25	0.20	0.15	0.10
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

Fuente: (MTC,2014).

Datos de la Microcuenca

pendiente : 22.76%

Coeficiente de escorentia.

Cultivos	**0.35**
Híerba, Grama	**0.45**
Bosque, Densa	**0.4**
Cpro= **C**	**0.40**

CÁLCULO DE LOS CAUDALES MÁXIMOS MICROCUENCA N°5

D) Caudal máximo para diferentes periodo de retorno.

Utilizaremos la fórmula: **Q = C*I*A**

donde:

Tr =	25	años		
Tc =	100.15	minutos		
Q =	caudal en m^3/seg.			
C =	coeficiente de escorrentía		0.40	
A =	Área de la cuenca (Km^2)		5.36	Km^2
I =	Intensidad Máxima (mm/hora)		53.11	mm/hora

Q = 31.63 m^3/seg

Caudales para diferentes tiempos de retorno..

Tr	Q (m3/s)
10	**27.19**
25	**31.63**
50	**35.47**
100	**39.78**

Anexo J. Estudio de tránsito vehicular

ESTUDIO DE TRÁFICO

RESPONSABLE: Neiser Aldair Idrogo Delgado
UBICACIÓN DE AV.: Ruta Chota - Chaupelanche
ESTACIÓN 01: Santa Rosa
CÓDIGO DE ESTACIÓN: E01

COORDENADAS UTM
Este: 761688 m E Norte: 9274436 m S

SENTIDO: S → E ←

CONTEO Y CLASIFICACIÓN VEHICULAR

ESTACIÓN: 01 **DOMINGO** **FECHA:** 8/08/2021

Hora	Sentido	VEHÍCULOS LIGEROS						VEHÍCULOS PESADOS													TOTAL	%
				CAMIONETAS				BUS		CAMIÓN			SEMI TRAYLER				TRAYLER					
		Auto	Station Wagon	Pick Up	Panel	Rural Combi	Micro	2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>= 3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3		
DIAGRA. VEH.																						
0-1	E																				0	0.0%
	S																				0	0.0%
1-2	E																				0	0.0%
	S																				0	0.0%
2-3	E																				0	0.0%
	S																				0	0.0%
3-4	E	9				1				3	1										14	3.2%
	S	7		1						2	1										11	2.6%
4-5	E	8	2	5	1	1				3	1										21	4.7%
	S	9	1	6		1				5	2										24	5.7%
5-6	E	11		2	1	8				5	2										29	6.5%
	S	12		6		5				4	2										29	6.9%
6-7	E	13	1	5		4				4	1										28	6.3%
	S	12	1	6	1	3				3	2										28	6.7%
7-8	E	17		7	3	4				4	2										37	8.4%
	S	23	2	5		2				4	1										37	8.8%
8-9	E	16	3	4	3	4	3			2	1										36	8.1%
	S	12	2	3	2	2	2			4											27	6.4%
9-10	E	10	2	3		4	1			3											23	5.2%
	S	11	2	5		4	1			2											25	5.9%
10-11	E	14	1	4		3	1			2	3										28	6.3%
	S	19	3	1		4	1			1	2										31	7.4%
11-12	E	12	1	3	1					1	2										20	4.5%
	S	12	1	2		2	1			1	1										20	4.8%
12-13	E	13	1	3	1	2				1											21	4.7%
	S	13	1	5	2	1	2			1											25	5.9%
13-14	E	14	1	3	1	1	1			1	1										23	5.2%
	S	11	1	2	1	2				4	2										23	5.5%
14-15	E	17	2	3	1	2	1			5	2										33	7.4%
	S	13	1	4		2	1			4	3										28	6.7%
15-16	E	18	3	2		2	1			2	1										29	6.5%
	S	15	1	3	2	4	2			2	2										31	7.4%
16-17	E	10	1	1		2				2	2										18	4.1%
	S	15		2	1	2				1	1										22	5.2%
17-18	E	9		3		3	1			1	2	1									20	4.5%
	S	13		1		2	1				1										18	4.3%
18-19	E	15		1		1				1	2										20	4.5%
	S	12		1	1	1				1											16	3.8%
19-20	E	12		1		1					1										15	3.4%
	S	4		1		1					1										7	1.7%
20-21	E	9		1		1				1											12	2.7%
	S	9																			9	2.1%
21-22	E	7		1						1	1										10	2.3%
	S	5		1																	6	1.4%
22-23	E	5		1																	6	1.4%
	S	4																			4	1.0%
23-24	E																				0	0.0%
	S																				0	0.0%
Parcial	E	239	18	53	12	44	9	-	-	42	25	1	-	-	-	-	-	-	-	-	443	100.0%
	S	231	16	55	10	38	11	-	-	39	21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	421	100.0%
TOTAL AMBOS		470	34	108	22	82	20	-	-	81	46	1	-	-	-	-	-	-	-	-	**864**	
SENT.		54.40%	3.94%	12.50%	2.55%	9.49%	2.31%	0.00%	0.00%	9.38%	5.32%	0.12%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	100.0%	

ESTUDIO DE TRÁFICO

RESPONSABLE: Neiser Aldair Idrogo Delgado
UBICACIÓN DE AV.: Ruta Chota - Chaupelanche
ESTACIÓN 01: Santa Rosa
CÓDIGO DE ESTACIÓN: E01
COORDENADAS UTM — Este: 761688 m E Norte: 9274436 m S
SENTIDO: S → E ←

CONTEO Y CLASIFICACIÓN VEHICULAR

ESTACIÓN: 01 **LUNES** **FECHA:** 9/08/2021

Hora	Sentido	VEHÍCULOS LIGEROS						VEHÍCULOS PESADOS													TOTAL	%
				CAMIONETAS				BUS		CAMIÓN			SEMI TRAYLER				TRAYLER					
		Auto	Station Wagon	Pick Up	Panel	Rural Combi	Micro	2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>= 3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3		
DIAGRA. VEH.																						
0-1	E																				0	0.0%
	S																				0	0.0%
1-2	E																				0	0.0%
	S																				0	0.0%
2-3	E																				0	0.0%
	S																				0	0.0%
3-4	E	6		1						3	1										11	3.2%
	S	5		1						2	1										9	2.7%
4-5	E	6		4	1	2				2	1										16	4.7%
	S	7		5						4	2										18	5.4%
5-6	E	7		5	1	4				4	2										23	6.8%
	S	6		4		4				2	2										18	5.4%
6-7	E	10	1	6		2				4	1										24	7.1%
	S	8		5	1	3				3	2										22	6.6%
7-8	E	12		6	2	2				4	2										28	8.2%
	S	13	1	6		2				3	1										26	7.8%
8-9	E	9	2	4	1	3	1			2	1										23	6.8%
	S	12	1	3	3	3	2			3	1										28	8.4%
9-10	E	15	2	3		4				2											26	7.6%
	S	14	2	3		4	1			2											26	7.8%
10-11	E	12	1	3		3	1			2	1										23	6.8%
	S	14	1	5		2				1	1										24	7.2%
11-12	E	8	1	2	1	1				1											14	4.1%
	S	7	1	2		2				1	2										15	4.5%
12-13	E	6		3	1	1				1											12	3.5%
	S	6	2	4	2	1	1			1	1										18	5.4%
13-14	E	8		2		1	1			1	2										15	4.4%
	S	7	1	2	1	2				4	2										19	5.7%
14-15	E	2	3	2	2	4					2										15	4.4%
	S	1	2	2	1	1				2											9	2.7%
15-16	E	12	2	1		2				2	2										21	6.2%
	S	13	1	3	2	2				1	2										24	7.2%
16-17	E	14	1	1		2				1											19	5.6%
	S	12		2	1	1				1	1										18	5.4%
17-18	E	14		1		2				2	2										21	6.2%
	S	14		1		1					1										17	5.1%
18-19	E	10		1		1				1	2										15	4.4%
	S	13		1	1					1											16	4.8%
19-20	E	9									1										10	2.9%
	S	10		1						1	1										13	3.9%
20-21	E	8		1		1				1											11	3.2%
	S	7				1															8	2.4%
21-22	E	6		1																	7	2.1%
	S	4									1										5	1.5%
22-23	E	4		1		1															6	1.8%
	S	2																			2	0.6%
23-24	E																				0	0.0%
	S																				0	0.0%
Parcial	E	178	13	48	9	36	3	-	-	33	20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	340	100.0%
	S	175	12	50	12	29	4	-	-	32	21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	335	100.0%
TOTAL AMBOS SENT.		353	25	98	21	65	7	-	-	65	41	-	-	-	-	-	-	-	-	-	**675**	675
		0.522963	0.03703704	0.14518519	0.031111111	0.0962963	0.01037037	0	0	0.0962963	0.060740741	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100.0%	

ESTUDIO DE TRÁFICO

RESPONSABLE: Neiser Aldair Idrogo Delgado
UBICACIÓN DE AV.: Ruta Chota - Chaupelanche
ESTACIÓN 01: Santa Rosa
CÓDIGO DE ESTACIÓN: E01

COORDENADAS UTM
Este: 761688 m E Norte: 9274436 m S

SENTIDO: S → E ←

CONTEO Y CLASIFICACIÓN VEHICULAR

ESTACIÓN: 01 **MARTES** **FECHA:** 10/08/2021

Hora	Sentido	VEHÍCULOS LIGEROS						VEHÍCULOS PESADOS													TOTAL	%
				CAMIONETAS				BUS		CAMIÓN			SEMI TRAYLER				TRAYLER					
		Auto	Station Wagon	Pick Up	Panel	Rural Combi	Micro	2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>= 3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3		
DIAGRA. VEH.																						
0-1	E																				0	0.0%
	S																				0	0.0%
1-2	E																				0	0.0%
	S																				0	0.0%
2-3	E																				0	0.0%
	S																				0	0.0%
3-4	E	4		1						1											6	1.9%
	S	3		1						1											5	1.7%
4-5	E	8		4	1	2				4	1										20	6.2%
	S	5		5	1					2	2										15	5.0%
5-6	E	7		5		4				3	1										20	6.2%
	S	6		4		4				2	2										18	6.0%
6-7	E	11	1	6	2	2				2	1										25	7.8%
	S	7		5	1	3				1											17	5.7%
7-8	E	12		6		2	2			2											24	7.5%
	S	10	1	6		2	1			5	1										26	8.7%
8-9	E	9	2	4	1	3		1		1	1										22	6.9%
	S	13	1	3	1	3	1			2	1										25	8.3%
9-10	E	14	2	3		4				3											26	8.1%
	S	10	2	3		4				2											21	7.0%
10-11	E	11	1	3		3	1			1	1										21	6.5%
	S	14	1	5	1	2	1			2	1										27	9.0%
11-12	E	8	1	2	1	1				1											14	4.4%
	S	6	1	2		2				2	2										15	5.0%
12-13	E	5		3	1	1					1										11	3.4%
	S	5	2	1		1					1										10	3.3%
13-14	E	10		2		1				1	2										16	5.0%
	S	7	1	2	1	2				2											15	5.0%
14-15	E	3	3	2		4				3	2										17	5.3%
	S	4	2	2	1	1		1		2											13	4.3%
15-16	E	8	2	1		2	1			2	2										18	5.6%
	S	6	1	3		2	1			1											14	4.7%
16-17	E	14	1	1		2															18	5.6%
	S	12		2	1	1				2											18	6.0%
17-18	E	10		1		2				2											15	4.7%
	S	12		1		1					1										15	5.0%
18-19	E	13		1	1	1				1	1										18	5.6%
	S	8		1	1					1	1										12	4.0%
19-20	E	9									1										10	3.1%
	S	11		1						1	1										14	4.7%
20-21	E	6		1	1	1				1											10	3.1%
	S	7				1															8	2.7%
21-22	E	5		1																	6	1.9%
	S	3									1										4	1.3%
22-23	E	4																			4	1.2%
	S	6		1						1											8	2.7%
23-24	E																				0	0.0%
	S																				0	0.0%
Parcial	E	171	13	47	8	35	4	1	-	28	14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	321	100.0%
	S	155	12	48	8	29	4	1	-	29	14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	300	100.0%
TOTAL AMBOS		326	25	95	16	64	8	2	-	57	28	-	-	-	-	-	-	-	-	-	**621**	
SENT.		0.52496	0.04025765	0.15297907	0.025764895	0.1030596	0.01288245	0.0032206	0	0.0917874	0.045088567	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100.0%	

ESTUDIO DE TRÁFICO

RESPONSABLE: Neiser Aldair Idrogo Delgado
UBICACIÓN DE AV.: Ruta Chota - Chaupelanche
ESTACIÓN 01: Santa Rosa
CÓDIGO DE ESTACIÓN: E01

COORDENADAS UTM
Este: 761688 m E Norte: 9274436 m S

SENTIDO: S → E ←

CONTEO Y CLASIFICACIÓN VEHICULAR

ESTACIÓN: 01 MIÉRCOLES **FECHA:** 11/08/2021

Hora	Sentido	VEHÍCULOS LIGEROS						VEHÍCULOS PESADOS													TOTAL	%
				CAMIONETAS				BUS		CAMIÓN			SEMI TRAYLER				TRAYLER					
		Auto	Station Wagon	Pick Up	Panel	Rural Combi	Micro	2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>= 3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3		
DIAGRA. VEH.																						
0-1	E																				0	0.0%
	S																				0	0.0%
1-2	E																				0	0.0%
	S																				0	0.0%
2-3	E																				0	0.0%
	S																				0	0.0%
3-4	E	7								2	1										10	2.8%
	S	6		1		1				2	1										11	3.0%
4-5	E	8		4	1	1				4	1										19	5.4%
	S	7		4						2	2										15	4.2%
5-6	E	7		8	1	4				3	2										25	7.1%
	S	8		8		2				2	2										22	6.1%
6-7	E	7	1	6		2	1			5	1										23	6.5%
	S	8		5	1	3	2			2	2										23	6.4%
7-8	E	13		4	2	4				2	2										27	7.7%
	S	12	1	3		2				4	1										23	6.4%
8-9	E	12		4	1	1	1			1	1										21	6.0%
	S	12	1	3		1	2			5											24	6.6%
9-10	E	16	2	3		2				3											26	7.4%
	S	19			3	1	1			3											27	7.5%
10-11	E	13	1	4		3	1			2	1										25	7.1%
	S	19	2	5		3				1											30	8.3%
11-12	E	7	1	2	1	4				1											16	4.5%
	S	8	1	2		2				1	1										15	4.2%
12-13	E	7		3	1	2				1											14	4.0%
	S	7	2	4	2	2	1														18	5.0%
13-14	E	9		2		2	1			1	2										17	4.8%
	S	8	2	2	1	2				2	1										18	5.0%
14-15	E	12	1		1	2	1			3	2										22	6.3%
	S	11	1	3		1	1			3	1										21	5.8%
15-16	E	16	2	1		2	1			2	1										25	7.1%
	S	14	1	3	2	2	2			1	2										27	7.5%
16-17	E	14	1	1		2				2											20	5.7%
	S	12		2	1	1				1	1										18	5.0%
17-18	E	11	1	1		2				1	2										18	5.1%
	S	16	1	1		1					1										20	5.5%
18-19	E	10	1	1		1					1										14	4.0%
	S	14		1	1					1											17	4.7%
19-20	E	12																			12	3.4%
	S	13		1							1										15	4.2%
20-21	E	7		1		1				1											10	2.8%
	S	9	1							1											11	3.0%
21-22	E	4		1							1										6	1.7%
	S	5																			5	1.4%
22-23	E	2																			2	0.6%
	S	1																			1	0.3%
23-24	E																				0	0.0%
	S																				0	0.0%
Parcial	E	194	11	46	8	35	6	-	-	34	18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	352	100.0%
	S	209	13	48	11	24	9	-	-	31	16	-	-	-	-	-	-	-	-	-	361	100.0%
TOTAL AMBOS		403	24	94	19	59	15	-	-	65	34	-	-	-	-	-	-	-	-	-	**713**	
SENT.		0.565217	0.03366059	0.13183731	0.026647966	0.0827489	0.02103787	0	0	0.0911641	0.047685835	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100.0%	

ESTUDIO DE TRÁFICO

RESPONSABLE: Neiser Aldair Idrogo Delgado
UBICACIÓN DE AV.: Ruta Chota - Chaupelanche
ESTACIÓN 01: Santa Rosa
CÓDIGO DE ESTACIÓN: E01

COORDENADAS UTM
Este: 761688 m E Norte: 9274436 m S

SENTIDO: S → E ←

CONTEO Y CLASIFICACIÓN VEHICULAR

ESTACIÓN: 01 **JUEVES** **FECHA:** 12/08/2021

Hora	Sentido	VEHÍCULOS LIGEROS						VEHÍCULOS PESADOS													TOTAL	%
				CAMIONETAS				BUS		CAMIÓN			SEMI TRAYLER				TRAYLER					
		Auto	Station Wagon	Pick Up	Panel	Rural Combi	Micro	2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>= 3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3		
DIAGRA. VEH.																						
0-1	E																				0	0.0%
	S																				0	0.0%
1-2	E																				0	0.0%
	S																				0	0.0%
2-3	E																				0	0.0%
	S																				0	0.0%
3-4	E	6				1				2	1										10	2.5%
	S	7		1						1	1										10	2.7%
4-5	E	9	1	4	1	1				3	1										20	5.0%
	S	7	1	6		1				5	2										22	5.9%
5-6	E	9		5	1	4				5	2										26	6.5%
	S	10		5		5				4	2										26	6.9%
6-7	E	13	1	4		4				4	1										27	6.8%
	S	12	1	6	1	3				3	4										30	8.0%
7-8	E	17			3	4				1	2										27	6.8%
	S	9	2	5		2				5	1										24	6.4%
8-9	E	16		4	3	4	3			2	1										33	8.3%
	S	14		2	2	2	2			1											23	6.1%
9-10	E	12	2	3		4	1			3											25	6.3%
	S	10	1	5		2	1			2											21	5.6%
10-11	E	14	1	4		3	1			2	2										27	6.8%
	S	11		6		4	1			1	2										25	6.7%
11-12	E	12	1	3	1					1	2										20	5.0%
	S	12	1	2		2	1			1	1										20	5.3%
12-13	E	13	1	3	1	2				1											21	5.3%
	S	13	1		2	1	2			1											20	5.3%
13-14	E	14		3	1	1	1			1	1										22	5.5%
	S	11		2	1	2				4	4										24	6.4%
14-15	E	12	2	3	1	2	1			1	2										24	6.0%
	S	13	1	4		2	1				3										24	6.4%
15-16	E	11	2			2	1			2	1										19	4.8%
	S	15	1	3	2		2			2	2										27	7.2%
16-17	E	9	1	1		2				2	2										17	4.3%
	S	7		2	1	2				1	1										14	3.7%
17-18	E	12		3		3	1			1	2										22	5.5%
	S	13		1		2	1				1										18	4.8%
18-19	E	15		1		1				1	2										20	5.0%
	S	12		1	1	1				1											16	4.3%
19-20	E	12		1		1					1										15	3.8%
	S	10		1		1					1										13	3.5%
20-21	E	9		1		1				1											12	3.0%
	S	9																			9	2.4%
21-22	E	5		1						1											7	1.8%
	S	4		1		1															6	1.6%
22-23	E	4		1							1										6	1.5%
	S	3																			3	0.8%
23-24	E																				0	0.0%
	S																				0	0.0%
Parcial	E	224	12	45	12	40	9	-	-	34	24	-	-	-	-	-	-	-	-	-	400	100.0%
	S	202	9	53	10	33	11	-	-	32	25	-	-	-	-	-	-	-	-	-	375	100.0%
TOTAL AMBOS		426	21	98	22	73	20	-	-	66	49	-	-	-	-	-	-	-	-	-	**775**	
SENT.		0.549677	0.02709677	0.12645161	0.028387097	0.0941935	0.02580645	0	0	0.0851613	0.063225806	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100.0%	

ESTUDIO DE TRÁFICO

RESPONSABLE: Neiser Aldair Idrogo Delgado
UBICACIÓN DE AV.: Ruta Chota - Chaupelanche
ESTACIÓN 01: Santa Rosa
CÓDIGO DE ESTACIÓN: E01

COORDENADAS UTM
Este: 761688 m E Norte: 9274436 m S

SENTIDO: S → E ←

CONTEO Y CLASIFICACIÓN VEHICULAR

ESTACIÓN: 01 **VIERNES** **FECHA:** 13/08/2021

Hora	Sentido	VEHÍCULOS LIGEROS						VEHÍCULOS PESADOS													TOTAL	%
		Auto	Station Wagon	CAMIONETAS			Micro	BUS		CAMIÓN			SEMI TRAYLER				TRAYLER					
				Pick Up	Panel	Rural Combi		2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>= 3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3		
DIAGRA. VEH.																						
0-1	E																				0	0.0%
	S																				0	0.0%
1-2	E																				0	0.0%
	S																				0	0.0%
2-3	E																				0	0.0%
	S																				0	0.0%
3-4	E	4		1		1				4											10	3.0%
	S	6								2											8	2.4%
4-5	E	5		2		4				4	1										16	4.9%
	S	4		2		5				2	2										15	4.5%
5-6	E	7		4		8	1			2	1										23	7.0%
	S	4		3		3				1	1										12	3.6%
6-7	E	8	1	3	1	4				4	1										22	6.7%
	S	10	1	1	1	3				6	2										24	7.3%
7-8	E	9		2		4				3	3										21	6.4%
	S	11	2	3		2				2	1										21	6.3%
8-9	E	8	1	4	1	4	1			2	1										22	6.7%
	S	12	1	4	2	2	1			3											25	7.6%
9-10	E	10	1	6		4	1			1	4										27	8.2%
	S	9	2	5		4	1			2											23	6.9%
10-11	E	8	1	4		3				2											18	5.5%
	S	12	3	3		4				1	2										25	7.6%
11-12	E	9	1	2	1					2	2										17	5.2%
	S	7	1	1		1	1			2	1										14	4.2%
12-13	E	10	1	3	1	1				1	1										18	5.5%
	S	12	1	2	1	1				1	1										19	5.7%
13-14	E	7	1	3	1	1				1	1										15	4.6%
	S	11	1	2	1	2					2										19	5.7%
14-15	E	10		3	1	2	1				2										19	5.8%
	S	13		1		3	1				3										21	6.3%
15-16	E	12		2		2	1				1										18	5.5%
	S	9	1	3		4				2	2										21	6.3%
16-17	E	9	1	1		4				2	2										19	5.8%
	S	12		1	1	4				1	1										20	6.0%
17-18	E	11		1		1	1			1	2										17	5.2%
	S	13		1		2	1				1										18	5.4%
18-19	E	8	1	1		1				1	2										14	4.3%
	S	12	1	1	1	1				1											17	5.1%
19-20	E	8		1		1					1										11	3.4%
	S	10		1		1					1										13	3.9%
20-21	E	7		1		1				1											10	3.0%
	S	8					1														9	2.7%
21-22	E	6								1	1										8	2.4%
	S	4		1																	5	1.5%
22-23	E	3																			3	0.9%
	S	2																			2	0.6%
23-24	E																				0	0.0%
	S																				0	0.0%
Parcial	E	159	9	44	6	46	6	-	-	32	26	-	-	-	-	-	-	-	-	-	328	100.0%
	S	181	14	35	7	42	6	-	-	26	20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	331	100.0%
TOTAL AMBOS		340	23	79	13	88	12	-	-	58	46	-	-	-	-	-	-	-	-	-	**659**	
SENT.		0.515933	0.03490137	0.1198786	0.019726859	0.1335357	0.01820941	0	0	0.0880121	0.069802731	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100.0%	

ESTUDIO DE TRÁFICO

RESPONSABLE: Neiser Aldair Idrogo Delgado
UBICACIÓN DE AV.: Ruta Chota - Chaupelanche
ESTACIÓN 01: Santa Rosa
CÓDIGO DE ESTACIÓN: E01

COORDENADAS UTM
Este: 761688 m E Norte: 9274436 m S

SENTIDO: S → E ←

CONTEO Y CLASIFICACIÓN VEHICULAR

ESTACIÓN: 01 **SÁBADO** **FECHA:** 14/08/2021

Hora	Sentido	VEHÍCULOS LIGEROS						VEHÍCULOS PESADOS													TOTAL	%
				CAMIONETAS				BUS		CAMIÓN			SEMI TRAYLER				TRAYLER					
		Auto	Station Wagon	Pick Up	Panel	Rural Combi	Micro	2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>= 3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3		
DIAGRA. VEH.																						
0-1	E																				0	0.0%
	S																				0	0.0%
1-2	E																				0	0.0%
	S																				0	0.0%
2-3	E																				0	0.0%
	S																				0	0.0%
3-4	E	7		1						3	1										12	3.0%
	S	6		1		1				2	1										11	2.8%
4-5	E	8		6	1	1				3	1										20	5.1%
	S	7		6						4	2										19	4.8%
5-6	E	7		7	1	6				5	2										28	7.1%
	S	8		6		4				2	2										22	5.5%
6-7	E	10	1	6		2				4	1										24	6.1%
	S	8		5	1	3				3	2										22	5.5%
7-8	E	14		8	2	4				4	2										34	8.6%
	S	17	1	6		2				5	1										32	8.0%
8-9	E	12	3	4	1	3	1			2	1										27	6.8%
	S	15	1	3	3	2	2			4											30	7.5%
9-10	E	19	2	3		4				2	3										33	8.3%
	S	19	2	5		4	1			2											33	8.3%
10-11	E	12	1	4		3	1			2											23	5.8%
	S	17	3	5		5				1											31	7.8%
11-12	E	7	1	2	1	4				1											16	4.0%
	S	8	1	2		2				1	1										15	3.8%
12-13	E	7		3	1	1				1											13	3.3%
	S	8	2	5	2	1	1														19	4.8%
13-14	E	8		2		1	1			1	2										15	3.8%
	S	8	2	2	1	2				4	1										20	5.0%
14-15	E	13	1	3	1	2	1			5	2										28	7.1%
	S	12		3		2	1			5	5										28	7.0%
15-16	E	16	2	1		2	1			2	1										25	6.3%
	S	15	1	3	2	2	2			2	2										29	7.3%
16-17	E	15	1	1		2				2	2										23	5.8%
	S	14		2	1	1				1	2										21	5.3%
17-18	E	16		1		2				1	2										22	5.6%
	S	17		1		1					1										20	5.0%
18-19	E	13		1		1				1	2										18	4.5%
	S	12		1	1					1											15	3.8%
19-20	E	10									1										11	2.8%
	S	11		1							1										13	3.3%
20-21	E	8		1		1				1											11	2.8%
	S	9																			9	2.3%
21-22	E	6		1																	7	1.8%
	S	5									1										6	1.5%
22-23	E	5		1																	6	1.5%
	S	4																			4	1.0%
23-24	E																				0	0.0%
	S																				0	0.0%
Parcial	E	213	12	56	8	39	5	-	-	40	23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	396	100.0%
	S	220	13	57	11	32	7	-	-	37	22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	399	100.0%
TOTAL AMBOS		433	25	113	19	71	12	-	-	77	45	-	-	-	-	-	-	-	-	-	**795**	
SENT.		54.47%	3.14%	14.21%	2.39%	8.93%	1.51%	0.00%	0.00%	9.69%	5.66%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	100.0%	

ESTUDIO DE TRÁFICO

RESPONSABLE: Neiser Aldair Idrogo Delgado
UBICACIÓN DE AV.: Ruta Chota - Chaupelanche
ESTACIÓN 01: Santa Rosa
CÓDIGO DE ESTACIÓN: E01

COORDENADAS UTM
Este: 761688 m E Norte: 9274436 m S

SENTIDO: S → / E ←

RESUMEN DE CONTEO VEHICULAR

ESTACIÓN: 01

UBICACIÓN: Santa Rosa

Día	Sentido	VEHÍCULOS LIGEROS						VEHÍCULOS PESADOS													TOTAL	%
				CAMIONETAS				BUS		CAMIÓN			SEMI TRAYLER				TRAYLER					
		Auto	Station Wagon	Pick Up	Panel	Rural Combi	Micro	2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>= 3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3		
DIAGRA. VEH.																						
D7	E	239	18	53	12	44	9	-	-	42	25	1	-	-	-	-	-	-	-	-	443	8.7%
	S	231	16	55	10	38	11	-	-	39	21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	421	8.3%
D1	E	178	13	48	9	36	3	-	-	33	20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	340	6.7%
	S	175	12	50	12	29	4	-	-	32	21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	335	6.6%
D2	E	171	13	47	8	35	4	1	-	28	14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	321	6.3%
	S	155	12	48	8	29	4	1	-	29	14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	300	5.9%
D3	E	194	11	46	8	35	6	-	-	34	18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	352	6.9%
	S	209	13	48	11	24	9	-	-	31	16	-	-	-	-	-	-	-	-	-	361	7.1%
D4	E	224	12	45	12	40	9	-	-	34	24	-	-	-	-	-	-	-	-	-	400	7.8%
	S	202	9	53	10	33	11	-	-	32	25	-	-	-	-	-	-	-	-	-	375	7.4%
D5	E	159	9	44	6	46	6	-	-	32	26	-	-	-	-	-	-	-	-	-	328	6.4%
	S	181	14	35	7	42	6	-	-	26	20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	331	6.5%
D6	E	213	12	56	8	39	5	-	-	40	23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	396	7.8%
	S	220	13	57	11	32	7	-	-	37	22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	399	7.8%
TOTAL	E	1,378	88	339	63	275	42	1	-	243	150	1	-	-	-	-	-	-	-	-	**2,580**	50.6%
	S	1,373	89	346	69	227	52	1	-	226	139	-	-	-	-	-	-	-	-	-	**2,522**	49.4%

Factores de corrección de vehículos ligeros por unidad de peaje - Promedio (2010-2016)

FORMATO Nº 1.1 A

Nº	Peaje	Enero Ligeros FC	Febrero Ligeros FC	Marzo Ligeros FC	Abril Ligeros FC	Mayo Ligeros FC	Junio Ligeros FC	Julio Ligeros FC	Agosto Ligeros FC	Setiembre Ligeros FC	Octubre Ligeros FC	Noviembre Ligeros FC	Diciembre Ligeros FC	Total Ligeros FC
1	AGUAS CALIENTES	0.9394	0.8663	1.1161	1.0973	1.1684	1.1945	0.9458	0.8773	0.9386	1.0294	1.0292	0.9845	1.0000
2	AGUAS CLARAS	1.0204	1.0668	1.1013	1.0449	0.9979	0.9863	0.8917	0.9168	1.0069	1.0155	1.0712	0.8127	1.0000
3	AMBO	0.7822	0.8431	0.8697	0.7549	0.7755	0.7823	0.7479	0.9820	1.0329	0.9842	0.9966	0.8835	1.0000
4	ATICO	0.8849	0.7376	1.0576	1.0168	1.1538	1.1764	0.9711	0.9893	1.0821	1.0845	1.1559	0.9021	1.0000
5	AYAVIRI	0.9913	0.9287	1.0870	1.0730	1.1003	1.0878	0.9449	0.9108	0.9242	1.0455	1.0348	0.9733	1.0000
6	CAMANA	0.5935	0.4934	1.0509	1.2563	1.3886	1.3961	1.2549	1.2278	1.3076	1.2658	1.2303	0.8494	1.0000
7	CANCAS	0.8722	0.8703	1.0694	1.1121	1.1631	1.2130	0.9722	0.9150	1.0516	1.0161	1.0259	0.8914	1.0000
8	CARACOTO	1.0576	0.9886	1.0999	1.0550	1.0578	1.0471	0.9900	0.8677	0.9953	0.9895	1.0077	0.7648	1.0000
9	CASARACRA	1.1441	1.1924	1.2529	0.9991	0.9240	1.0245	0.8401	0.8801	1.0508	0.9739	1.1465	0.8656	1.0000
10	CATAC	1.0992	1.0589	1.3534	1.0405	1.0772	1.0762	0.8316	0.8717	0.9632	0.9514	1.1169	0.9747	1.0000
11	CCASACANCHA	1.0321	1.0692	1.1050	1.0611	1.0719	1.0565	0.9517	0.9133	0.8930	0.9959	0.9734	0.7789	1.0000
12	CHACAPAMPA	1.0342	0.9781	0.9986	1.0653	1.0693	1.2488	1.0419	0.9217	0.9818	0.9211	1.0968	0.9676	1.0000
13	CHALHUAPUQUIO	1.1804	1.2304	1.2157	1.0487	1.0103	1.0467	0.7867	0.8314	1.0145	0.9547	1.0196	0.9379	1.0000
14	CHICAMA	0.9891	0.9536	1.0369	1.0347	1.0520	1.0477	0.9368	0.9915	1.0553	1.0166	1.0421	0.7493	1.0000
15	CHILCA	0.6041	0.5736	0.7824	1.0624	1.5470	1.6110	1.3032	1.4238	1.5046	1.2451	1.1887	0.6261	1.0000
16	CHULLQUI	1.0428	1.0728	1.0509	1.0163	1.0500	0.9407	0.9832	0.9316	0.9915	0.9207	1.2832	0.8829	1.0000
17	CHULUCANAS	1.0210	1.0629	1.1565	1.1355	1.0650	1.0374	0.9771	0.9150	0.9843	0.9479	0.9145	0.7502	1.0000
18	CIUDAD DE DIOS	0.9338	0.9146	1.1930	1.0736	1.0024	1.0271	0.9071	0.9185	1.0902	0.8660	1.0664	0.6549	1.0000
19	CORCONA	1.1416	1.1681	1.2623	1.0206	0.9748	1.0336	0.7786	0.8795	1.0065	0.9892	1.1933	0.8888	1.0000
20	CRUCE BAYOVAR	0.9033	0.8846	1.0933	1.0974	1.1592	1.1950	0.8640	0.9864	1.1644	0.9986	1.0861	0.6673	1.0000
21	CUCULI	0.9988	1.0350	1.1242	1.1174	1.1070	0.9545	0.9574	0.9186	0.9449	0.9671	0.9672	1.0218	1.0000
22	DESVIO OLMOS	0.9736	1.0105	1.1312	1.1600	1.1451	1.0896	0.9427	0.8716	0.9919	0.9562	1.0093	0.7176	1.0000
23	DESVIO TALARA	0.8889	0.8761	1.0496	1.0840	1.1438	1.1754	0.9465	0.9935	1.1153	1.0280	1.0362	0.8201	1.0000
24	EL FISCAL	0.8940	0.8401	1.0559	1.0613	1.0717	1.1269	1.0109	0.9938	1.0838	1.0772	1.0791	0.8290	1.0000
25	EL PARAISO	0.9205	0.9105	1.0517	0.9857	1.1149	1.1469	0.9012	0.9733	1.1060	1.0310	1.0929	0.7531	1.0000
26	FORTALEZA	0.9181	0.8373	1.0150	1.0162	1.1492	1.1835	0.8765	1.0108	1.1687	1.0754	1.1540	0.6525	1.0000
27	HUACRAPUQUIO	0.8954	0.9256	0.8519	0.7865	1.1504	0.9951	0.8705	0.9487	0.9945	0.9710	1.1529	0.8270	1.0000
28	HUARMEY	0.9035	0.9244	1.1291	1.1310	1.2668	1.1960	0.8634	0.9658	1.1330	1.0542	1.1438	0.6719	1.0000
29	ICA	0.8952	0.8816	1.0171	1.0174	1.1066	1.1329	0.9323	0.9830	1.0531	0.9755	1.1795	0.8886	1.0000
30	ILAVE	1.0094	0.9590	0.9766	1.0121	1.1366	1.1846	0.9693	0.7789	1.0459	1.0628	1.1372	0.9867	1.0000
31	ILO	0.8298	0.8229	1.0127	1.0787	1.0722	1.1206	1.1008	1.0550	0.9804	1.0440	1.0342	0.8332	1.0000
32	JAHUAY - CHINCHA	0.8933	0.8732	1.0316	0.9075	1.1200	1.1826	0.9369	0.9922	1.1421	1.0329	1.0528	0.4477	1.0000
33	LOMA LARGA BAJA	1.0542	1.2728	1.3705	1.2397	1.1376	1.0325	0.8263	0.9065	0.9251	0.8919	0.8810	0.7535	1.0000
34	LUNAHUANA	1.0078	1.0300	1.0448	0.9515	1.0102	1.1445	0.8265	0.9416	1.1121	0.9751	1.0782	1.0732	1.0000
35	MACUSANI	1.0451	1.0018	1.0480	1.0861	1.1085	1.1300	0.9928	0.9432	1.0228	0.9617	1.0240	0.7588	1.0000
36	MARCONA	0.9662	0.8961	0.9852	1.0088	1.0983	1.0530	1.0341	1.0196	1.0333	1.0271	1.0027	0.7889	1.0000
37	MATARANI	0.4710	0.3895	0.9813	1.5079	1.7155	1.6697	1.6168	1.5740	1.5939	1.4242	1.3091	0.7821	1.0000
38	MENOCUCHO	0.9317	1.0027	1.0511	1.0791	1.0349	1.0573	0.9502	0.9064	1.0854	0.8523	0.7838	0.5208	1.0000
39	MOCCE	1.0278	0.9771	1.0470	1.0650	1.0408	0.9962	0.9898	0.9054	1.0213	1.0118	1.0013	0.6605	1.0000
40	MONTALVO	0.9048	0.8791	1.0475	1.0354	1.0354	1.1059	1.0488	1.0071	1.0540	1.0687	1.0353	0.8310	1.0000
41	MORROPE	0.9513	0.9141	1.0811	1.1244	1.1424	1.1751	0.8926	0.9687	1.0920	0.9715	1.0545	0.6746	1.0000
42	MOYOBAMBA	1.0850	1.0698	1.0813	1.0651	1.0168	0.9738	0.9435	0.9373	0.9761	0.9702	0.9891	0.8038	1.0000
43	NAZCA	0.9661	0.9054	1.0447	1.0579	1.0734	1.0837	0.9221	0.9299	1.0191	1.0129	1.0678	1.0237	1.0000
44	PACANGUILLA	0.9367	0.9280	1.0694	1.0717	1.1095	1.1596	0.9319	0.9569	1.1054	1.0141	1.0390	0.6863	1.0000
45	PACRA	1.0292	1.0010	1.0522	0.9639	1.1074	1.0791	0.8941	0.9429	1.0130	0.9989	1.0593	0.9694	1.0000
46	PAITA	0.8338	0.8399	0.9955	1.0884	1.1366	1.1292	1.0983	1.0805	1.0034	1.0469	1.0315	0.7241	1.0000
47	PAMPA CUELLAR	1.0470	0.8406	1.0891	1.0786	1.1541	1.1507	0.9423	0.7893	1.0577	1.0224	1.0477	0.8316	1.0000
48	PAMPA GALERA	0.9682	1.0250	1.1275	1.1108	1.0497	1.0842	0.8216	0.7799	1.0466	1.0741	1.1328	0.8288	1.0000
49	PAMPAMARCA	0.9676	0.9879	1.0838	1.0298	1.1090	1.0882	0.8872	0.9048	0.8396	0.9118	0.9069	0.8363	1.0000
50	PATAHUASI	1.0587	0.9424	1.1593	1.0874	1.1075	1.1136	0.9016	0.7985	1.0365	0.9748	1.0193	0.8250	1.0000
51	PEDRO RUIZ	0.9743	1.0357	1.1043	1.1210	1.1162	1.0422	0.9404	0.9088	0.9643	0.9746	1.0028	0.7673	1.0000
52	PICHIRHUA	1.0429	1.1004	1.1389	1.0572	1.0324	1.0052	0.9096	0.8779	0.9784	0.9987	1.0072	0.7769	1.0000
53	PIURA SULLANA	1.1032	1.0808	1.1780	1.0977	1.0536	1.0475	0.9646	0.9472	0.9953	0.9479	0.9443	0.7354	1.0000
54	PLANCHON	1.0522	1.0822	1.0719	1.0640	1.0586	1.0147	0.9340	0.9113	0.9516	0.9578	1.0475	0.7584	1.0000
55	POMAHUACA	0.9923	0.9975	1.1424	1.1909	1.1430	1.0907	0.9262	0.8476	0.9921	0.9880	1.0076	0.7033	1.0000
56	PONGO	1.0334	1.0848	1.0606	1.0886	1.0567	1.0028	0.9826	0.9141	0.9728	0.9669	0.9699	0.8065	1.0000
57	POZO REDONDO	0.9235	0.8502	1.0219	1.0682	1.1022	1.0689	1.0385	1.0403	1.1089	1.0396	1.0052	0.8472	1.0000
58	PUNTA PERDIDA	0.9849	0.8010	1.1299	1.2158	1.4581	1.4051	0.8099	0.5874	1.1694	1.0552	1.2693	1.0738	1.0000
59	QUIULLA	1.1371	1.1635	1.2501	1.0385	1.0168	1.0572	0.8120	0.8670	0.9850	0.9894	1.1196	0.8197	1.0000
60	RUMICHACA	1.0728	0.9436	1.0297	0.8578	1.2202	1.1942	0.8757	0.8975	1.0348	1.0713	1.1703	0.9911	1.0000
61	SAN ANTON								1.1261	1.0559	0.9635	1.0337	0.8809	1.0000
62	SAN GABAN	1.0500	0.9816	1.0785	1.0904	1.1222	1.0984	0.9730	0.9088	0.9405	0.9236	0.9675	0.8185	1.0000
63	SAN LORENZO	0.9766	1.0535	1.1195	1.1258	1.1044	1.0287	0.8775	0.9294	0.9572	0.9531	1.0553	0.7550	1.0000
64	SANTA LUCIA	1.0119	0.8481	1.1341	1.1083	1.1142	1.1636	0.9390	0.7603	1.0670	1.0127	1.0654	0.8428	1.0000
65	SAYLLA	1.0247	0.9848	1.1232	1.0935	1.0634	1.0650	0.9819	0.9125	0.9189	0.9852	0.9876	0.9300	1.0000
66	SERPENTIN DE PASAM	1.0952	1.0572	1.0806	1.0634	1.0649	1.0634	0.9685	0.8150	1.0387	1.0592	1.0482	0.9383	1.0000
67	SICUYANI	1.0307	0.8251	1.0268	1.0855	1.1303	1.1529	0.9101	0.7631	1.0878	1.0585	1.1855	1.0308	1.0000
68	SOCOS	1.2201	0.9974	0.9997	0.8936	1.0904	1.0721	0.9417	0.9564	1.0115	1.0043	1.0295	0.9394	1.0000
69	TAMBOGRANDE	0.9319	0.9595	1.0447	1.1058	1.0969	1.0611	1.0462	1.0492	1.0252	0.8999	0.9612	0.8933	1.0000
70	TOMASIRI	0.9857	0.9170	1.0642	1.0853	1.1028	1.0928	1.0370	0.9984	0.9003	1.0377	1.0434	0.7758	1.0000
71	TUNAN	1.0782	1.0585	1.1034	1.0103	1.0405	1.0399	0.8655	0.8521	0.9794	0.9803	1.1159	0.9908	1.0000
72	UNION PROGRESO	1.0447	1.0363	1.0948	1.0397	1.0254	1.0172	0.9599	0.9337	0.9674	1.0156	1.0481	0.7614	1.0000
73	UTCUBAMBA	1.2615	1.0304	1.0861	1.0957	1.0591	1.0235	0.9403	0.8986	0.9387	0.9666	0.9829	0.7404	1.0000
74	VARIANTE DE PASAM	0.9446	0.9314	1.0413	0.9953	1.0835	1.1120	0.9454	0.9962	1.0777	0.9899	1.0378	0.7725	1.0000
75	VARIANTE DE UCHUM	0.7271	0.6706	1.0249	1.1471	1.1965	1.1952	1.1283	1.0842	1.1307	1.1457	1.1340	0.8249	1.0000
76	VESIQUE	0.8541	0.8934	1.0456	1.0853	1.1403	1.1558	1.0155	1.0827	1.1187	1.0027	1.0222	0.6992	1.0000
77	VIRU	1.0216	0.9810	1.0936	1.0639	1.1199	1.1221	0.9508	1.0231	1.0946	0.9628	0.9888	0.6731	1.0000
78	YAUCA	0.8963	0.8050	1.0503	1.0220	1.1199	1.1231	0.9580	0.9940	1.0611	1.0581	1.1286	0.9101	1.0000

Información al 2017.

Nota: Los valores presentados, son susceptibles a ser actualizados periódicamente por la OPMI-MTC, sin incurrir en actualización de la Ficha Técnica Estándar.

Factores de corrección de vehículos pesados por unidad de peaje - Promedio (2010-2016)

FORMATO Nº 1.1 B

Código	Peaje	Enero Pesados FC	Febrero Pesados FC	Marzo Pesados FC	Abril Pesados FC	Mayo Pesados FC	Junio Pesados FC	Julio Pesados FC	Agosto Pesados FC	Setiembre Pesados FC	Octubre Pesados FC	Noviembre Pesados FC	Diciembre Pesados FC	Total Pesados FC
1	AGUAS CALIENTES	1.0234	0.9771	1.0540	1.0631	1.0703	1.1254	0.9831	0.9574	0.9655	0.9434	0.9429	0.9922	1.0000
2	AGUAS CLARAS	1.0497	1.0164	0.9941	1.0038	0.9878	0.9823	0.9940	0.9597	0.9819	1.0086	1.0042	0.8920	1.0000
3	AMBO	0.7967	0.7869	0.8193	0.7762	0.7945	0.7905	0.7890	1.0495	1.0086	0.9572	0.9482	0.9447	1.0000
4	ATICO	1.0402	0.9961	1.0326	1.0478	1.0392	1.0365	1.0288	0.9862	0.9828	0.9573	0.9313	0.9458	1.0000
5	AYAVIRI	1.0377	1.0057	1.0835	1.0533	1.0511	1.0319	0.9884	0.9505	0.9335	0.9456	0.9485	0.9933	1.0000
6	CAMANA	0.9370	0.8802	1.0410	1.0753	1.0804	1.0953	1.0782	1.0099	1.0099	0.9947	0.9786	0.8325	1.0000
7	CANCAS	1.0490	0.9888	1.0151	1.0452	1.0584	1.0381	1.0041	0.9824	1.0019	0.9551	0.9433	0.9563	1.0000
8	CARACOTO	1.0489	1.0165	1.0879	1.0415	1.0743	1.0541	0.9982	0.9041	0.9575	0.9453	0.9765	0.8133	1.0000
9	CASARACRA	1.1123	1.0819	1.1121	0.9769	0.9865	0.9782	0.9872	0.9697	0.9731	0.9521	1.0674	0.9416	1.0000
10	CATAC	1.0538	1.0807	1.1606	1.0756	1.0119	0.9642	0.9591	0.9372	0.9719	0.9644	0.9958	0.9684	1.0000
11	CCASACANCHA	1.0985	1.0820	1.0974	1.0774	1.0216	0.9848	0.9688	0.9568	0.9552	0.9509	0.9198	0.7875	1.0000
12	CHACAPAMPA	1.1253	0.9872	0.9856	1.0061	1.0477	1.0441	1.0496	0.9939	0.9340	0.9269	0.9523	1.0257	1.0000
13	CHALHUAPUQUIO	1.0741	1.0868	1.0814	1.0640	1.0533	0.9822	0.9411	0.9321	0.9569	0.9455	0.9498	0.9948	1.0000
14	CHICAMA	0.9742	0.9585	1.0327	1.0799	1.0586	1.0428	1.0427	0.9889	0.9895	0.9814	0.9459	0.7964	1.0000
15	CHILCA	0.9471	0.9731	1.0202	1.0429	1.0652	1.0551	1.0341	0.9979	0.9991	0.9830	0.9674	0.8073	1.0000
16	CHULLQUI	0.9571	0.9658	1.0534	1.0776	1.0809	1.0402	1.0171	0.9865	0.9731	0.9169	1.2400	0.9257	1.0000
17	CHULUCANAS	1.0042	0.9705	1.1344	1.1580	1.0939	1.0464	1.0225	0.9536	0.9603	0.9195	0.8980	0.7996	1.0000
18	CIUDAD DE DIOS	0.9412	0.9568	1.1245	1.0109	0.9763	1.0522	1.0638	1.0509	1.0687	0.8375	0.8101	0.6639	1.0000
19	CORCONA	1.1221	1.0894	1.1031	0.9536	0.9648	0.9756	0.9759	0.9653	0.9769	0.9739	1.0900	0.9561	1.0000
20	CRUCE BAYOVAR	0.9925	0.9617	1.0163	1.0654	1.0473	1.0635	1.0368	0.9979	1.0155	0.9779	0.9314	0.7892	1.0000
21	CUCULI	0.9544	1.0489	1.1882	1.1610	1.0781	0.9789	0.9835	0.9222	0.9034	0.9413	0.9400	1.0895	1.0000
22	DESVIO OLMOS	1.0670	1.0554	1.0607	1.0567	1.0520	1.0192	0.9857	0.9187	0.9394	0.9597	0.9510	0.8440	1.0000
23	DESVIO TALARA	1.0234	0.9763	1.0148	1.0405	1.0343	1.0196	1.0096	0.9862	1.0060	0.9840	0.9643	0.9566	1.0000
24	EL FISCAL	0.9793	0.9154	1.0173	1.0391	1.0246	1.1024	1.0633	1.0320	1.0256	0.9910	0.9728	0.8304	1.0000
25	EL PARAISO	1.0139	0.9909	1.0354	1.0501	1.0370	1.0203	1.0117	0.9785	0.9958	0.9754	0.9592	0.8049	1.0000
26	FORTALEZA	1.0095	0.9646	1.0035	1.0378	1.0432	1.0527	1.0371	0.9852	0.9989	0.9807	0.9610	0.7830	1.0000
27	HUACRAPUQUIO	0.8680	0.9011	0.8423	0.7848	1.1603	1.0254	0.9226	0.9778	0.9218	0.9085	1.1194	0.9334	1.0000
28	HUARMEY	1.0626	1.0429	1.1171	1.1586	1.1478	1.0300	0.9937	0.9497	0.9638	0.9479	0.9288	0.7750	1.0000
29	ICA	0.9862	0.9844	1.0316	1.0471	1.0536	1.0587	1.0384	0.9804	0.9489	0.9352	1.0246	0.8853	1.0000
30	ILAVE	1.0287	0.9435	0.9580	1.0108	1.0332	1.0505	1.0763	0.8865	1.0774	1.0686	1.1077	1.0765	1.0000
31	ILO	1.0669	1.0457	1.0755	0.9887	1.0028	1.0483	1.0198	1.0030	0.9598	0.9650	0.9476	0.8449	1.0000
32	JAHUAY - CHINCHA	1.0249	0.9973	1.0339	1.0479	1.0542	1.0382	1.0310	0.9626	0.9677	0.9563	0.9390	0.4681	1.0000
33	LOMA LARGA BAJA	0.9984	1.0881	1.2082	1.2064	1.1264	1.0819	0.9625	0.9904	0.9475	0.9315	0.9058	0.7844	1.0000
34	LUNAHUANA	1.1157	1.0802	1.0493	1.0496	0.9891	1.0416	0.9823	0.9305	0.9768	0.9344	0.9505	1.0360	1.0000
35	MACUSANI	1.0472	1.0557	1.0808	1.0272	1.1020	1.0260	1.2521	0.9430	0.9199	0.9216	0.9320	0.8424	1.0000
36	MARCONA	1.0211	0.9817	0.9389	1.0037	1.1061	1.0323	1.0444	1.0595	1.0602	0.9693	0.9652	0.8165	1.0000
37	MATARANI	0.9769	0.8851	1.0520	1.0660	1.0756	1.0200	1.0076	1.0345	0.9879	0.9887	0.9761	0.8394	1.0000
38	MENOCUCHO	1.0902	1.0710	1.1233	1.0356	0.9978	0.9628	0.9467	0.9518	1.0001	0.8032	0.7510	0.6242	1.0000
39	MOCCE	0.9589	0.9880	1.0560	1.1377	1.0767	0.9655	1.0381	0.9850	0.9950	0.9641	0.9495	0.6739	1.0000
40	MONTALVO	0.9749	0.9489	1.0168	1.0360	1.0138	1.0964	1.0793	1.0412	1.0186	0.9900	0.9696	0.8286	1.0000
41	MORROPE	0.9853	0.9582	1.0108	1.0690	1.0412	1.0481	1.0383	1.0113	1.0140	0.9789	0.9444	0.7873	1.0000
42	MOYOBAMBA	1.0394	1.0126	1.0017	1.0501	1.0243	0.9980	0.9971	0.9593	0.9650	0.9824	0.9764	0.8706	1.0000
43	NAZCA	1.0512	1.0102	1.0291	1.0329	1.0337	1.0279	0.9978	0.9794	0.9595	0.9575	0.9266	1.0810	1.0000
44	PACANGUILLA	0.9774	0.9487	1.0090	1.0641	1.0495	1.0596	1.0523	0.9901	0.9939	0.9811	0.9523	0.8040	1.0000
45	PACRA	1.0868	1.0277	1.0319	1.0367	1.0279	0.9996	0.9696	0.9510	0.9694	0.9504	0.9933	1.0005	1.0000
46	PAITA	1.0781	1.0144	1.0791	1.1787	1.1043	1.0823	1.1406	1.0573	0.9480	0.9039	0.8388	0.7955	1.0000
47	PAMPA CUELLAR	1.1278	1.1060	1.0743	1.0196	1.1381	1.0914	0.9853	0.9499	0.9494	0.8790	0.8946	0.8184	1.0000
48	PAMPA GALERA	1.0903	1.0946	1.0837	1.0554	1.0345	1.0078	0.9802	0.9332	0.9554	0.9417	0.9377	0.8104	1.0000
49	PAMPAMARCA	1.0692	1.0541	1.0691	1.0606	1.0664	1.0201	0.9938	0.9473	0.7723	0.7828	0.7751	0.8073	1.0000
50	PATAHUASI	1.0842	1.0620	1.0935	1.0743	1.0716	1.0642	1.0134	0.9309	0.9448	0.8982	0.9068	0.7907	1.0000
51	PEDRO RUIZ	1.0395	1.0270	1.0141	1.0435	1.0091	0.9897	1.0051	0.9512	0.9635	0.9802	0.9788	0.8808	1.0000
52	PICHIRHUA	1.0749	1.0717	1.0921	1.0739	1.0482	1.0267	0.9978	0.9372	0.9326	0.9460	0.9215	0.7813	1.0000
53	PIURA SULLANA	1.0777	1.0635	1.1221	1.0607	1.0386	1.0120	1.0199	0.9693	0.9893	0.9711	0.9363	0.7840	1.0000
54	PLANCHON	1.3438	1.2774	1.1203	1.2187	1.0792	1.0400	0.9561	0.8949	0.8533	0.8878	0.9470	0.7937	1.0000
55	POMAHUACA	1.0921	1.0391	1.0626	1.0829	1.0577	1.0278	0.9851	0.9081	0.9596	0.9608	0.9436	0.8043	1.0000
56	PONGO	1.1352	1.0876	1.0772	1.0246	0.9968	0.9762	0.9396	0.9093	0.9267	0.9780	0.9737	0.9432	1.0000
57	POZO REDONDO	1.0265	0.9947	1.0212	1.0323	1.0463	1.0444	0.9966	0.9978	1.0416	1.0080	0.9479	0.8953	1.0000
58	PUNTA PERDIDA	1.1241	1.1208	1.0721	1.0308	1.3098	1.1524	0.9881	0.9410	0.9228	0.8658	0.9105	0.9502	1.0000
59	QUIULLA	1.1612	1.0951	1.0804	0.9231	0.9335	0.9738	0.9523	0.9509	0.9766	0.9979	1.1258	0.9767	1.0000
60	RUMICHACA	1.0818	1.0268	1.0299	1.0168	1.0400	0.9999	0.9651	0.9211	0.9717	0.9617	1.0142	1.0086	1.0000
61	SAN ANTON								1.0513	1.0045	0.9507	1.0325	0.9682	1.0000
62	SAN GABAN	1.0987	1.0538	1.1783	1.1125	1.1375	1.0887	1.2293	0.8892	0.8511	0.8426	0.9370	0.8556	1.0000
63	SAN LORENZO	1.4046	1.3695	1.3441	1.2260	1.1596	1.0369	0.9617	0.9140	0.8716	0.8117	0.8314	0.7406	1.0000
64	SANTA LUCIA	1.0470	1.0248	1.0863	1.0801	1.0723	1.0987	1.0265	0.9249	0.9396	0.9085	0.9206	0.7987	1.0000
65	SAYLLA	1.0655	1.0234	1.0782	1.0621	1.0384	1.0339	0.9836	0.9496	0.9489	0.9527	0.9402	0.9677	1.0000
66	SERPENTIN DE PASAI	1.0230	1.0047	1.0391	1.0460	1.0344	1.0180	1.0079	0.9814	0.9903	0.9671	0.9547	0.8073	1.0000
67	SICUYANI	1.1224	1.0194	1.0416	1.0932	1.1379	1.1370	1.0892	1.0167	1.0202	0.9074	0.9111	0.9537	1.0000
68	SOCOS	1.0895	1.0107	1.0057	1.0133	1.0501	0.9948	0.9791	0.9551	0.9911	0.9563	1.0190	0.9775	1.0000
69	TAMBOGRANDE	0.5981	0.7330	1.1320	1.4600	1.4249	1.2833	1.3179	1.3397	1.1955	1.0221	0.9193	0.7364	1.0000
70	TOMASIRI	0.9707	0.9200	1.0234	1.0693	1.0587	1.0722	1.0633	1.0043	0.9636	0.9993	0.9996	0.8396	1.0000
71	TUNAN	1.0667	1.0665	1.0946	1.0642	0.9824	0.9383	0.9359	0.9286	0.9760	0.9695	1.0221	1.0081	1.0000
72	UNION PROGRESO	1.1490	1.1263	1.0698	1.0555	1.0314	1.0245	0.9767	0.9104	0.9079	0.9712	0.9732	0.7871	1.0000
73	UTCUBAMBA	1.1972	1.0385	1.0281	1.0362	1.0103	0.9780	0.9674	0.9217	0.9488	0.9731	0.9745	0.8352	1.0000
74	VARIANTE DE PASAM	0.9887	0.9310	0.9776	1.0407	1.0175	0.9947	1.0313	1.0007	1.0627	1.0236	0.9889	0.8481	1.0000
75	VARIANTE DE UCHUN	1.0098	0.9718	1.0488	1.0730	1.0687	1.0488	1.0203	0.9727	0.9680	0.9544	0.9535	0.8176	1.0000
76	VESIQUE	1.0350	0.9958	1.0528	1.0910	1.0936	1.0812	1.0585	1.0182	1.0308	0.9303	0.9137	0.7587	1.0000
77	VIRU	1.0480	1.0102	1.0629	1.0926	1.0942	1.0887	1.0686	1.0210	1.0220	0.9200	0.8925	0.7637	1.0000
78	YAUCA	1.0357	0.9909	1.0322	1.0391	1.0356	1.0435	1.0345	0.9875	0.9833	0.9602	0.9350	0.9457	1.0000

Información al 2017.

Nota: Los valores presentados, son susceptibles a ser actualizados periódicamente por la OPMI-MTC, sin incurrir en actualización de la Ficha Técnica Estándar.

FORMATO Nº 1.2

Tasa de Crecimiento de Vehículos Ligeros	
	TC
Amazonas	0.62%
Ancash	0.59%
Apurímac	0.59%
Arequipa.	1.07%
Ayacucho	1.18%
Cajamarca.	0.57%
Callao	1.56%
Cusco.	0.75%
Huancavelica.	0.83%
Huánuco.	0.91%
Ica.	1.15%
Junín.	0.77%
La Libertad	1.26%
Lambayeque.	0.97%
Lima Provincia	1.45%
Lima.	1.45%
Loreto.	1.30%
Madre de Dios	2.58%
Moquegua	1.08%
Pasco.	0.84%
Piura.	0.87%
Puno.	0.92%
San Martín.	1.49%
Tacna.	1.50%
Tumbes.	1.58%
Ucayali	1.51%

Tasa de Crecimiento de Vehículos Pesados	
	PBI
Amazonas	3.42%
Ancash	1.05%
Apurímac	6.65%
Arequipa.	3.37%
Ayacucho	3.60%
Cajamarca.	1.29%
Cusco.	4.43%
Huancavelica.	2.33%
Huánuco.	3.85%
Ica.	3.54%
Junín.	3.90%
La Libertad	2.83%
Lambayeque.	3.45%
Callao	3.41%
Lima Provincia	3.07%
Lima.	3.69%
Loreto.	1.29%
Madre de Dios	1.98%
Moquegua	0.27%
Pasco.	0.36%
Piura.	3.23%
Puno.	3.21%
San Martín.	3.84%
Tacna.	2.88%
Tumbes.	2.60%
Ucayali	2.77%

Información al 2017.

Nota: Los valores presentados, son susceptibles a ser actualizados periódicamente por la OPMI-MTC, sin incurrir en actualización de la Ficha Técnica Estándar.

ESTUDIO DE TRÁFICO

RESPONSABLE: Neiser Aldair Idrogo Delgado
UBICACIÓN DE AV.: Ruta Chota - Chaupelanche
ESTACIÓN 01: Santa Rosa
CÓDIGO DE ESTACIÓN: E01
COORDENADAS UTM
Este: 761688 m E
Norte: 9274436 m S

1. GENERALIDADES

Departamento:	**Cajamarca**
Provincia:	**Chota**
Distrito:	**Chota**
Horizonte del proyecto (en años):	**20 años**

Croquis de la estación

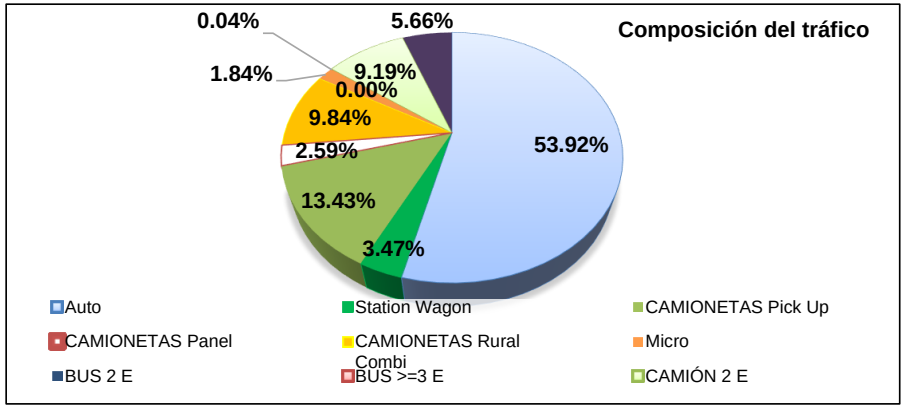


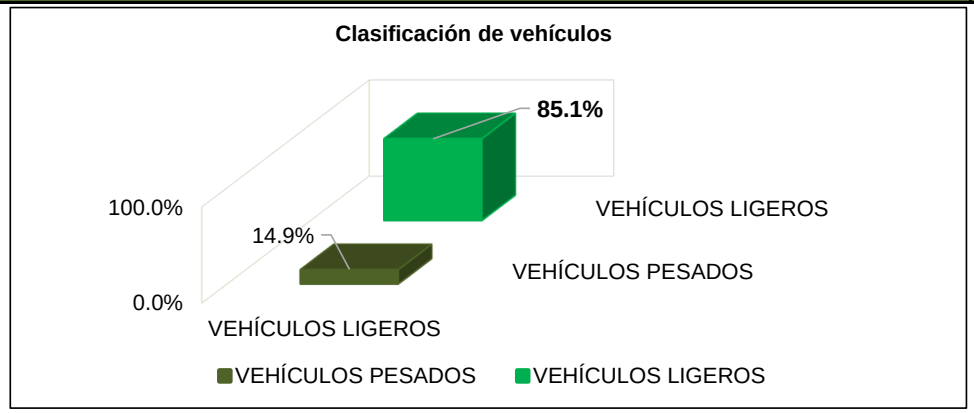
1.1 Determinación del tráfico actual

i) Resumir los conteos de tránsito a nivel del día y tipo de vehículo

RESUMEN DE CONTEO VEHICULAR

Día	Fecha	VEHÍCULOS LIGEROS						VEHÍCULOS PESADOS													TOTAL
		Auto	Station Wagon	CAMIONETAS			Micro	BUS		CAMIÓN			SEMI TRAYLER				TRAYLER				
				Pick Up	Panel	Rural Combi		2 E	>=3 E	2 E	3 E	4 E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>= 3S3	2T2	2T3	3T2	>=3T3	
D7	8/08/2021	470	34	108	22	82	20	-	-	81	46	1	-	-	-	-	-	-	-	-	864
D1	9/08/2021	353	25	98	21	65	7	-	-	65	41	-	-	-	-	-	-	-	-	-	675
D2	10/08/2021	326	25	95	16	64	8	2	-	57	28	-	-	-	-	-	-	-	-	-	621
D3	11/08/2021	403	24	94	19	59	15	-	-	65	34	-	-	-	-	-	-	-	-	-	713
D4	12/08/2021	426	21	98	22	73	20	-	-	66	49	-	-	-	-	-	-	-	-	-	775
D5	13/08/2021	340	23	79	13	88	12	-	-	58	46	-	-	-	-	-	-	-	-	-	659
D6	14/08/2021	433	25	113	19	71	12	-	-	77	45	-	-	-	-	-	-	-	-	-	795
TOTAL		2,751	177	685	132	502	94	2	-	469	289	1	-	-	-	-	-	-	-	-	5,102
PORCENTAJE		85.1%						14.9%													





ESTUDIO DE TRÁFICO

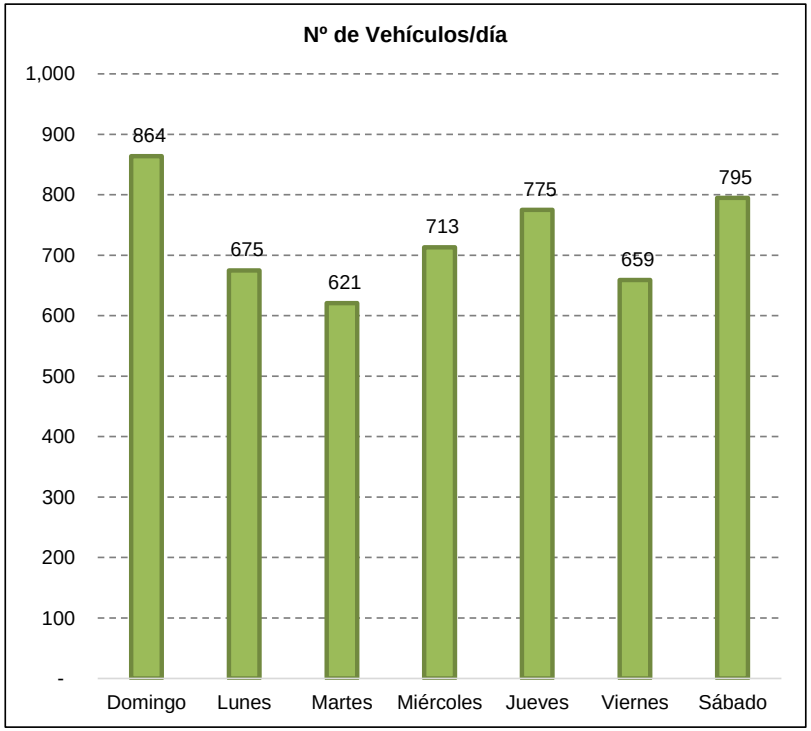
RESPONSABLE: Neiser Aldair Idrogo Delgado
UBICACIÓN DE AV.: Ruta Chota - Chaupelanche

ESTACIÓN 01: Santa Rosa
CÓDIGO DE ESTACIÓN: E01

COORDENADAS UTM
Este: 761688 m E
Norte: 9274436 m S

Tipo de vehículos			Domingo	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	TOTAL
VEHÍCULOS LIGEROS	Auto		470	353	326	403	426	340	433	470
	Station Wagon		34	25	25	24	21	23	25	177
	CAMIONETAS	Pick Up	108	98	95	94	98	79	113	685
		Panel	22	21	16	19	22	13	19	132
		Rural Combi	82	65	64	59	73	88	71	502
	Micro		20	7	8	15	20	12	12	94
VEHÍCULOS PESADOS	BUS	2 E	-	-	2	-	-	-	-	2
		>=3 E	-	-	-	-	-	-	-	-
	CAMIÓN	2 E	81	65	57	65	66	58	77	469
		3 E	46	41	28	34	49	46	45	289
		4 E	1	-	-	-	-	-	-	1
	SEMI TRAYLER	2S1/2S2	-	-	-	-	-	-	-	-
		2S3	-	-	-	-	-	-	-	-
		3S1/3S2	-	-	-	-	-	-	-	-
		>= 3S3	-	-	-	-	-	-	-	-
	TRAYLER	2T2	-	-	-	-	-	-	-	-
		2T3	-	-	-	-	-	-	-	-
		3T2	-	-	-	-	-	-	-	-
		>=3T3	-	-	-	-	-	-	-	-
TOTAL			864	675	621	713	775	659	795	2,821

Variación diaria del tráfico vehicular actual (Agosto 2020)



ii) Determinar los factores de corrección estacional de una estación de peaje cercano al camino

F.C.E. Vehículos ligeros:	0.919	Ver 1.1 FC
F.C.E. Vehículos pesados:	0.922	Ver 1.1 FC

ESTUDIO DE TRÁFICO

RESPONSABLE: Neiser Aldair Idrogo Delgado
UBICACIÓN DE AV.: Ruta Chota - Chaupelanche
ESTACIÓN 01: Santa Rosa
CÓDIGO DE ESTACIÓN: E01
COORDENADAS UTM
Este: 761688 m E
Norte: 9274436 m S

IMDA

iii) Aplicar la siguiente fórmula, para un conteo de 7 días

$$IMD_S = \frac{(\sum Vi)}{7} \qquad IMD_A = IMD_S * FC$$

Donde:
IMD_S = Índice Medio Diario Semanal de la Muestra Vehícular Tomada
IMDA = Índice Medio Anual
Vi = Volumen Vehícular diario de cada uno de los días de conteo
FC = Factores de Corrección Estacional

Tipo de vehículos			Tráfico Vehicular en dos Sentidos por Día							TOTAL	IMD_S	FC	IMD_a	Distribución (%)
			Domingo	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	SEMANA				
VEHÍCULOS LIGEROS	Auto		470	353	326	403	426	340	433	2,751	393	0.919	**362**	**53.6**
	Station Wagon		34	25	25	24	21	23	25	177	25	0.919	**24**	**3.6**
	CAMIONETAS	Pick Up	108	98	95	94	98	79	113	685	98	0.919	**90**	**13.3**
		Panel	22	21	16	19	22	13	19	132	19	0.919	**18**	**2.7**
		Rural Combi	82	65	64	59	73	88	71	502	72	0.919	**66**	**9.8**
	Micro		20	7	8	15	20	12	12	94	13	0.919	**13**	**1.9**
VEHÍCULOS PESADOS	BUS	2 E	-	-	2	-	-	-	-	2	0	0.922	**1**	**0.1**
		>=3 E	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.922	**0**	**0.0**
	CAMIÓN	2 E	81	65	57	65	66	58	77	469	67	0.922	**62**	**9.2**
		3 E	46	41	28	34	49	46	45	289	41	0.922	**39**	**5.8**
		4 E	1	-	-	-	-	-	-	1	0	0.922	**1**	**0.1**
	SEMI TRAYLER	2S1/2S2	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.922	**0**	**0.0**
		2S3	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.922	**0**	**0.0**
		3S1/3S2	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.922	**0**	**0.0**
		>= 3S3	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.922	**0**	**0.0**
	TRAYLER	2T2	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.922	**0**	**0.0**
		2T3	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.922	**0**	**0.0**
		3T2	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.922	**0**	**0.0**
		>=3T3	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0.922	**0**	**0.0**
TOTAL			**864**	**675**	**621**	**713**	**775**	**659**	**795**	**5,102**	**729**		**676**	**100.0**

ESTUDIO DE TRÁFICO

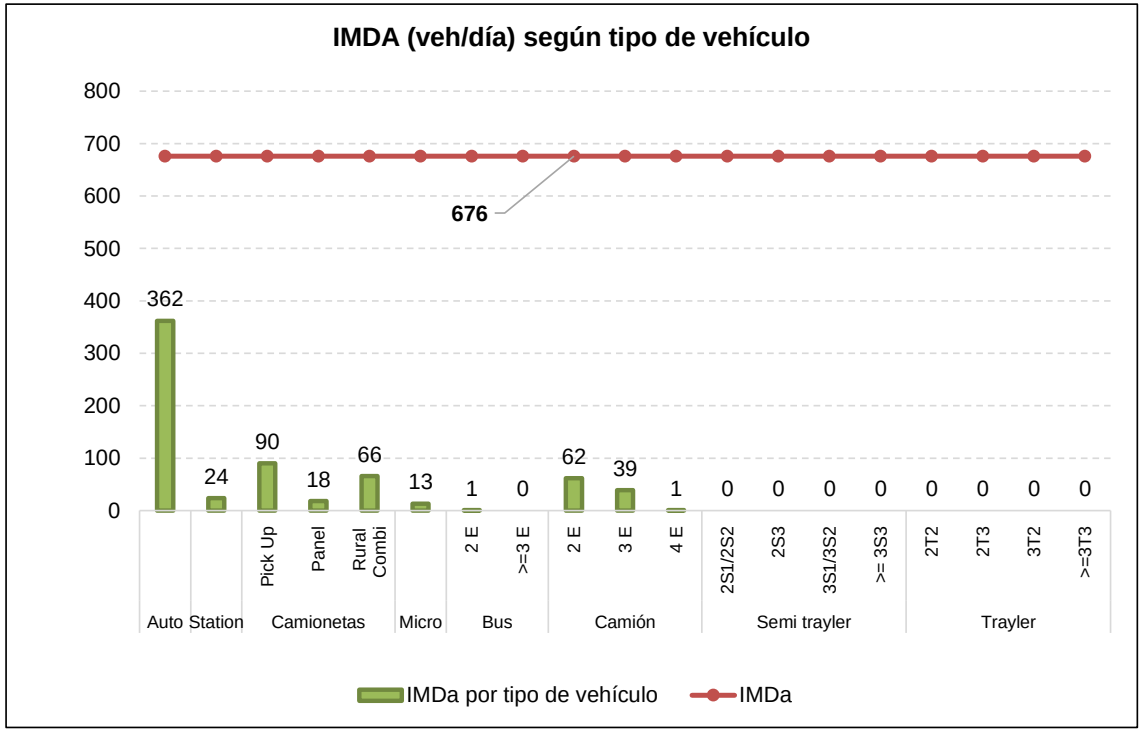
RESPONSABLE: Neiser Aldair Idrogo Delgado
UBICACIÓN DE AV.: Ruta Chota - Chaupelanche
ESTACIÓN 01: Santa Rosa
CÓDIGO DE ESTACIÓN: E01
COORDENADAS UTM
Este: 761688 m E
Norte: 9274436 m S

2. ANALISIS DE LA DEMANDA

2.1 Demanda Actual

Tráfico Actual por Tipo de Vehículo

Tipo de vehículos			IMD	Distribución (%)
VEHÍCULOS LIGEROS	Auto		362	53.6
	Station		24	3.6
	Camionetas	Pick Up	90	13.3
		Panel	18	2.7
		Rural Combi	66	9.8
	Micro		13	1.9
VEHÍCULOS PESADOS	Bus	2 E	1	0.1
		>=3 E	0	0.0
	Camión	2 E	62	9.2
		3 E	39	5.8
		4 E	1	0.1
	Semi trayler	2S1/2S2	0	0.0
		2S3	0	0.0
		3S1/3S2	0	0.0
		>= 3S3	0	0.0
	Trayler	2T2	0	0.0
		2T3	0	0.0
		3T2	0	0.0
		>=3T3	0	0.0
TOTAL			676	100.0



Del Cuadro anterior obtenemos que el IMDa total actual es de :

676 veh/día

ESTUDIO DE TRÁFICO

RESPONSABLE: Neiser Aldair Idrogo Delgado
UBICACIÓN DE AV.: Ruta Chota - Chaupelanche
ESTACIÓN 01: Santa Rosa
CÓDIGO DE ESTACIÓN: E01

COORDENADAS UTM
Este: 761688 m E
Norte: 9274436 m S

2.2 Demanda Proyectada

$$T_n = T_0 * (1 + r)^n$$

Donde:
T_n = Tránsito proyectado al año "n" en veh/día
T_0 = Tránsito actual (año base) en veh/día
n = año futuro de proyeccción
r = tasa anual de crecimiento de tránsito

Tasa de Crecimiento x Regió

r_{vp} = **0.57%** (Ver 1.2 TC - Tasa de Crecimiento Anual de la Población) **(para vehículos de pasajeros)**
r_{vc} = **1.29%** (Ver 1.2 TC - Tasa de Crecimiento Anual del PBI Regional **(para vehículos de carga)**

Proyección de Tráfico - Situación Sin Proyecto

Tipo de Vehículo		Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Tráfico Normal		676	681	685	689	694	701	704	711	714	719	723
Auto		362	364	366	368	370	373	375	377	379	381	383
Station Wagon		24	24	24	24	25	25	25	25	25	25	25
CAMIONETAS	Pick Up	90	91	91	92	92	93	93	94	94	95	95
	Panel	18	18	18	18	18	19	19	19	19	19	19
	Rural Combi	66	66	67	67	68	68	68	69	69	69	70
Micro		13	13	13	13	13	13	13	14	14	14	14
BUS	2 E	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	>=3 E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CAMIÓN	2 E	62	63	64	64	65	66	67	68	69	70	71
	3 E	39	40	40	41	41	42	42	43	43	44	44
	4 E	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
SEMI TRAYLER	2S1/2S2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2S3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	3S1/3S2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	>= 3S3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TRAYLER	2T2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	2T3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	3T2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	>=3T3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Anexo K. Estudio de mecánica de suelos

ENSAYOS DE CLASIFICACIÓN

DIRECCIÓN: Jr. CAJAMARCA Nª 792 – 1ER. PISO.
TELF.: 930866995 – 939225167 – CHOTA – CAJAMARCA
RUC: 20605442235 EMAIL: gselaboratorio2019@gmail.com

LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS

PROYECTO: "EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN GLOBAL Y FUNCIONALIDAD TÉCNICA DE LAS OBRAS DE ARTE DE LA CARRETERA CA-105, KM 65+000 AL KM 78+000, CHOTA"

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

(NORMA MTC E 107, ASTM D422, AASTHO T88)

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

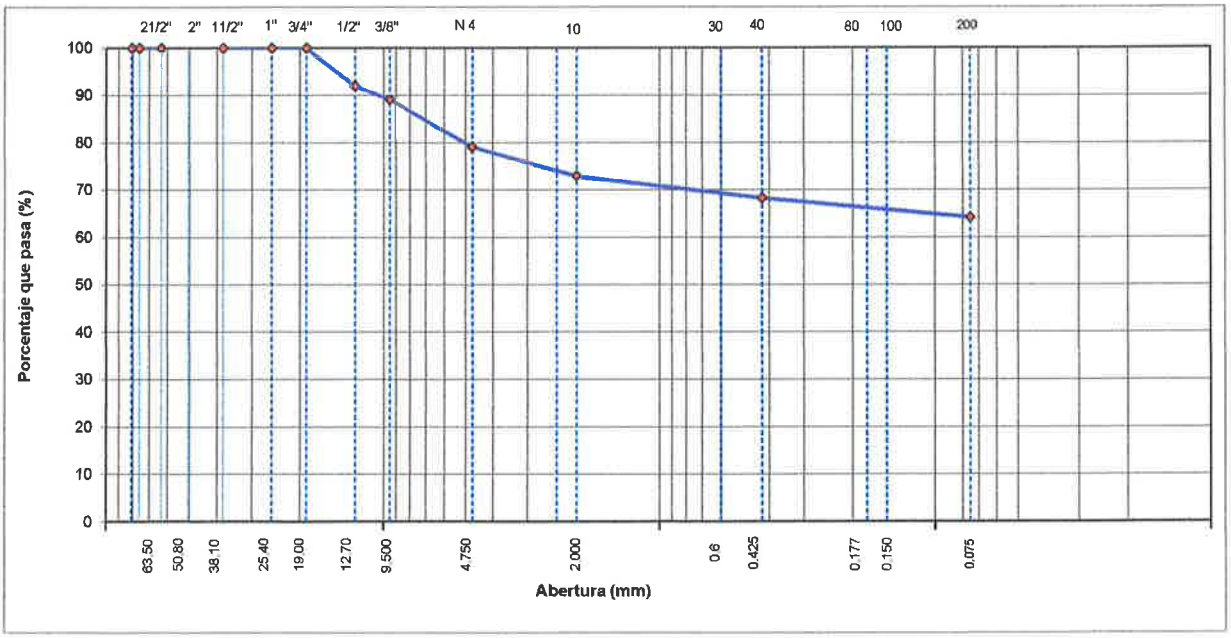
ESTRUCTURA	:	PUENTE TIPO ARCO	HECHO POR	:	G.R.R
UBICACIÓN	:	PUENTE PUQUIO CUYUMALCA	ING. RESP.	:	H.C.R
COORDENADAS	:	E: 762952.991 N: 9274547.33 Z: 2687.919	FECHA	:	6/08/2021

DATOS DE LA MUESTRA

MATERIAL :	EXTRAIDO DE CALICATA	TAMAÑO MAXIMO	:	-	
SOLICITANTE :	NEISER ALDAIR IDROGO DELGADO	PESO INICIAL	:	1300.0 g	
CALICATA :	C - 01	FRACCION SECA	:	1300.0 g	
MUESTRA :	M - 1	PROFUND. (M.)	:	0.00 - 3.00	

TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	PESO RETENIDO	PORCENTAJE RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACIONES A				DESCRIPCION DE LA MUESTRA	
3 1/2"	80.89										
3"	76.200										
2 1/2"	63.500									%Peso Material >4:	20.8%
2"	50.800									% Peso Material <4	79.2%
1 1/2"	38.100									Límite Líquido (LL) :	59.6
1"	25.400									Límite Plástico (LP) :	30.6
3/4"	19.000				100.0					Indice Plástico (IP) :	29.0
1/2"	12.700	104.0	8.0	8.0	92.0					Clasificación(SUCS) :	CH
3/8"	9.500	38.0	2.9	10.9	89.1					Clasific.(AASHTO) :	A-7-5 (16)
Nº 4	4.750	129.0	9.9	20.8	79.2						
Nº 8	2.360										
Nº 10	2.000	102.0	6.2	27.1	72.9					Contenido de Humedad (%) :	33.85
Nº 16	1.190									Materia Orgánica :	
Nº 20	0.840									Indice de Consistencia :	
Nº 30	0.600									Indice de Liquidez :	
Nº 40	0.425	76.00	4.6	31.7	68.3					Descripción del (IC) :	
Nº 50	0.300										
Nº 80	0.177										
Nº 100	0.150	32.00	1.9	33.6	66.4					OBSERVACIONES :	
Nº 200	0.075	35.00	2.1	35.8	64.2						
< Nº 200	FONDO	1055.00	64.2	100.0							

CURVA GRANULOMETRICA



Observaciones:

LABORATORIO INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC
Erlin Clave Rimarachin
LABORATORISTA DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

LABORATORIO INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC
Geremias Rimarachin Rimarachin
GERENTE GENERAL

LABORATORIO INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC
HENRY DAVID CLAVO RIMARACHIN
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 77267

LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS

PROYECTO: "EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN GLOBAL Y FUNCIONALIDAD TÉCNICA DE LAS OBRAS DE ARTE DE LA CARRETERA CA-105, KM 65+000 AL KM 78+000, CHOTA"

LIMITES DE CONSISTENCIA

(NORMA MTC E 110, ASTM D4318, AASHTO T89; MTC E 111, ASTM D4318, AASHTO T90)

LABORATORIO MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS

ESTRUCTURA :	PUENTE TIPO ARCO	**HECHO POR :**	G.R.R
UBICACIÓN :	PUENTE PUQUIO CUYUMALCA	**ING. RESP. :**	H.C.R
COORDENADAS:	E: 762952.991 N: 9274547.33 Z: 2687.919	**FECHA :**	6-ago.-21

DATOS DE LA MUESTRA

MATERIAL :	EXTRAIDO DE CALICATA	**CALICATA :**	C - 01
SOLICITANTE :	NEISER ALDAIR IDROGO DELGADO	**MUESTRA :**	M - 1
		PROFUNDIDAD :	0.00 - 3.00

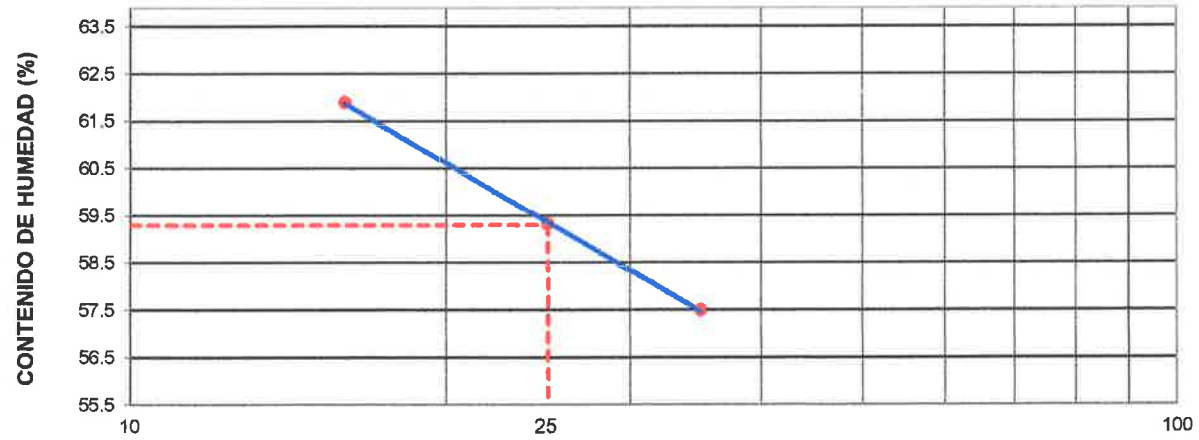
LIMITE LIQUIDO

Nº TARRO		81	82	83		
PESO TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	64.85	64.98	65.85		
PESO TARRO + SUELO SECO	(g)	48.52	48.37	48.52		
PESO DE AGUA	(g)	16.33	16.62	17.33		
PESO DEL TARRO	(g)	20.12	20.36	20.52		
PESO DEL SUELO SECO	(g)	28.40	28.01	28.00		
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	57.50	59.33	61.89		59.57
NUMERO DE GOLPES		35	25	16		25.33

LIMITE PLASTICO

Nº TARRO		84	85			
PESO TARRO + SUELO HUMEDO	(g)	26.39	25.68			
PESO TARRO + SUELO SECO	(g)	24.10	23.52			
PESO DE AGUA	(g)	2.29	2.16			
PESO DEL TARRO	(g)	16.50	16.55			
PESO DEL SUELO SECO	(g)	7.60	6.97			
CONTENIDO DE DE HUMEDAD	(%)	30.13	30.99			

CONTENIDO DE HUMEDAD A 25 GOLPES



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA	
LIMITE LIQUIDO	59.6
LIMITE PLASTICO	30.6
INDICE DE PLASTICIDAD	29.0

Observaciones:

LABORATORIO INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC
Erlin Clavo Rimarachin
LABORATORISTA DE CONCRETO Y ASFALTO

LABORATORIO INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC
Geremias Rimarachin Rimarachin
GERENTE GENERAL

LABORATORIO INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC
HENRY DAVID CLAVO RIMARACHIN
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 77267

LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS

PROYECTO: "EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN GLOBAL Y FUNCIONALIDAD TÉCNICA DE LAS OBRAS DE ARTE DE LA CARRETERA CA-105, KM 65+000 AL KM 78+000, CHOTA"

CONTENIDO DE HUMEDAD DEL SUELO

(NORMA MTC E 108, ASTM D 2216)

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS CONCRETOS Y PAVIMENTOS					
ESTRUCTURA	:	PUENTE TIPO ARCO	**HECHO POR**	:	G.R.R
UBICACIÓN		PUENTE PUQUIO CUYUMALCA	**ING. RESP.**	:	H.C.R
COORDENADAS	:	E: 762952.991 N: 9274547.33 Z: 2687.919	**FECHA**	:	6-ago.-21

DATOS DE LA MUESTRA					
MATERIAL	:	EXTRAIDO DE CALICATA	**CALICATA :**	C - 01	
SOLICITANTE	:	NEISER ALDAIR IDROGO DELGADO	**MUESTRA :**	M - 1	
			PROF. (M.) :	0.00 - 3.00	

MUESTRA	1			
SUELO HUMEDO + CAPSULA	4350.0			
PESO SUELO SECO + CAPSULA (gr.)	3250.0			
PESO DE CAPSULA (gr.)	0.0			
PESO DEL AGUA	1100.0			
PESO DE SUELO SECO	3250.0			
CONTENIDO DE HUMEDAD %	33.85			

PROMEDIO % DE HUMEDAD : **33.8**

Observaciones: -

LABORATORIO INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC
Erlin Clara Rimarachin

LABORATORIO INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC
Geremias Rimarachin Rimarachin
GERENTE GENERAL

LABORATORIO INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC
HENRY DAVID CLARA RIMARACHIN
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 77267

ENSAYOS DE CORTE DIRECTO

ENSAYO DE LABORATORIO SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS

PROYECTO: "EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN GLOBAL Y FUNCIONALIDAD TÉCNICA DE LAS OBRAS DE ARTE DE LA CARRETERA CA-105, KM 65+000 AL KM 78+000, CHOTA"

(Norma NTP 339.171)

ESTRUCTURA	: PUENTE TIPO ARCO		
CALICATA	: 01		
MUESTRA	: M-1	RESP. DE LAB :	H.C.R
PROFUNDIDAD	: 3.00	HECHO POR:	G.R.R
COORDENADAS	: E: 762952.991 N: 9274547.33 Z: 2687.919	FECHA :	6/08/2021
SOLICITANTE	: NEISER ALDAIR IDROGO DELGADO	ESTADO :	REMOLDEADA

Densidad Húmeda gr/cm3 =	1.66	Profundidad de Cimentacion, Df =	1.50 m
Cohesion del Suelo ,kg/cm2 =	0.30	Ancho de Cimentacion, B, m =	1.50 m
Angulo de Friccion, f, º =	13.85		

SEGÚN FORMULA DE CAPACIDAD DE CARGA DE TERZAGHI (1943)

Formulas de capacidad de Carga

	Para falla General	Para falla Local
Cimentacion corrida	$q_u = c'N_c + gDN_q + 0.5gBN_g$	$q_u = 2/3\ c'N'_c + gDN'_q + 0.5gBN'_g$
Cimentacion cuadrada	$q_u = 1.3c'N_c + gDN_q + 0.4gBN_g$	$q_u = 2/3 \times 1.3c'N'_c + gDN'_q + 0.4gBN'_g$
Cimentacion circular	$q_u = 1.3c'N_c + gDN_q + 0.3gBN_g$	$q_u = 2/3 \times 1.3c'N'_c + gDN'_q + 0.3gBN'_g$

Factores de Capacidad de Carga

Factor de Seguridad = 3

	General	Local
Nc =	12.00	9.26
Nq =	3.96	2.52
Ng =	1.84	0.93

Capacidad de Carga

	Falla Local (kg/cm2)	
	q_u	q_{adm}
Cimentacion corrida	1.98	**0.66**
Cimentacion cuadrada	2.33	**0.78**

Observaciones

LABORATORIO INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC
Evelin Clara Rimarachin
LABORATORISTA SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

LABORATORIO INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC
Geremias Rimarachin Rimarachi
GERENTE GENERAL

LABORATORIO INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC
HENRY DAVID [illegible] RIMARACHIN
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 77267

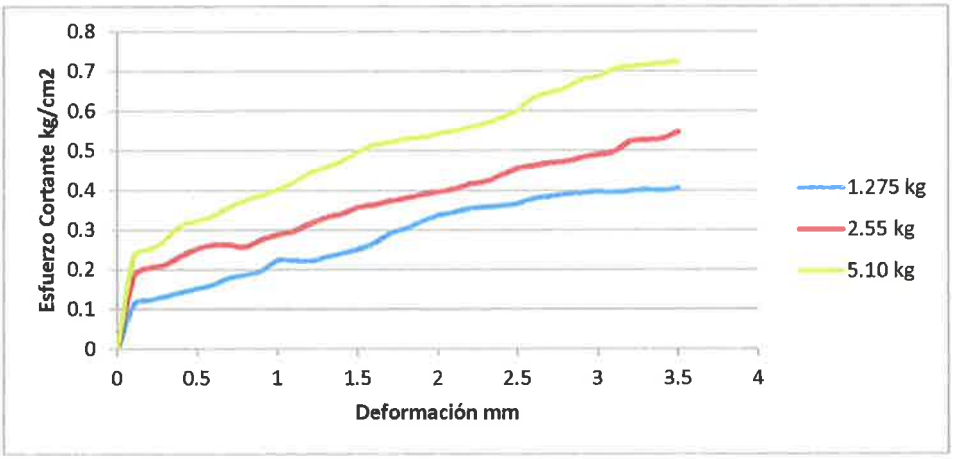
ENSAYO DE LABORATORIO SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS

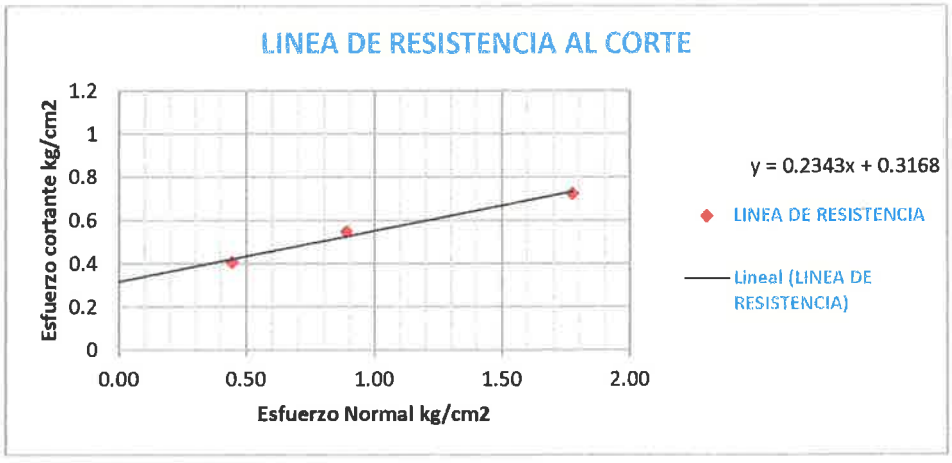
PROYECTO: "EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN GLOBAL Y FUNCIONALIDAD TÉCNICA DE LAS OBRAS DE ARTE DE LA CARRETERA CA-105, KM 65+000 AL KM 78+000, CHOTA"

ENSAYO DE CORTE DIRECTO

(Norma NTP 339.171)

ESTRUCTURA	: PUENTE TIPO ARCO		
CALICATA	: 01	**RESP. DE LAB :**	H.C.R
MUESTRA	: M-1	**HECHO POR:**	G.R.R
PROFUNDIDAD	: 3.00	**FECHA :**	6/08/2021
COORDENADAS	: E: 762952.991 N: 9274547.33 Z: 2687.919	**ESTADO :**	REMOLDEADA
SOLICITANTE	: NEISER ALDAIR IDROGO DELGADO	**VEL. ENSAYO :**	0.5mm/min





Parámetros de Resistencia al Corte			
Cohesion	=	0.30	kg/cm2
Angulo de Fricción Interna	=	13.9	°

LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCIÓN SAC
Edilin Clavo Rimarachin
LABORATORISTA SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

LABORATORIO INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC
Geremias Rimarachin Rimarachin
GERENTE GENERAL

LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCIÓN SAC
HENRY DAVID CLAVO RIMARACHIN
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 77267

ENSAYO DE LABORATORIO SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS

PROYECTO: "EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN GLOBAL Y FUNCIONALIDAD TÉCNICA DE LAS OBRAS DE ARTE DE LA CARRETERA CA-105, KM 65+000 AL KM 78+000, CHOTA"

ENSAYOS DE CORTE DIRECTO

(Norma NTP 339.171)

ESTRUCTURA : PUENTE TIPO ARCO
CALICATA : 01
MUESTRA : M-1
PROFUNDIDAD : 3.00
COORDENADAS : E: 762952.991 N: 9274547.33 Z: 2687.919
SOLICITANTE : NEISER ALDAIR IDROGO DELGADO

RESP. DE LAB : H.C.R
HECHO POR: G.R.R
FECHA : 6/08/2021
ESTADO : REMOLDEADA

DATOS		ESPECIMEN 01		ESPECIMEN 02		ESPECIMEN 03	
Esfuerzo Normal	(kg/cm²)	0.50		1.00		1.50	
Etapa		Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
Altura	(cm)	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
Area	(cm²)	28.75	28.75	28.75	28.75	28.75	28.75
Densidad Húmeda	(g/cm³)	1.67	1.66	1.66	1.66	1.68	1.66
Humedad	(%)	17.91	18.79	17.22	16.48	18.62	17.00
Densidad Seca	(g/cm³)	1.41	1.40	1.41	1.42	1.41	1.42

ESPECIMEN 01			ESPECIMEN 02			ESPECIMEN 03		
Deform. Tangencial	Esfuerzo de Corte		Deform. Tangencial	Esfuerzo de Corte		Deform. Tangencial	Esfuerzo de Corte	
	Tangencial (kg/cm²)	Normalizado (kg/cm²)	(mm)	Tangencial (kg/cm²)	Normalizado (kg/cm²)	(mm)	Tangencial (kg/cm²)	Normalizado (kg/cm²)
0.10	0.111	0.250	0.10	0.183	0.207	0.10	0.233	0.131
0.20	0.123	0.278	0.20	0.204	0.230	0.20	0.251	0.142
0.30	0.133	0.299	0.30	0.213	0.241	0.30	0.276	0.156
0.40	0.143	0.321	0.40	0.235	0.264	0.40	0.312	0.176
0.50	0.152	0.343	0.50	0.253	0.285	0.50	0.324	0.183
0.60	0.162	0.365	0.60	0.262	0.296	0.60	0.336	0.189
0.70	0.179	0.404	0.70	0.263	0.296	0.70	0.358	0.202
0.80	0.187	0.421	0.80	0.257	0.290	0.80	0.375	0.212
0.90	0.196	0.443	0.90	0.275	0.311	0.90	0.387	0.218
1.00	0.223	0.503	1.00	0.288	0.325	1.00	0.401	0.226
1.10	0.224	0.504	1.10	0.297	0.335	1.10	0.422	0.238
1.20	0.221	0.499	1.20	0.316	0.356	1.20	0.444	0.251
1.30	0.232	0.522	1.30	0.332	0.374	1.30	0.459	0.259
1.40	0.242	0.545	1.40	0.341	0.385	1.40	0.474	0.267
1.50	0.252	0.567	1.50	0.357	0.402	1.50	0.497	0.280
1.60	0.267	0.601	1.60	0.364	0.410	1.60	0.515	0.290
1.70	0.291	0.657	1.70	0.373	0.421	1.70	0.521	0.294
1.80	0.304	0.685	1.80	0.380	0.428	1.80	0.530	0.299
1.90	0.322	0.725	1.90	0.390	0.439	1.90	0.534	0.301
2.00	0.337	0.759	2.00	0.396	0.447	2.00	0.543	0.306
2.10	0.345	0.777	2.10	0.403	0.455	2.10	0.550	0.310
2.20	0.355	0.800	2.20	0.416	0.469	2.20	0.559	0.315
2.30	0.358	0.807	2.30	0.423	0.477	2.30	0.569	0.321
2.40	0.361	0.814	2.40	0.439	0.495	2.40	0.584	0.329
2.50	0.367	0.827	2.50	0.455	0.513	2.50	0.602	0.339
2.60	0.380	0.856	2.60	0.462	0.521	2.60	0.634	0.357
2.70	0.385	0.868	2.70	0.469	0.529	2.70	0.647	0.365
2.80	0.391	0.881	2.80	0.473	0.533	2.80	0.659	0.372
2.90	0.394	0.888	2.90	0.483	0.545	2.90	0.680	0.383
3.00	0.397	0.895	3.00	0.490	0.553	3.00	0.687	0.387
3.10	0.395	0.891	3.10	0.497	0.560	3.10	0.706	0.398
3.20	0.398	0.898	3.20	0.523	0.589	3.20	0.712	0.402
3.30	0.402	0.905	3.30	0.527	0.594	3.30	0.717	0.404
3.40	0.400	0.901	3.40	0.531	0.599	3.40	0.721	0.406
3.50	0.405	0.914	3.50	0.547	0.617	3.50	0.725	0.409

LABORATORIO INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC
Edilio Clavo Rimarachin
LABORATORISTA DE CONCRETO Y ASFALTO

LABORATORIO INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC
Geremias Rimarachin Rimarachin
GERENTE GENERAL

LABORATORIO INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC
HENRY DAVID CLAVO RIMARACHIN
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 77267

INFORME	Código	AE-FC-11
MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA DETERMINACIÓN DE LA GRAVEDAD ESPECÍFICA DE LOS SÓLIDOS	Versión	01
	Fecha	30-04-2018
	Página	1 de 1

PROYECTO	: "EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN GLOBAL Y FUNCIONALIDAD TÉCNICA DE LAS OBRAS DE ARTE DE LA CARRETERA CA-105, KM 65+000 AL KM 78+000, CHOTA"	0	0
SOLICITANTE	: NEISER ALDAIR IDROGO DELGADO	MUESTREADO POR :	Solicitante
CÓDIGO DE PROYECTO	: ---	ENSAYADO POR :	G.R.R
UBICACIÓN DE PROYECTO	: PUENTE PUQUIO CUYUMALCA	FECHA DE ENSAYO :	6/08/2021
		TURNO :	Diurno

Material	: Propio	Profundidad:	3
Sondaje	: C-1	Norte:	---
N° de Muestra	: M-1	Este:	---
Progresiva	: ---	Cota:	---

ENSAYO DE GRAVEDAD ESPECÍFICA DE LOS SÓLIDOS
ASTM D854

MÉTODO DE ENSAYO "B"

Gravedad específica de sólidos	---	2.58
Temperatura del agua destilada durante el ensayo	°C	23.8
Coeficiente de Temperatura (K)	---	0.99914
Gravedad específica de sólidos corregida por T°	---	**2.58**

OBSERVACIONES:

* Muestra tomada en campo enconjunto con el SOLICITANTE
* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de GSE LABORATORIO INGENIERIA Y COSNTRUCCION

INGEOCONTROL SAC

TECNICO LEM	D:	GERENTE GENERAL	D:	CQC - LEM	D:
Nombre y firma:	M:	Nombre y firma:	M:	Nombre y firma:	M:
LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCIÓN SAC	A:	LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCIÓN SAC Gerardo Rimarachin Rimarachin GERENTE GENERAL	A:	HENRY DAVID CLAVO RIMARACHIN INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 77267	A:

	FORMATO	Código	AE-FO-020
	ENSAYO DE CORTE DIRECTO EN SUELOS ASTM D3080	Versión	01
		Fecha	07-05-2018
		Página	2 de 2

PROYECTO "EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN GLOBAL Y FUNCIONALIDAD TÉCNICA DE LAS OBRAS DE ARTE DE LA CARRETERA CA-105, KM 65+000 AL KM 78+000, CHOTA"

Solicitante	: NEISER ALDAIR IDROGO DELGADO	Muestreado por :	R.C.R
Atención	: 'NEISER ALDAIR IDROGO DELGADO	Ensayado por :	G.R.R
Ubicación de Proyecto	: PUENTE TIPO ARCO	Fecha de Ensayo:	6/08/2021
Material		Turno:	DIA

Código de Muestra	: 001	Profundidad:	3.00 m
Sondaje / Calicata	: 01	Norte:	9274547.33 m
N° de Muestra	: M-2	Este:	762952.991 m
Progresiva	: -	Cota:	2688 ms.n.m.

DATOS DEL ESPECIMEN	I	II	III
Altura de la muestra (mm)	23.72	23.75	23.73
Diámetro (mm)	60.38	60.40	60.41
Area inicial (cm2)	28.63	28.65	28.66
Volumen de la muestra (cm3)	67.92	68.05	68.02

DATOS DEL ESPECIMEN	I	II	III
Peso humedo de la muestra + Peso del anillo (g)	211.30	211.70	211.68
Peso del anillo (g)	84.5	84.5	84.5
Peso de la muestra humeda (g)	126.80	127.20	127.18
Peso de la muestra seca (g)	92.78	93.08	93.20
Contenido de humedad (%)	36.67	36.66	36.46
Densidad húmeda (g/cm3)	1.867	1.873	1.873
Densidad seca (g/cm3)	1.366	1.370	1.372

Realizado por:

Procesado por:

	ESPECIMEN 1		ESPECIMEN 2		ESPECIMEN 3	
Altura Inicial:	23.7	mm	23.7	mm	23.7	mm
Diámetro de muestra :	60.4	mm	60.4	mm	60.4	mm
Area Inicial:	28.6	cm^2	28.6	cm^2	28.6	cm^2
Densidad Seca:	**1.366**	g/cm^3	**1.370**	g/cm^3	**1.372**	g/cm^3
Humedad:	**36.7**	%	**36.7**	%	**36.5**	%
Peso Normal :	1.452	kg	2.910	kg	4.355	kg
Esfuerzo Normal :	0.51	kg/cm^2	1.02	kg/cm^2	1.52	kg/cm^2

Deformación horizontal (mm)	Deformación vertical (mm)	Carga (kgf)	Deformación vertical (mm)	Carga (kgf)	Deformación vertical (mm)	Carga (kgf)
0.00		0.00		0.00		0.00
0.25		1.25		3.65		5.20
0.50		1.65		4.25		6.25
0.75		2.52		4.58		7.85
1.00		2.65		5.62		8.52
1.50		3.52		6.00		9.52
2.00		3.85		6.20		10.20
2.50		4.25		8.00		11.00
3.00		4.52		8.20		12.52
3.50		5.62		9.63		13.65
4.00		5.85		10.00		15.00
4.50		6.05		10.20		15.62
5.00		6.20		10.58		16.52
5.50		6.52		11.00		16.85
6.00		6.85		12.00		17.25
6.50		7.20		12.52		18.63
7.00		7.65		13.25		19.00
7.50		7.85		13.58		19.42
8.00		8.20		14.00		20.52
8.50		8.36		14.25		21.25
9.00		8.65		14.85		22.58
9.50		9.25		15.65		23.25
10.00		9.52		16.25		24.45

OBSERVACIONES:

LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCIÓN SAC
Erlin Clavo Rimarachin
LABORATORISTA SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCIÓN SAC
HENRY DAVID CLAVO RIMARACHIN
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP N° 77267

LABORATORIO INGENIERIA & CONSTRUCCIÓN SAC
Geremias Rimarachin Rimarachin
GERENTE GENERAL

Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de la Gerencia Técnica de GSE LABORATORIO INGENIERIA

	INFORME	Código	AE-FO-020
	ENSAYO DE CORTE DIRECTO EN SUELOS ASTM D3080	Versión	01
		Fecha	07-05-2018
		Página	1 de 2

PROYECTO: "EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN GLOBAL Y FUNCIONALIDAD TÉCNICA DE LAS OBRAS DE ARTE DE LA CARRETERA CA-105, KM 65+000 AL KM 78+000, CHOTA"

Solicitante	: NEISER ALDAIR IDROGO DELGADO	Muestreado por :	R.C.R
Atención	: 'NEISER ALDAIR IDROGO DELGADO	Ensayado por :	G.R.R
Ubicación de Proyecto	: PUENTE TIPO ARCO	Fecha de Ensayo:	6/08/2021
Material		Turno:	DIA

Código de Muestra	: 001	Profundidad:	3.00 m
Sondaje / Calicata	: 01	Norte:	9274547.33 m
N° de Muestra	: M-2	Este:	762952.991 m
Progresiva	: -	Cota:	2688 ms.n.m.

VELOCIDAD DE CORTE 0.5 mm/min

ESPECIMEN 1			ESPECIMEN 2			ESPECIMEN 3		
Altura Inicial:	23.7	mm	**Altura Inicial:**	23.7	mm	**Altura Inicial:**	23.7	mm
Lado de caja :	60.4	mm	**Lado de caja :**	60.4	mm	**Lado de caja :**	60.4	mm
Area Inicial:	28.6	cm^2	**Area Inicial:**	28.6	cm^2	**Area Inicial:**	28.6	cm^2
Densidad Seca:	1.366	gr/cm^3	**Densidad Seca:**	1.366	gr/cm^3	**Densidad Seca:**	1.372	gr/cm^3
Humedad Inic:	36.7	%	**Humedad Inic:**	36.7	%	**Humedad Inic:**	36.5	%
Esf. Normal :	0.51	kg/cm^2	**Esf. Normal :**	1.02	kg/cm^2	**Esf. Normal :**	1.52	kg/cm^2
Esf. Corte:	0.33	kg/cm^2	**Esf. Corte:**	0.57	kg/cm^2	**Esf. Corte:**	0.85	kg/cm^2

Deformacion horizontal (%)	Esfuerzo de Corte (kg/cm2)	Esfuerzo Normalizado (τ/σ)	Deformacion horizontal (%)	Esfuerzo de Corte (kg/cm2)	Esfuerzo Normalizado (τ/σ)	Deformacion horizontal (%)	Esfuerzo de Corte (kg/cm2)	Esfuerzo Normalizado (τ/σ)
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.41	0.04	0.11	0.41	0.13	0.16	0.41	0.18	0.15
0.83	0.06	0.14	0.83	0.15	0.18	0.83	0.22	0.18
1.24	0.09	0.22	1.24	0.16	0.20	1.24	0.27	0.23
1.66	0.09	0.23	1.66	0.20	0.24	1.66	0.30	0.24
2.48	0.12	0.30	2.48	0.21	0.26	2.48	0.33	0.27
3.31	0.13	0.33	3.31	0.22	0.26	3.31	0.36	0.29
4.14	0.15	0.36	4.14	0.28	0.34	4.14	0.38	0.31
4.97	0.16	0.38	4.97	0.29	0.34	4.97	0.44	0.35
5.80	0.20	0.46	5.80	0.34	0.40	5.80	0.48	0.38
6.62	0.20	0.48	6.62	0.35	0.41	6.62	0.52	0.41
7.45	0.21	0.49	7.45	0.36	0.41	7.45	0.55	0.42
8.28	0.22	0.50	8.28	0.37	0.42	8.28	0.58	0.44
9.11	0.23	0.52	9.11	0.38	0.44	9.11	0.59	0.45
9.94	0.24	0.54	9.94	0.42	0.47	9.94	0.60	0.45
10.77	0.25	0.56	10.77	0.44	0.49	10.77	0.65	0.49
11.59	0.27	0.59	11.59	0.46	0.51	11.59	0.66	0.49
12.42	0.27	0.60	12.42	0.47	0.52	12.42	0.68	0.50
13.25	0.29	0.62	13.25	0.49	0.53	13.25	0.72	0.52
14.08	0.29	0.63	14.08	0.50	0.54	14.08	0.74	0.53
14.91	0.30	0.65	14.91	0.52	0.55	14.91	0.79	0.56
15.73	0.32	0.68	15.73	0.55	0.58	15.73	0.81	0.57
16.56	0.33	0.70	16.56	0.57	0.59	16.56	0.85	0.60

OBSERVACIONES:

Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de la Gerencia Técnica de GSE LABORATORIO INGENIERIA

GSE LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCIÓN SAC

TECNICO LEM	GERENTE GENERAL	CQC - LEM
Nombre y firma:	Nombre y firma:	Nombre y firma:
LABORATORIO INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC Erlin Clavo Rimarachin LABORATORISTA SUELOS CONCRETO Y ASFALTO	LABORATORIO INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC HENRY DAVID CLAVO RIMARACHIN INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 77267	LABORATORIO INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC Geremias Rimarachin Rimarachin GERENTE GENERAL

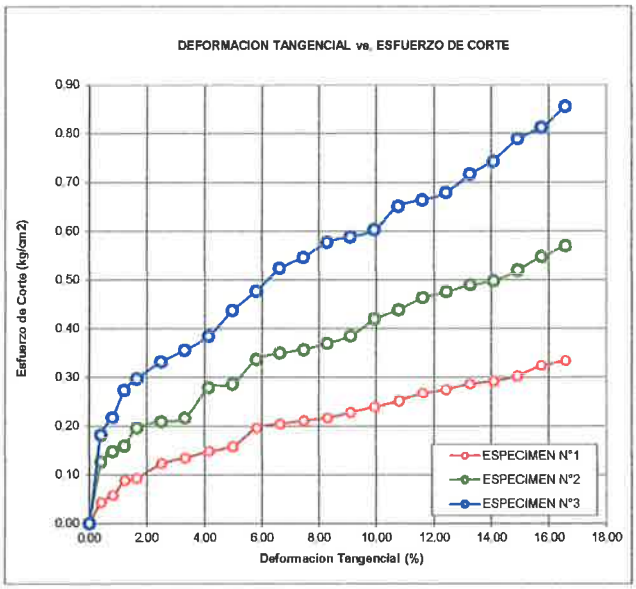
	INFORME	Código	AE-FO-020
	ENSAYO DE CORTE DIRECTO EN SUELOS ASTM D3080	Versión	01
		Fecha	07-05-2018
		Página	2 de 2

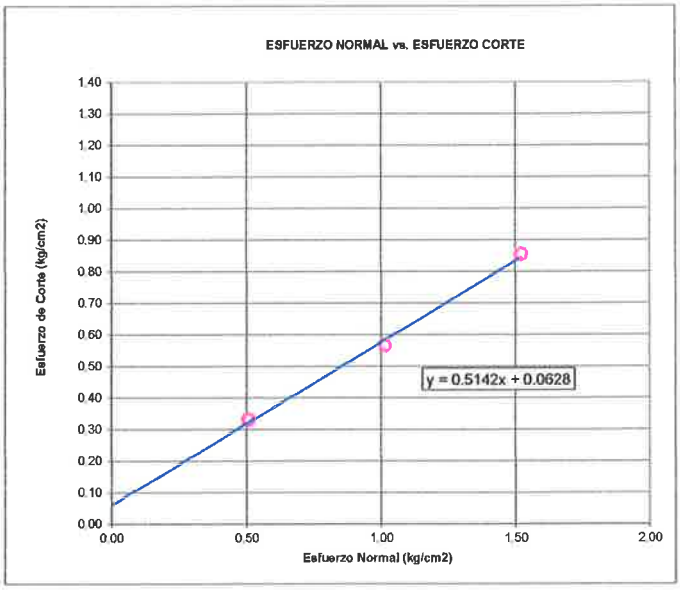
PROYECTO: "EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN GLOBAL Y FUNCIONALIDAD TÉCNICA DE LAS OBRAS DE ARTE DE LA CARRETERA CA-105, KM 65+000 AL KM 78+000, CHOTA"

Solicitante	: NEISER ALDAIR IDROGO DELGADO	Muestreado por :	R.C.R
Atención	: 'NEISER ALDAIR IDROGO DELGADO	Ensayado por :	G.R.R
Ubicación de Proyecto	: PUENTE TIPO ARCO	Fecha de Ensayo:	6/08/2021
Material		Turno:	DIA
Código de Muestra	: 001	Profundidad:	3.00 m
Sondaje / Calicata	: 01	Norte:	9274547.33 m
N° de Muestra	: M-2	Este:	762952.991 m
Progresiva	: -	Cota:	2688 ms.n.m.

ENSAYO DE CORTE DIRECTO BAJO CONDICIONES CONSOLIDADAS DRENADAS
ASTM D3080

VELOCIDAD DE CORTE 0.5 mm/min





Resultados:
Cohesión © : 0.06 kg/cm2
Angulo de fricción (ϕ) : 27.2°

OBSERVACIONES:

Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de la Gerencia Técnica de GSE LABORATORIO INGENIERIA

INGEOCONTROL SAC

TECNICO LEM	JEFE LEM	CQC - LEM
Nombre y firma:	Nombre y firma:	Nombre y firma:
LABORATORIO INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC Erlin Clavo Rimarachin LABORATORISTA SUELOS CONCRETO Y ASFALTO	LABORATORIO INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC HENRY DAVID CLAVO RIMARACHIN INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 77267	LABORATORIO INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC Geremias Rimarachin Rimarachin GERENTE GENERAL

ENSAYO DE LABORATORIO SUELOS CONCRETO Y PAVIMENTOS

GSE LABORATORIO INGENIERIA Y CONSTRUCCION SAC
RUC: 20605442235
DIRECCION: JR. CAJAMARCA #792 CHOTA - CAJAMARCA
CORREO: gselaboratorio2019@gmail.com, CEL. 930866995

(Norma NTP 339.171)

PROYECTO	:	"EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN GLOBAL Y FUNCIONALIDAD TÉCNICA DE LAS OBRAS DE ARTE DE LA CARRETERA CA-105, KM 65+000 AL KM 78+000, CHOTA"		
UBICACIÓN	:	PUENTE TIPO ARCO		
EXPLORACION	:	01		
MUESTRA	:	M-1		
PROFUNDIDAD	:	3.00	**RESP. DE LAB :**	G.R.R
COORDENADAS	:	E: 762952.991 N: 9274547.33 Z: 2687.919	**FECHA :**	6/08/2021
SOLICITANTE	:	NEISER ALDAIR IDROGO DELGADO	**ESTADO :**	REMOLDEADA

			Profundidad de Cimentacion, Df	=	1.50 m
Densidad Húmeda gr/cm3	=	1.87	Ancho de Cimentacion, B, m	=	1.50 m
Cohesion del Suelo ,kg/cm2	=	0.06			
Angulo de Friccion, f, º	=	27.40			

SEGÚN FORMULA DE CAPACIDAD DE CARGA DE TERZAGHI (1943)

Formulas de capacidad de Carga

	Para falla General	Para falla Local
Cimentacion corrida	$q_u = c'N_c + gDN_q + 0.5gBN_g$	$q_u = 2/3\ c'N'_c + gDN'_q + 0.5gBN'_g$
Cimentacion cuadrada	$q_u = 1.3c'N_c + gDN_q + 0.4gBN_g$	$q_u = 2/3 \times 1.3c'N'_c + gDN'_q + 0.4gBN'_g$
Cimentacion circular	$q_u = 1.3c'N_c + gDN_q + 0.3gBN_g$	$q_u = 2/3 \times 1.3c'N'_c + gDN'_q + 0.3gBN'_g$

Factores de Capacidad de Carga

Factor de Seguridad = 3

	General	Local
Nc =	29.73	16.48
Nq =	16.29	6.65
Ng =	12.90	3.78

Capacidad de Carga

	Falla Local (kg/cm2)	
	q_u	q_{adm}
Cimentacion corrida	2.86	**0.95**
Cimentacion cuadrada	2.89	**0.96**

Observaciones

LABORATORIO INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC
Erlin Clavo Rimarachin
LABORATORISTA SUELOS CONCRETO Y ASFALTO

LABORATORIO INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC
HENRY DAVID CLAVO RIMARACHIN
INGENIERO CIVIL
CIP N° 77267

LABORATORIO INGENIERÍA & CONSTRUCCIÓN SAC
Geremias Rimarachin Rimarachin
GERENTE GENERAL

Anexo L. Modelamiento hidráulico del cauce de la propuesta

1) Modelamiento del cauce

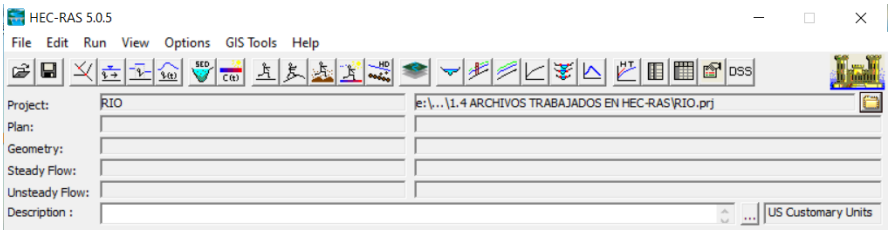
a) Se realizó el levantamiento topográfico, los puntos se procesaron en Civil 3D 2020, se creó la superficie, se trazó el eje y los bordes.



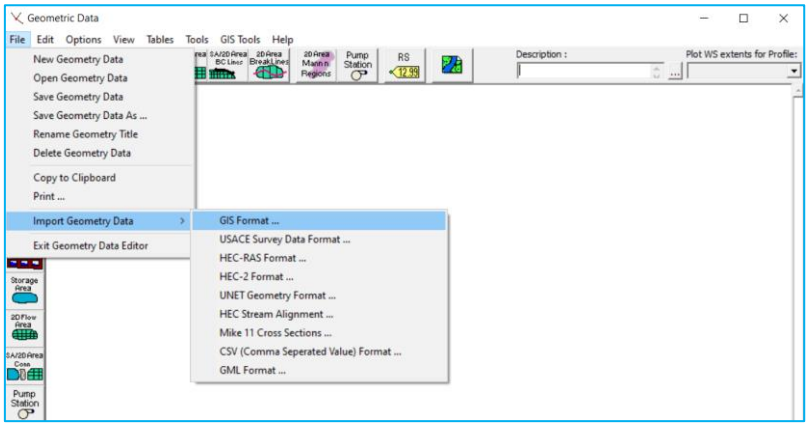
b) Realizando las secciones transversales listas, se exporta al programa HEC-RAS, se activa Check thie to use river Banks, para seleccionar los bordes (derecho, izquierdo) del rio, dando inicio en la progresiva 0+00 agua abajo.



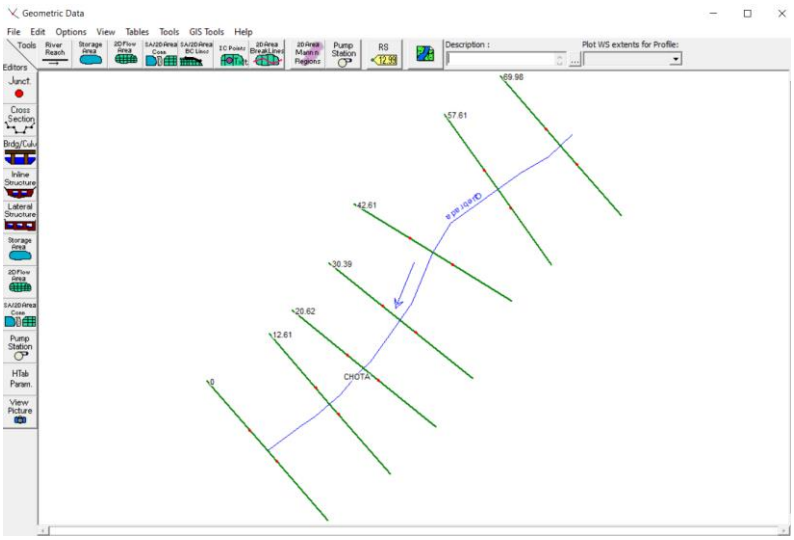
c) Se abre el programa HEC-RAS, se verifica el sistema de unidades, sistema métrico, luego se crea un nuevo proyecto.



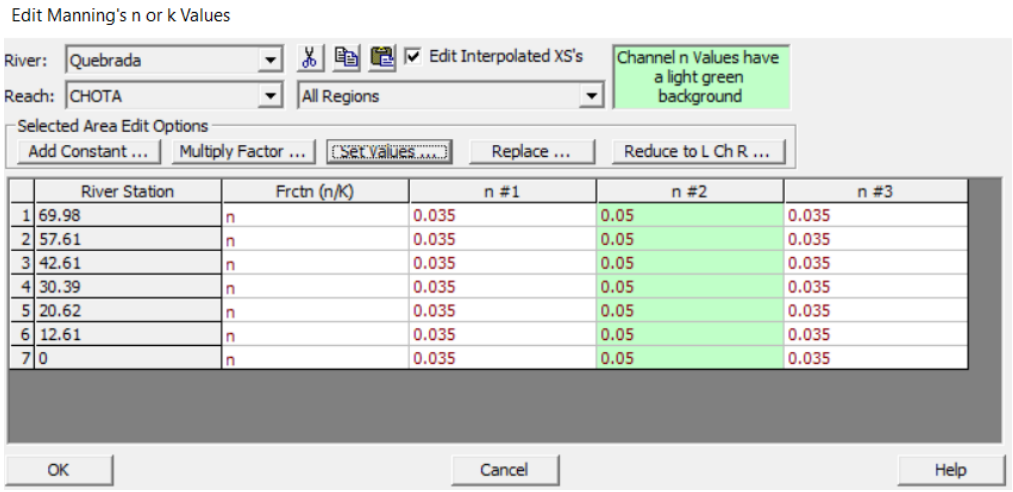
d) Se importará el archivó que se trabajó en civil 3d.



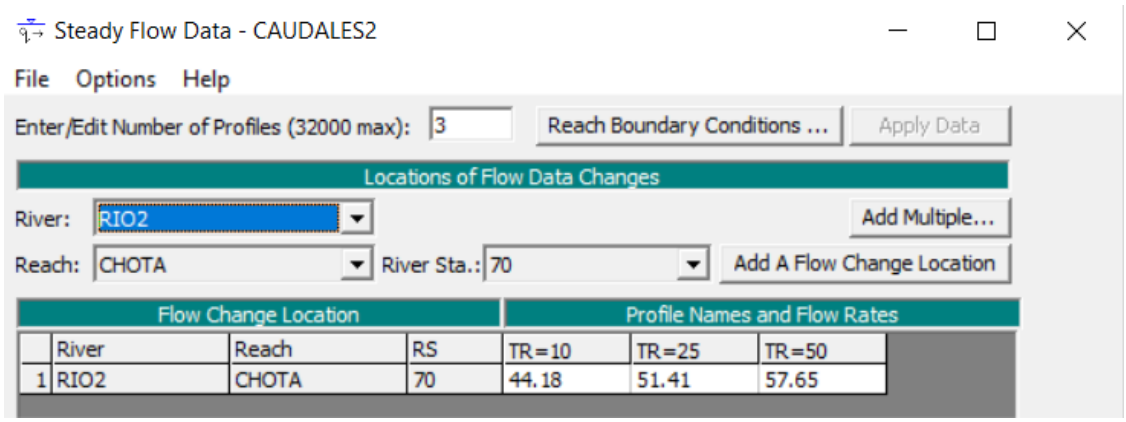
e) Se visualizará la geometría y las secciones transversales del Rio la flecha nos indicará la dirección correcta del flujo.



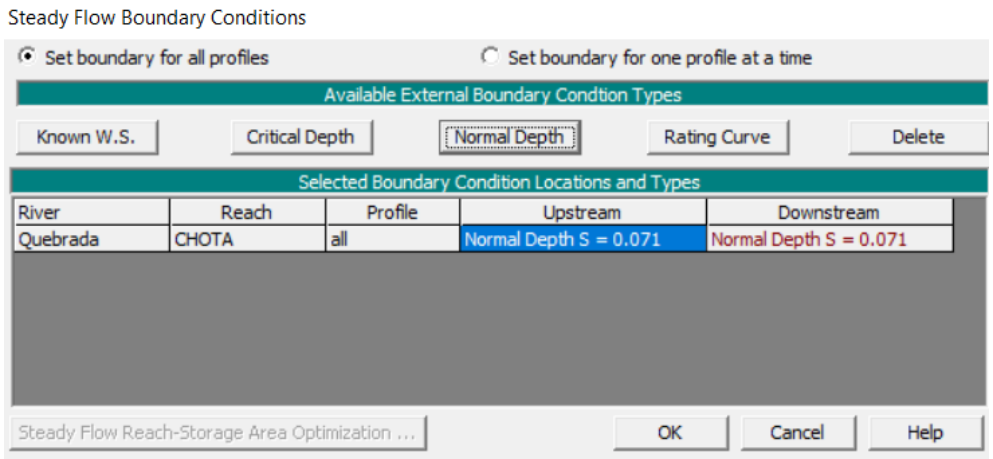
f) Los valores de Manning, se eligió teniendo en cuenta el manual de (HEC – RAS versión 5.0.7, 2020 y Ven Te Chow (1994), según lo observado en campo el Manning para el eje es de 0.05 por tratarse de un rio sinuoso, también con algo de hierba y piedras grandes, los bordes o llanuras de inundación, el valor de Manning para el lado izquierdo y derecho es de 0.035 en todo el tramo hay pastos altos.



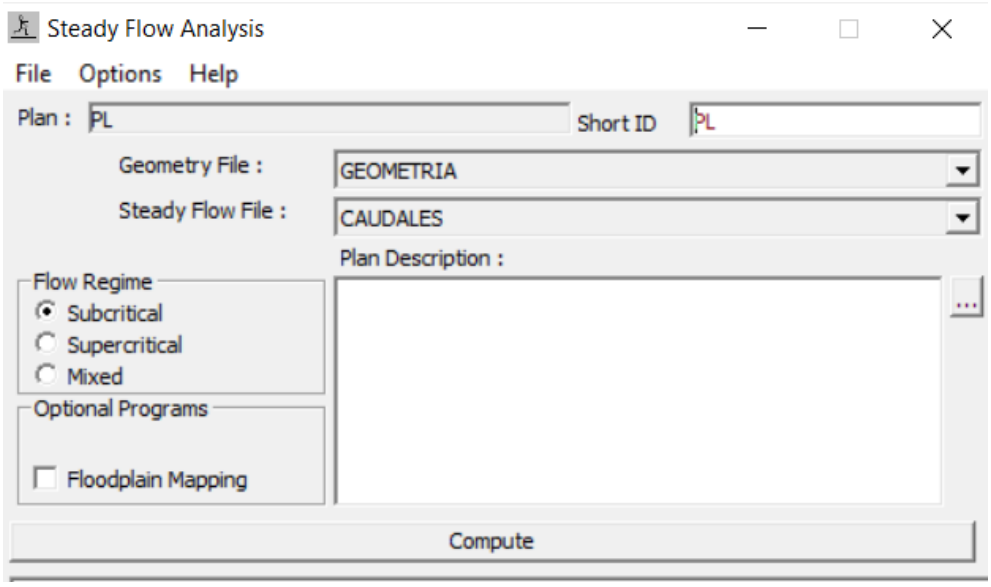
g) Se colocarán los valores de caudales (44.18, 51.41, y 57.65) m^3/s, para diferentes tiempos de retorno (10, 25 y 50) años, el caudal ingresara en la progresiva 0+70 aguas arriba.



h) Se ingresa las condiciones de frontera en Normal Depth (tirante normal) la cual ingresamos la pendiente de aguas abajo que es de P=7.1%.

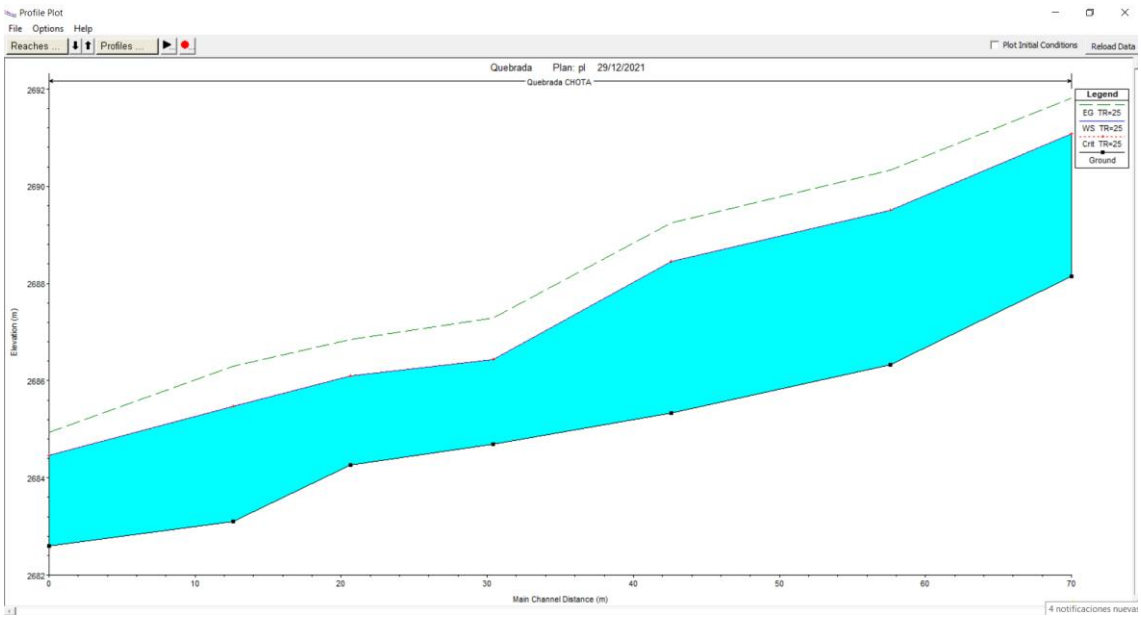


i) Se corre el modelo, para un flujo de régimen Mixto, de esta manera el programa elegirá cual es más adecuado, se tiene froude < 1, la cual pertenece a un flujo de régimen Subcritical.

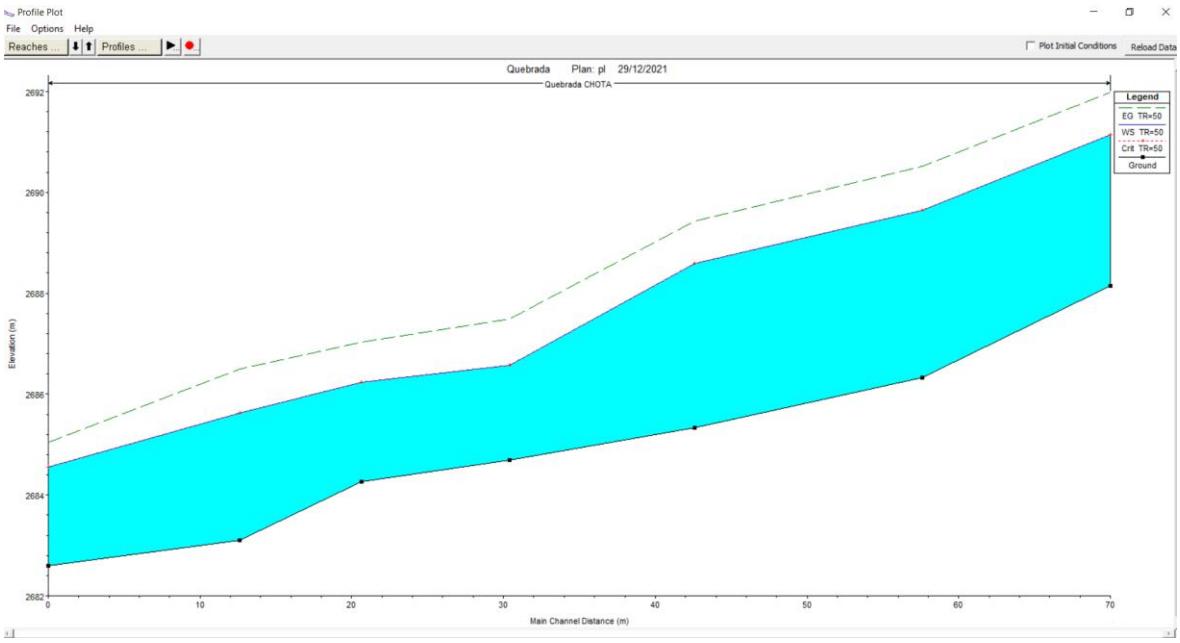


j) Corrido el modelo, se puede ver el perfil longitudinal de la quebrada.

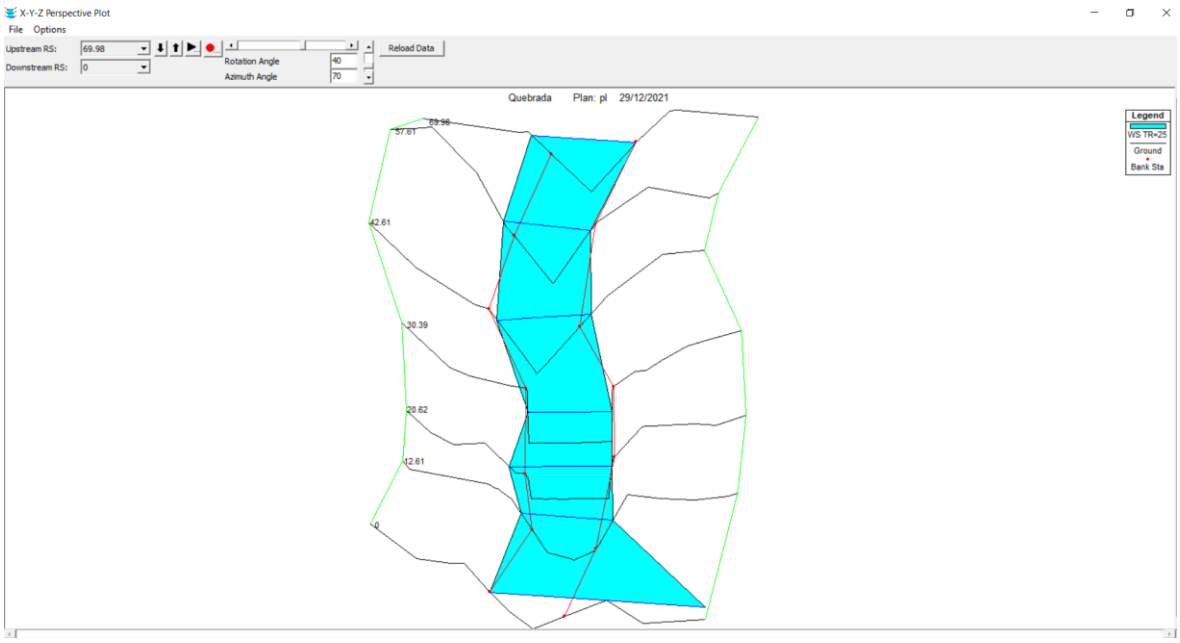
En la figura, se observa el perfil longitudinal Tr 25 años.



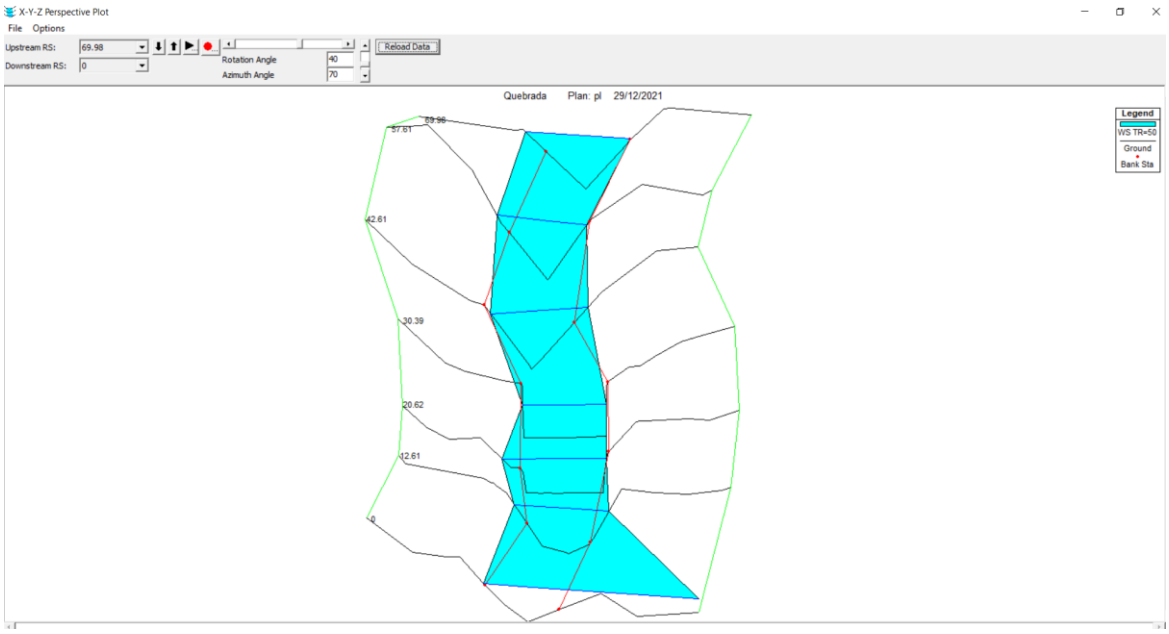
En la figura, se observa el perfil longitudinal Tr 50 años.



k) Vista de 3D del rio, la cual se observa las crecidas para un tiempo de retorno de 25 años, los puntos rojos nos indican los bordes de la quebrada.



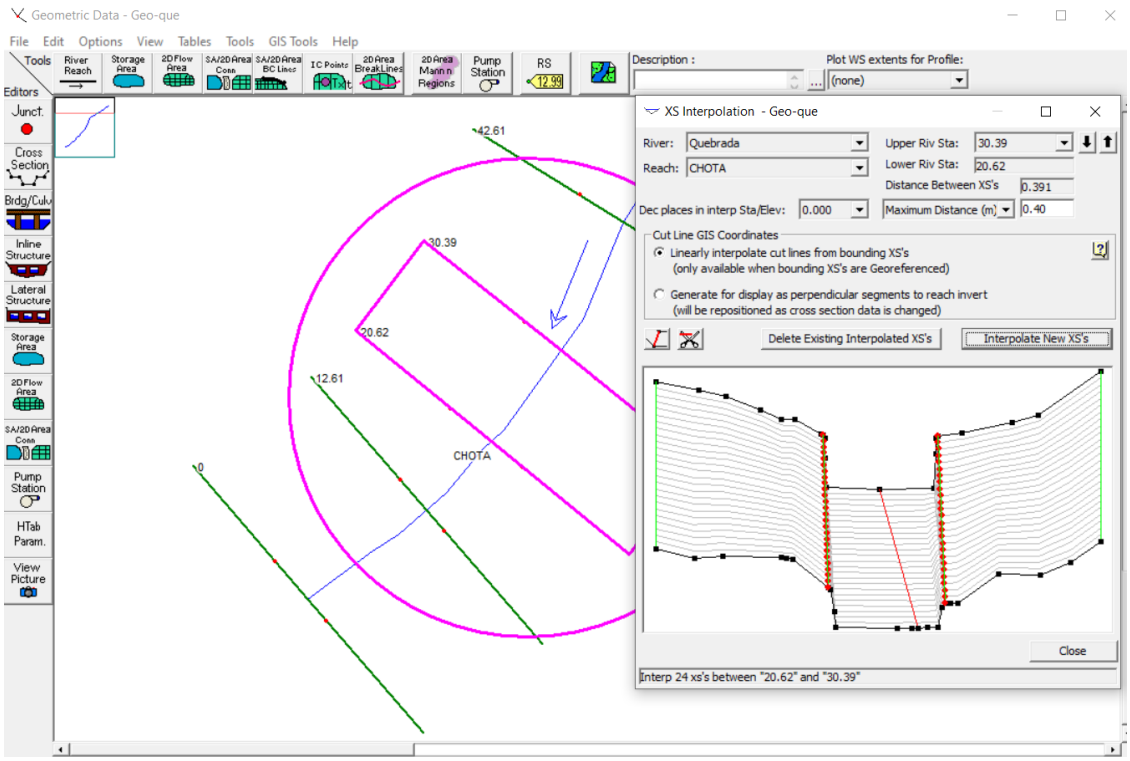
l) Vista de 3D del rio, la cual se observa las crecidas para un tiempo de retorno de 50 años, los puntos rojos nos indican los bordes de la quebrada.



2) Modelamiento de puente

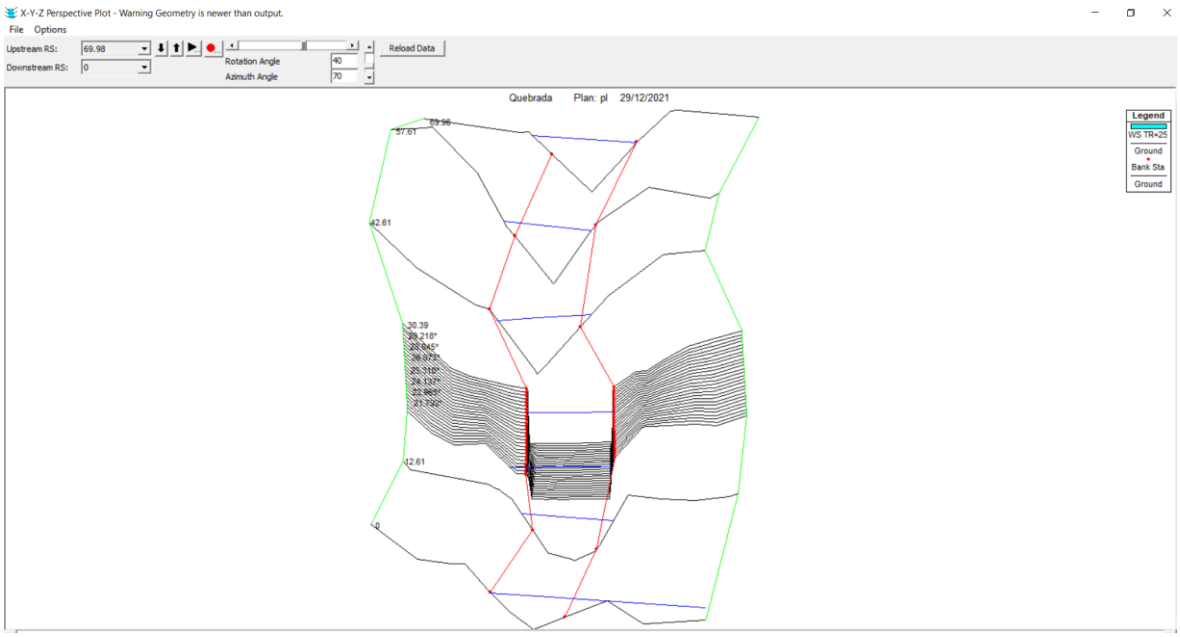
La super estructura.

a) Se realiza la interpolación de las secciones 0+020 hasta la 0+25 para ver donde se va se va a modelar el puente.

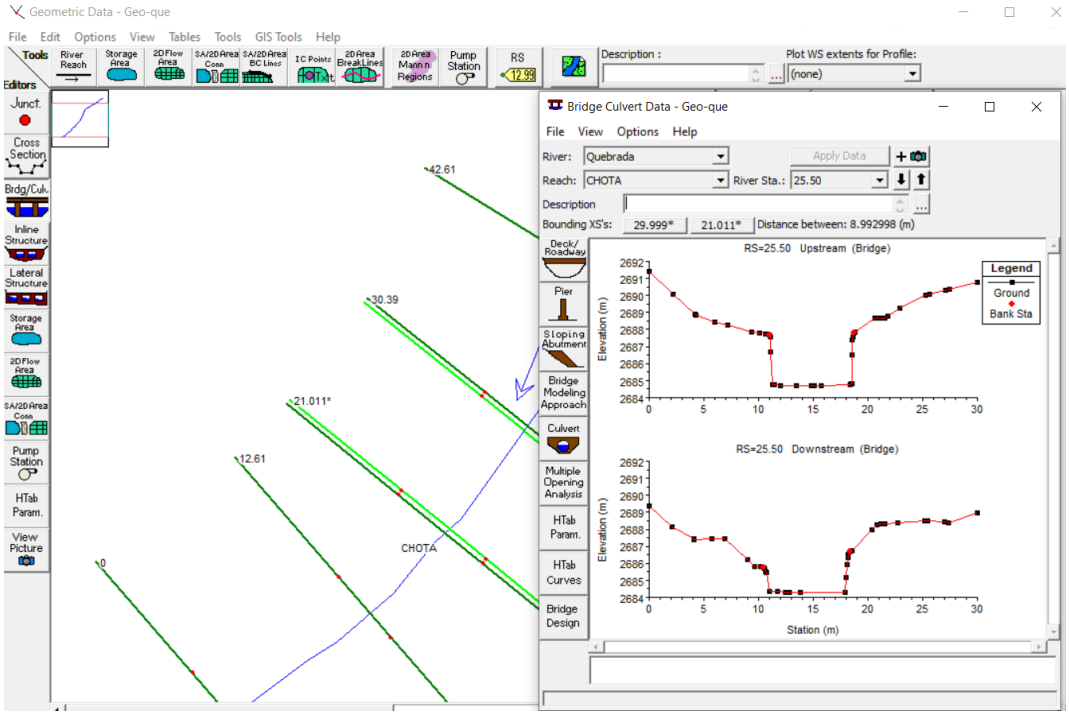


b) Se realizará la interpolación cada 0.5 m.

c) Vista de las secciones interpoladas en 3D.

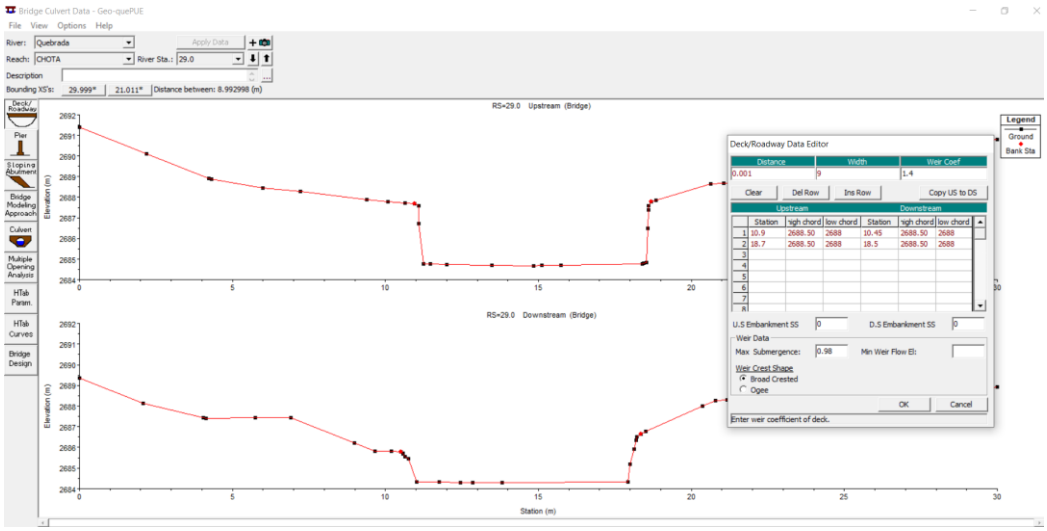


d) Dibujar el puente en: “Brdg/Culw” y colocar las secciones 0+25.50 en “Optiones/Add a Bridge and/or Culvert”, donde se va a trabajar el puente:

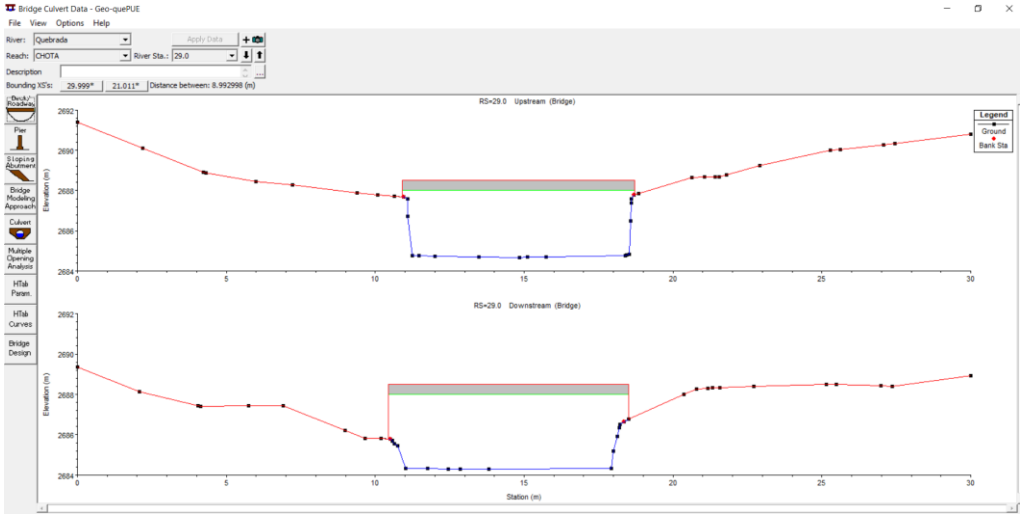


e) Se muestra las secciones 0+25.5 aguas arriba de lado izquierdo y lado derecho del puente.

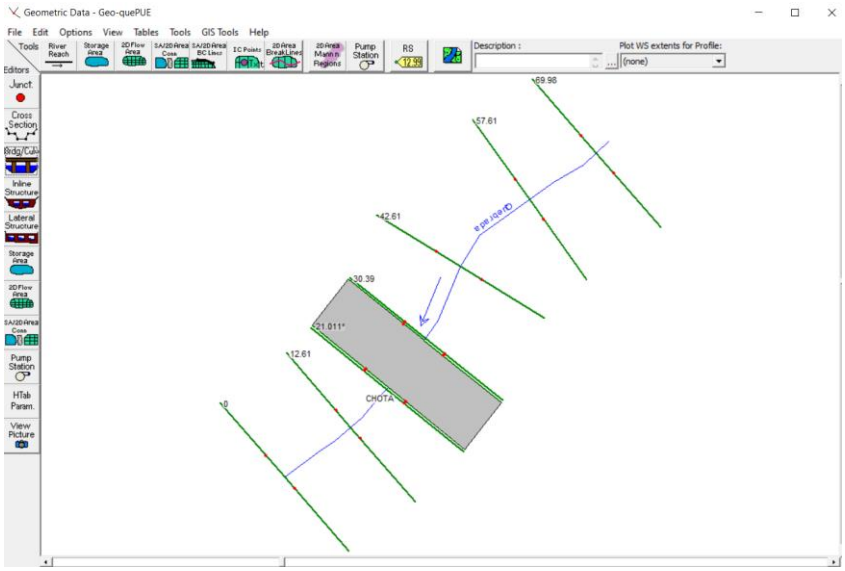
f) Se ingresa los datos para el tablero del puente en “Deck/Roadway”.



g) Vista del tablero.



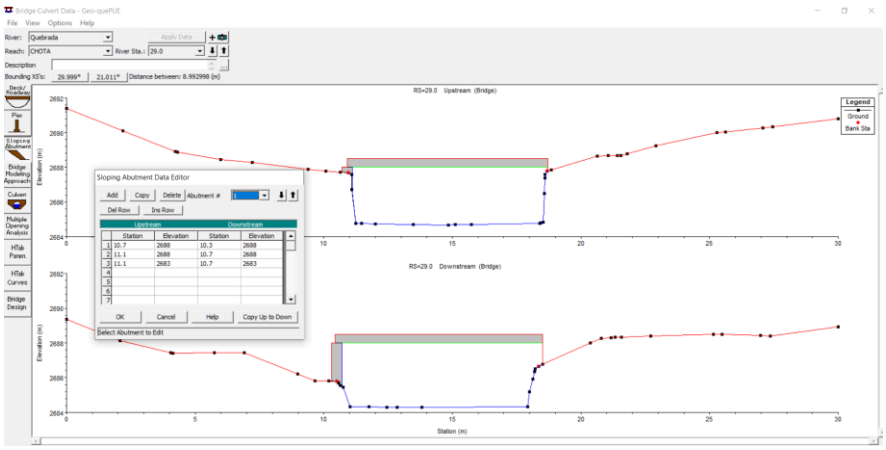
h) Vista del tablero en planta.



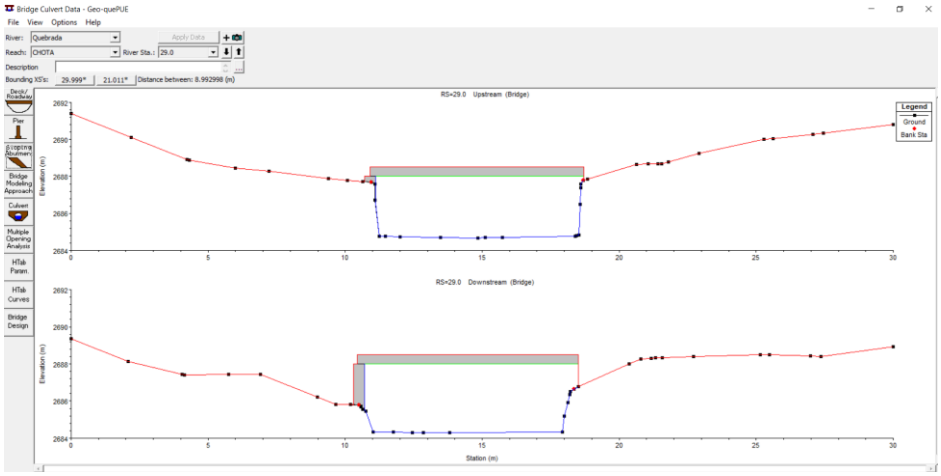
La infraestructura

a) Se ingresa los datos para para el estribo del puente en “Bridge Modeling Approach”.

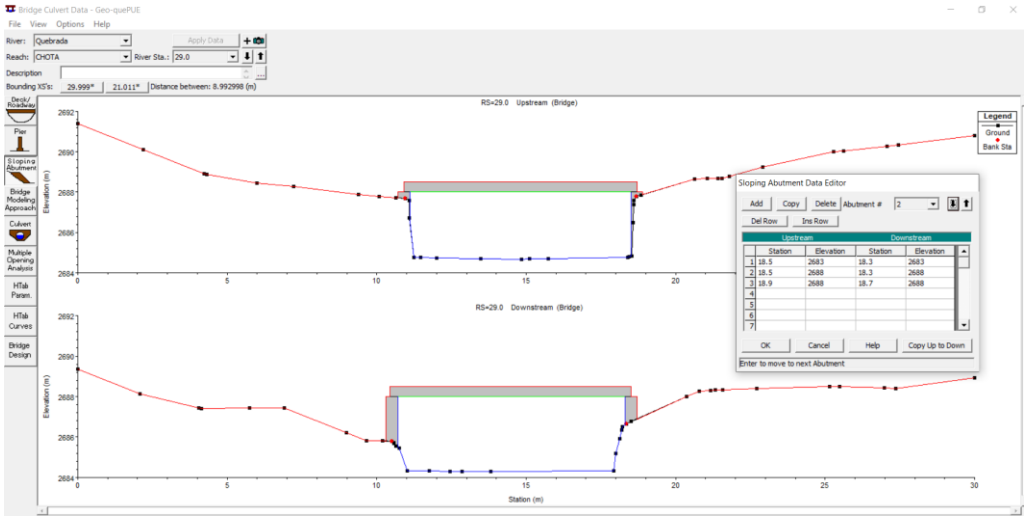
b) Se dibuja las los estribos.



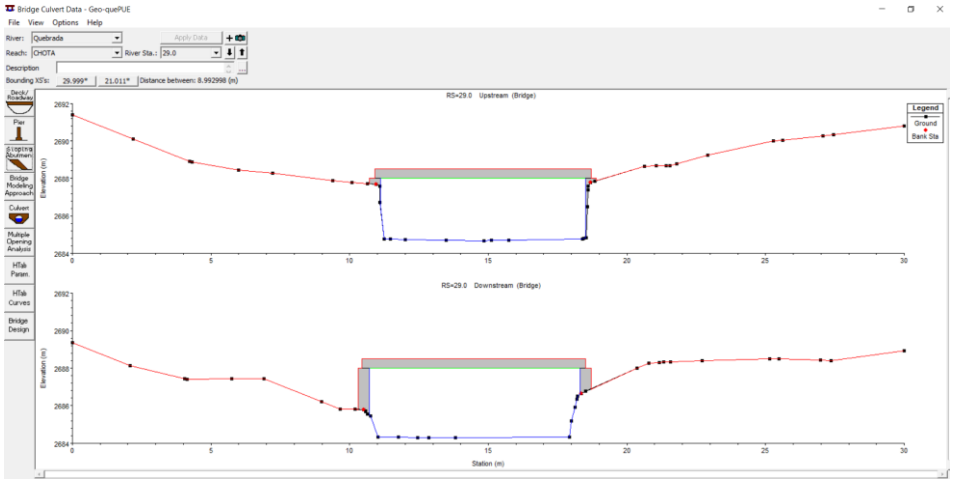
c) Vista del estribo Izquierdo.



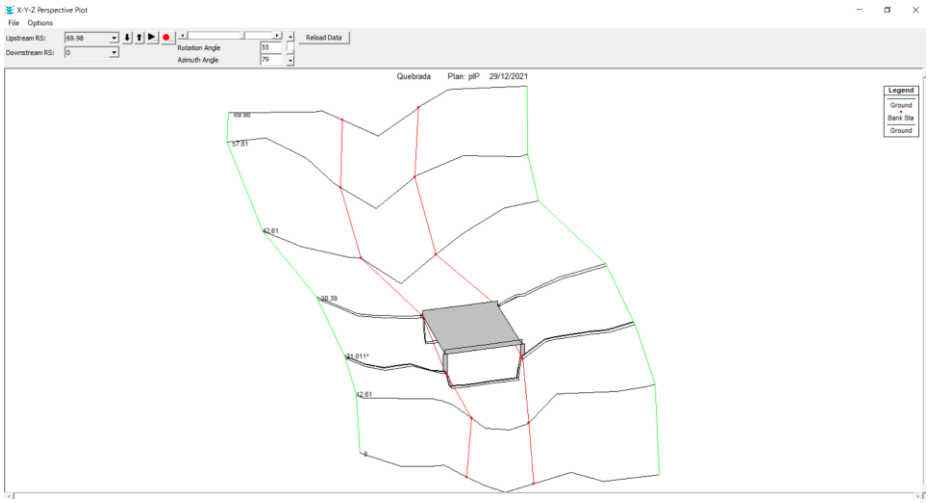
d) Estribo derecho.



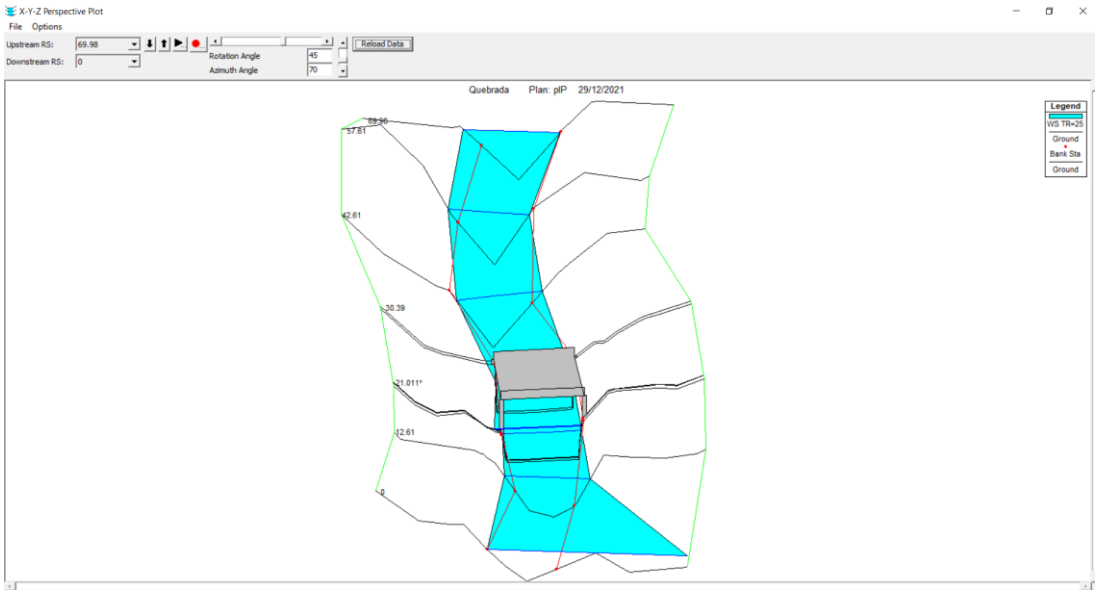
e) Vista del estribo Derecho.



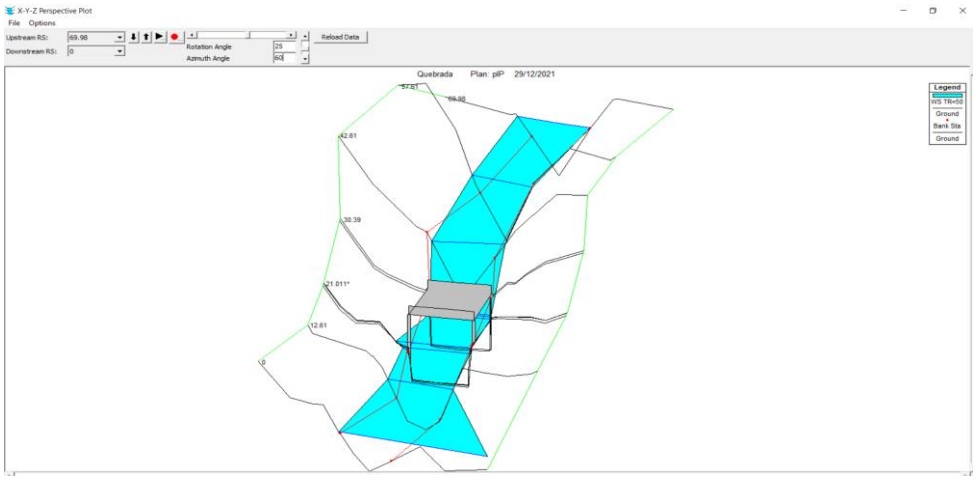
f) Vista del puente en 3d.



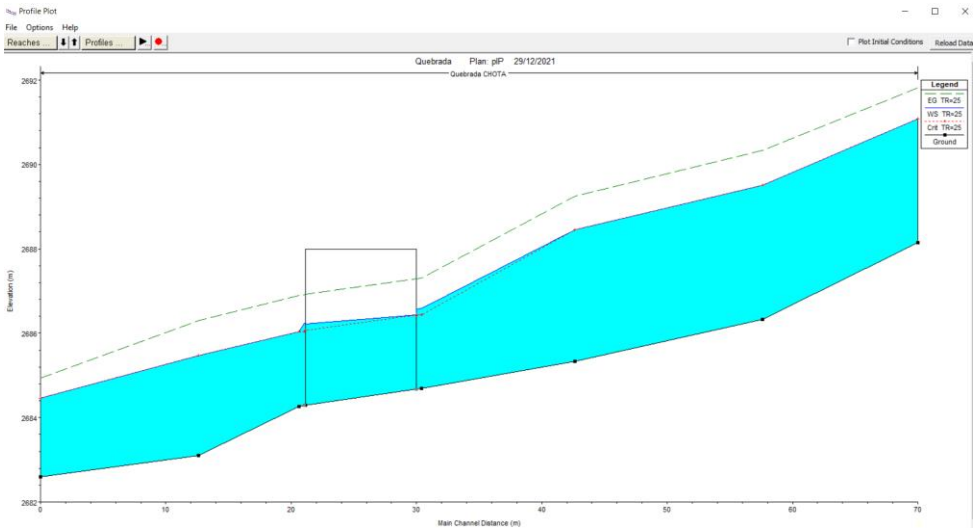
g) Vista el puente con el agua. Vista 3D para una inundación de 25 años.



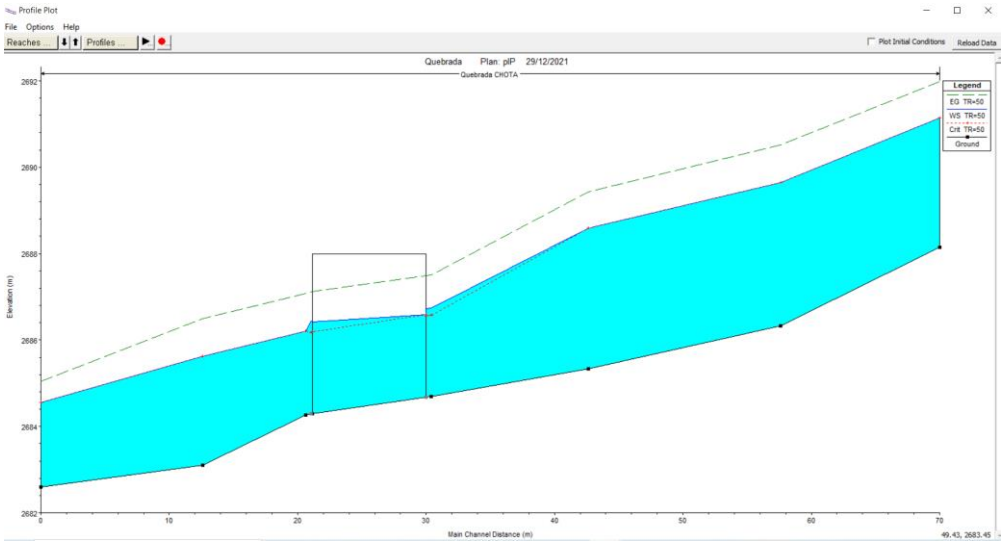
h) Vista 3D para una inundación de 50 años.



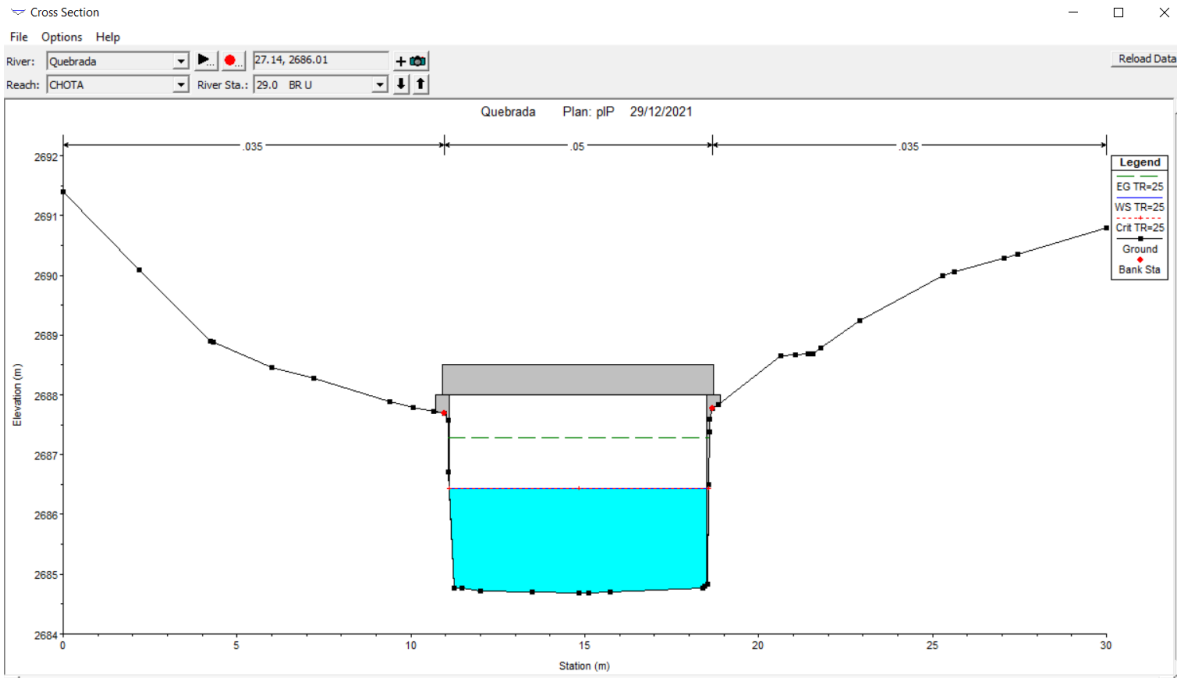
i) Vista de perfil para una inundación de 25 años.



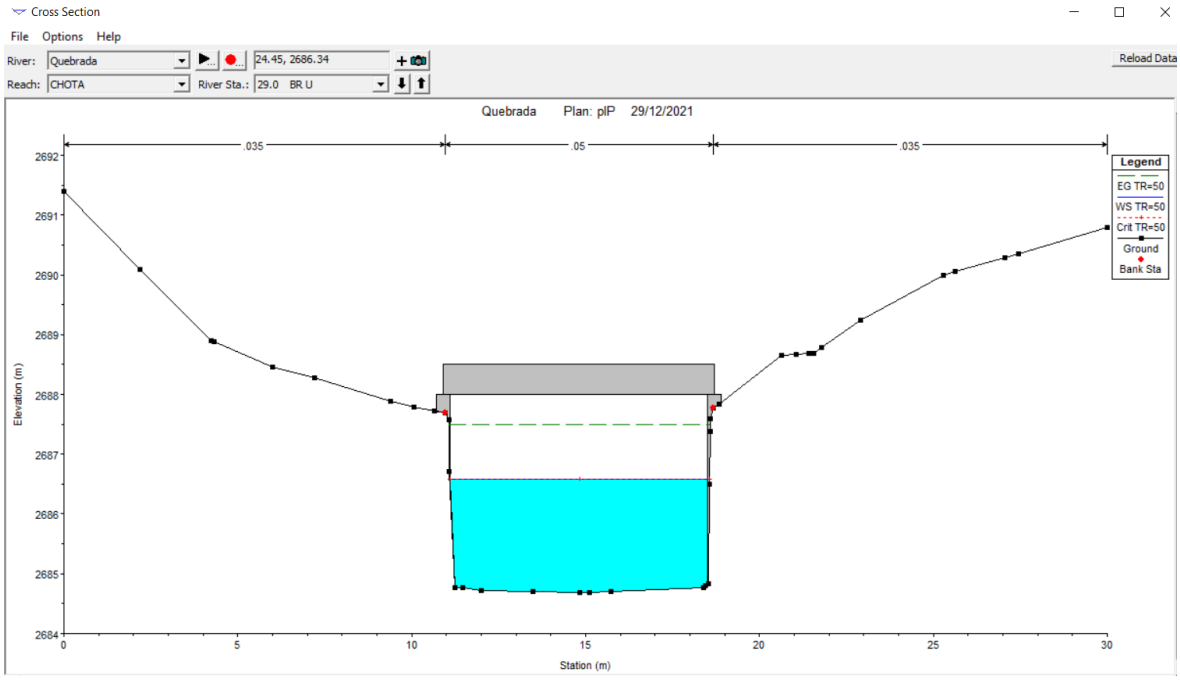
j) Vista de perfil para una inundación de 50 años.



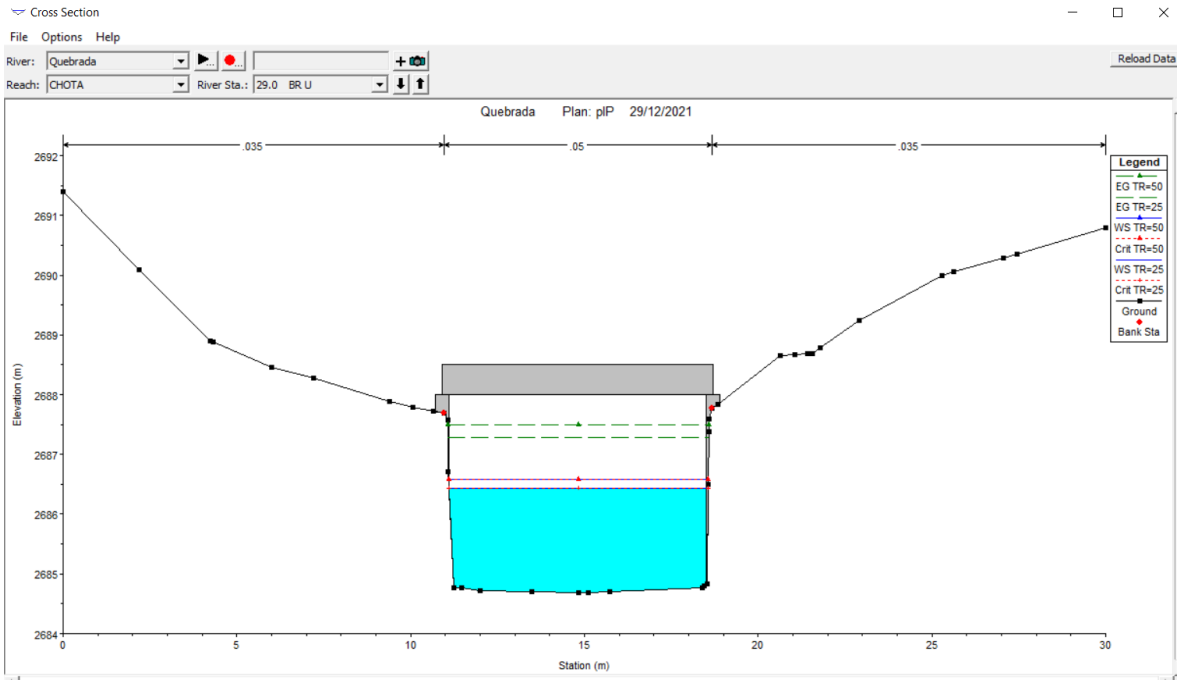
k) Vista de la sección 29 de 25 años.



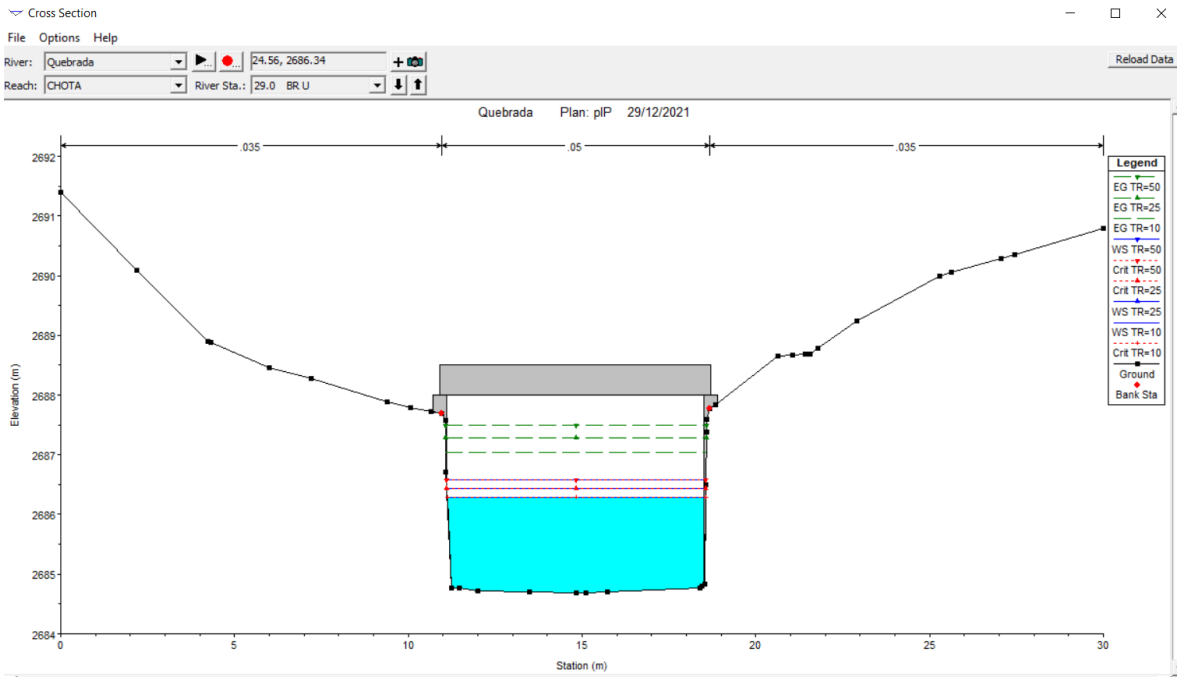
l) Vista de la sección 29 de 50 años.



m) Vista de la sección 29 de 25 y 50 años.

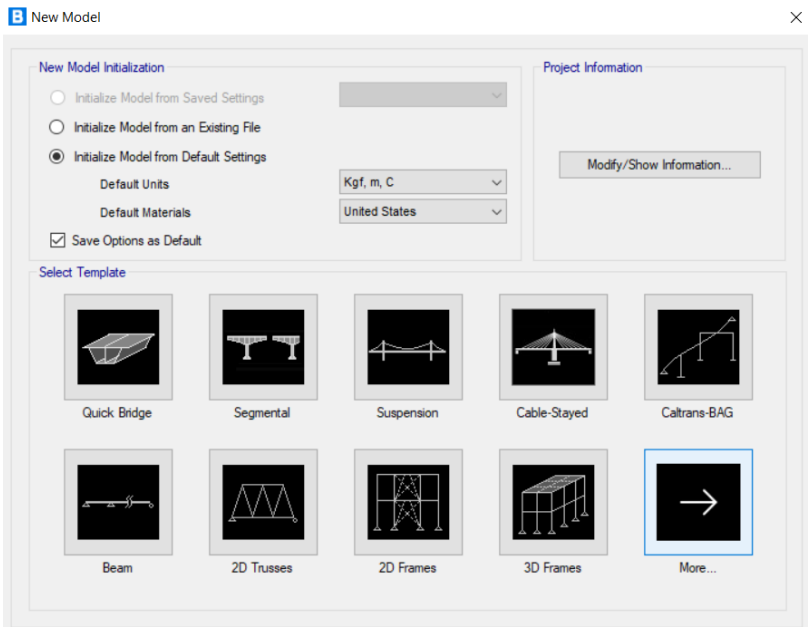


n) Vista de la sección 29 de 10,25 y 50 años.

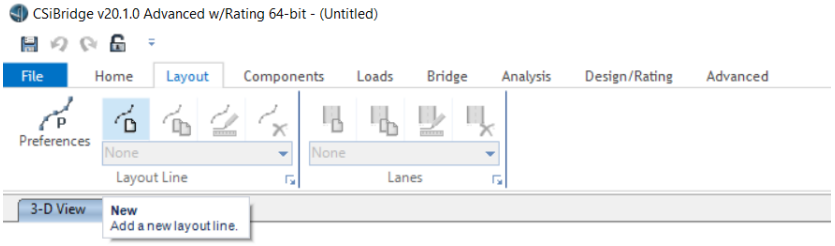


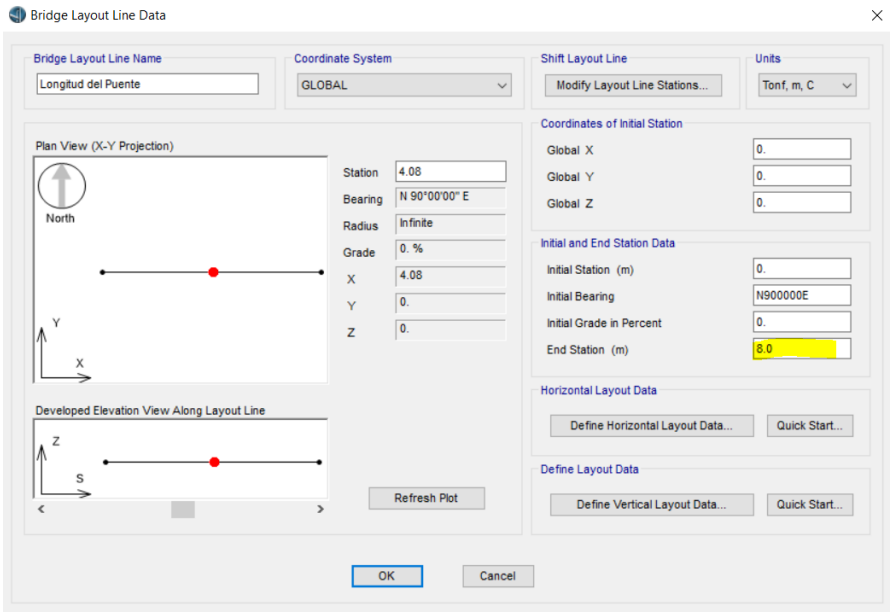
Anexo M. Modelamiento en CSI Bridge del puente losa

a) Para el modelamiento en CSI Bridge, se abre el programa y se selecciona un nuevo modelo de trabajo.

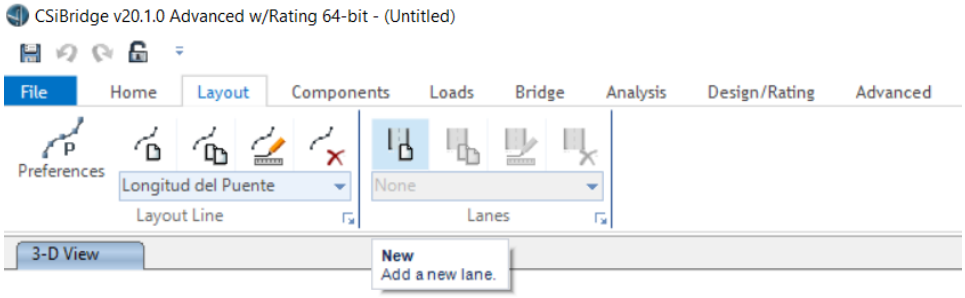


b) Dibujando la línea de referencia también llamado eje. En “Layout/ New”

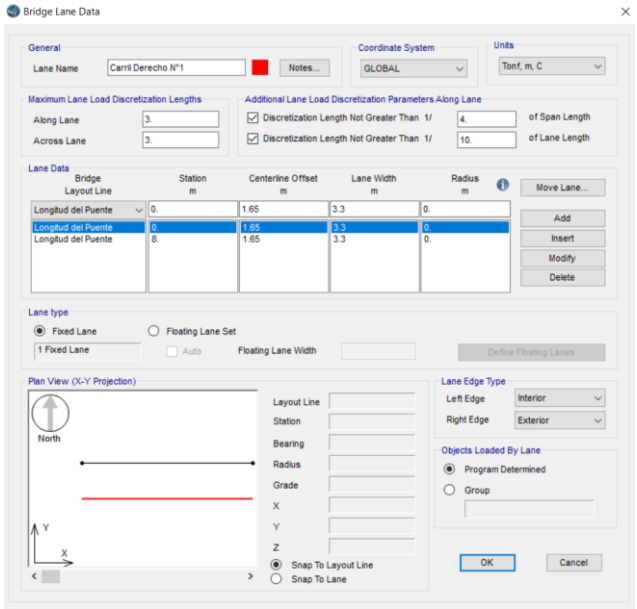




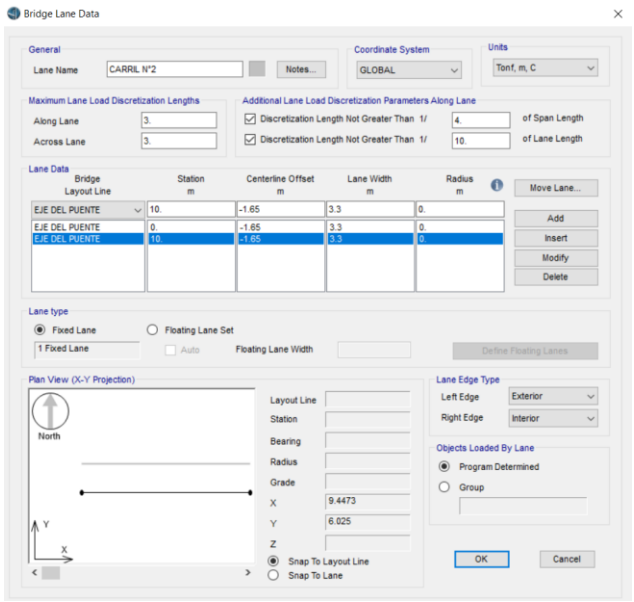
c) Asignar los carriles.



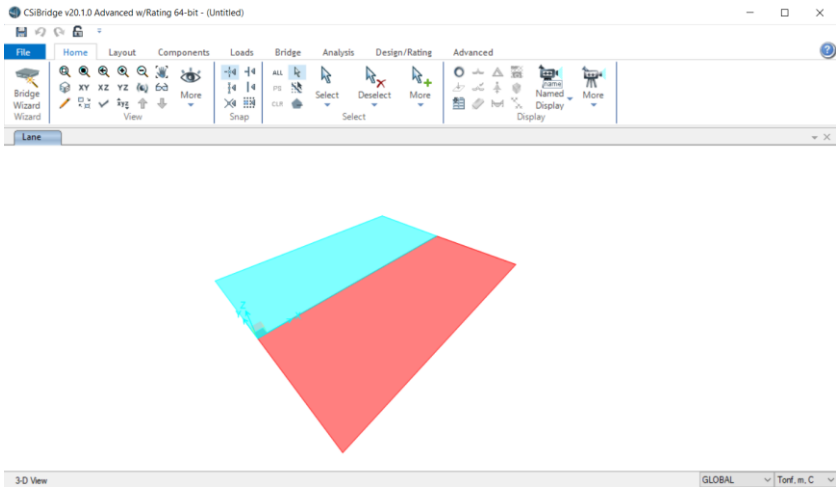
Carril Derecho N° 1



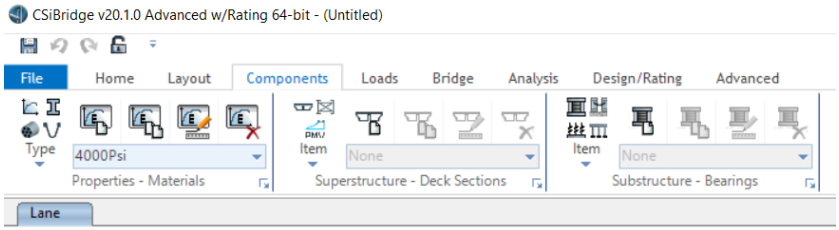
Carril Izquierdo N° 2.



d) En “Show lene Width”, se puede observar el ancho de los carriles.



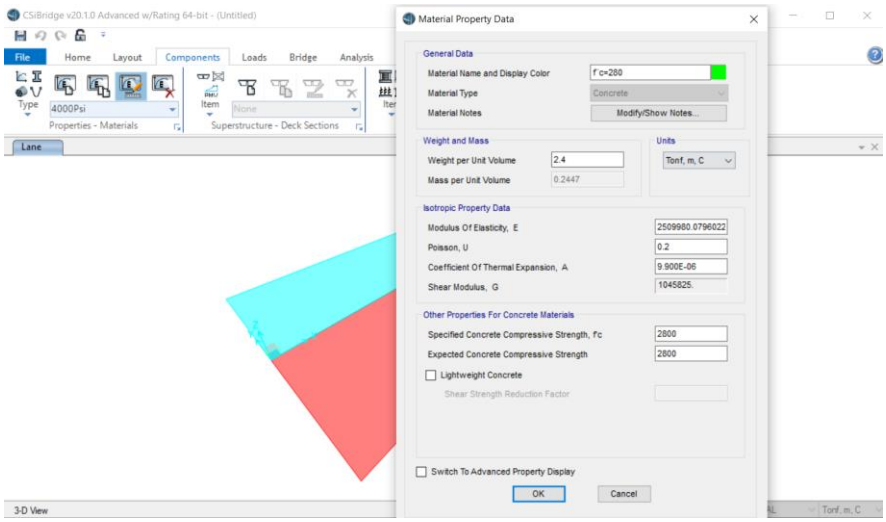
e) Materiales



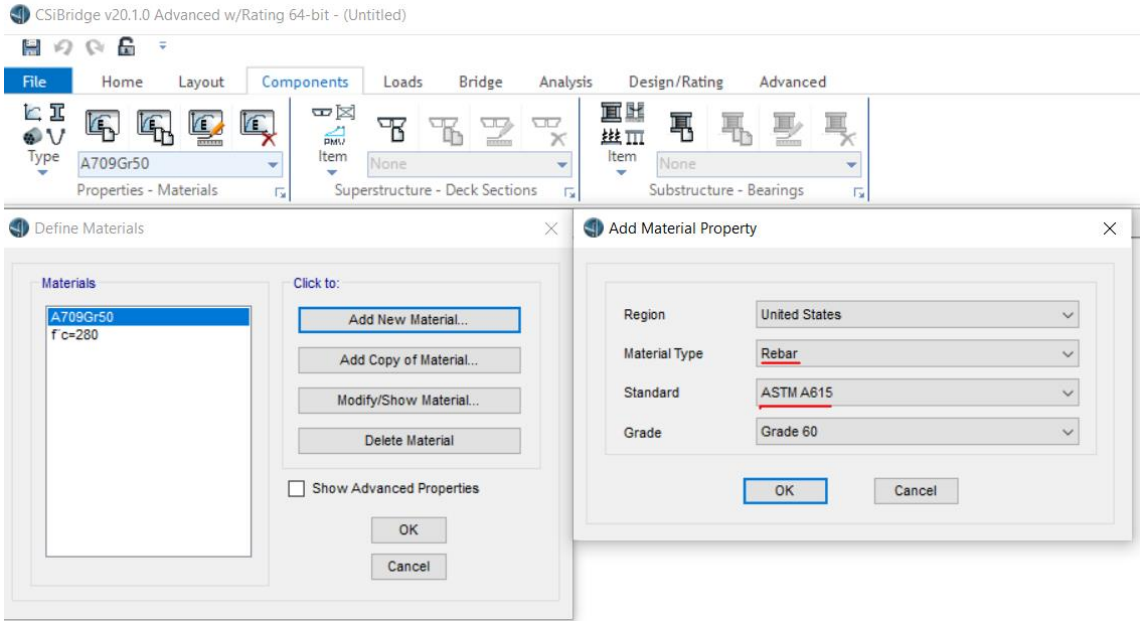
- Material de concreto: modificar el 4000 Psi.

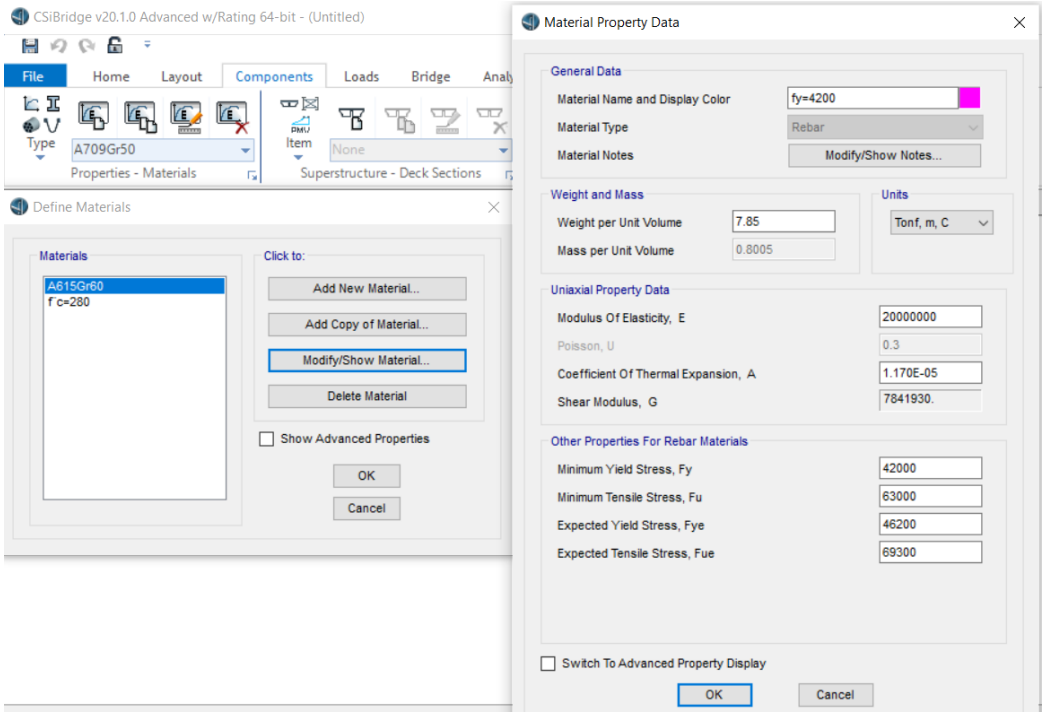
La resistencia del concreto f’c=280 kg/cm2, el peso específico de concreto: 2400 kg/m3: 2.4 tonf/m3.

Módulo de elasticidad del concreto (E): 15000 x $\sqrt{280}$ kg/cm2: 15000*SRQ (280) *10= 2509980.07960223 tonf/m2.



- Material de acero de refuerzo: creamos nuevo material.



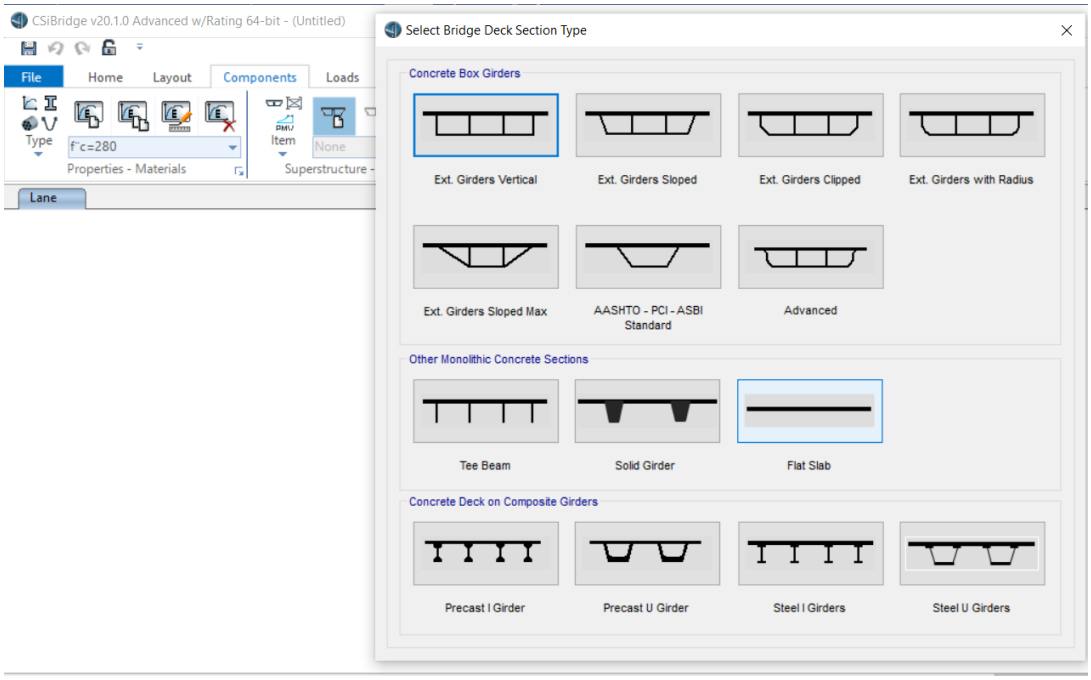


Peso específico del acero es de = 7850 kg/m3: 7.85 Ton/m3

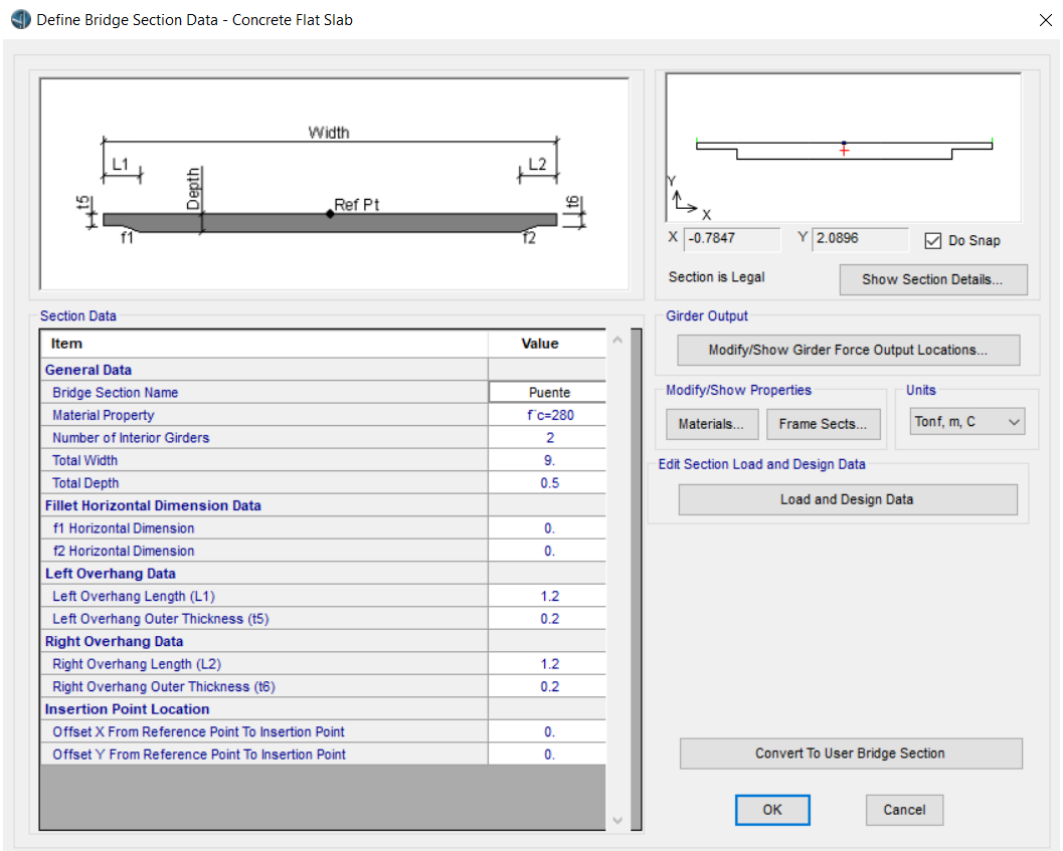
Módulo de elasticidad del acero es de (E)= 2 x 10^6kg/cm2: 20000000 tonf/m2.

La resistencia del acero Fy=4200 kg/cm2

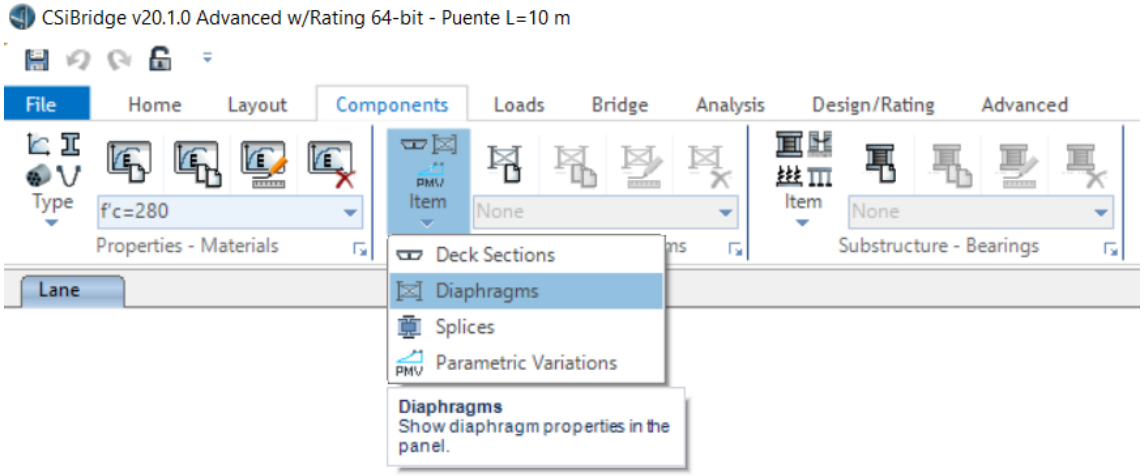
f) Super estructura. Sección del puente, elegimos viga te

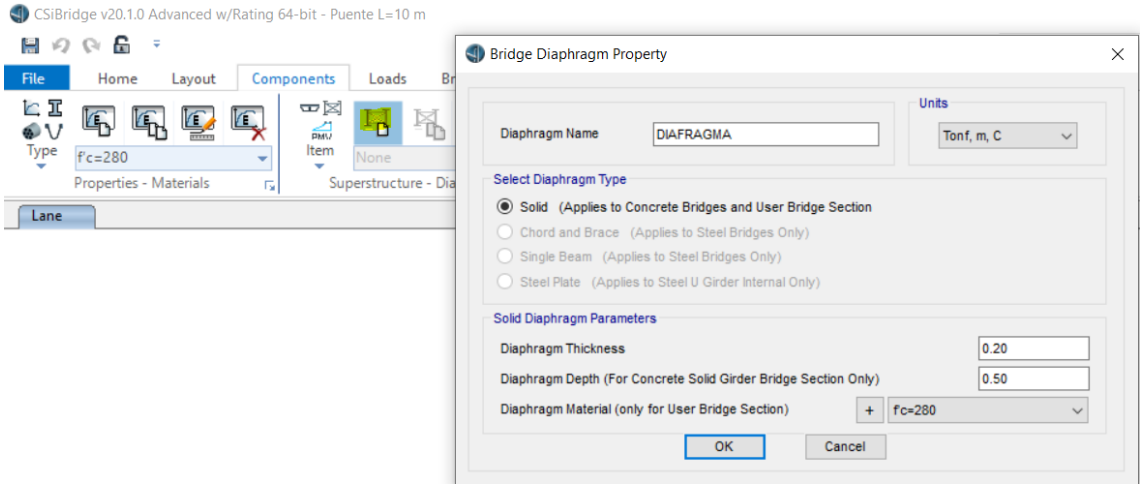


Sección Transversal.



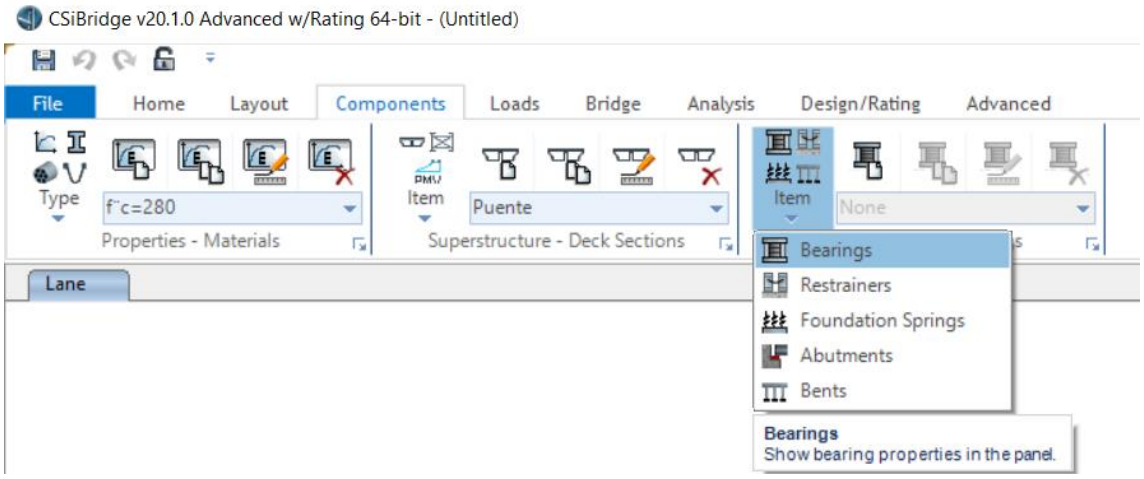
g) Diafragmas



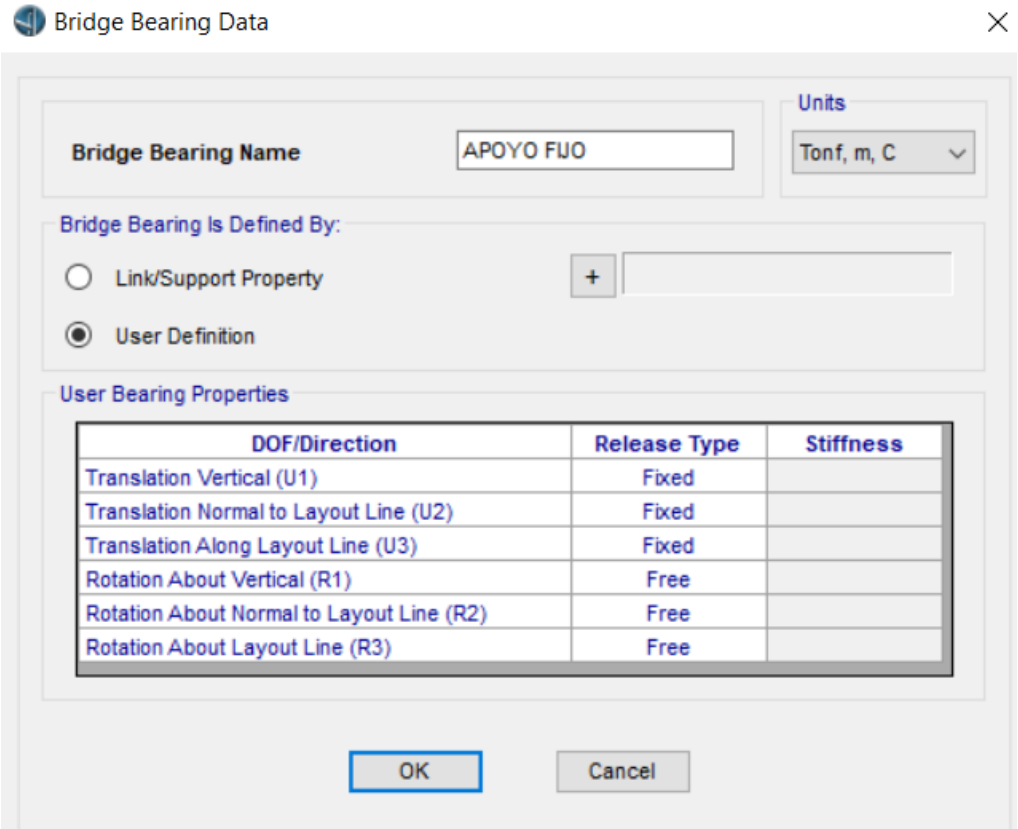


h) Infraestructura.

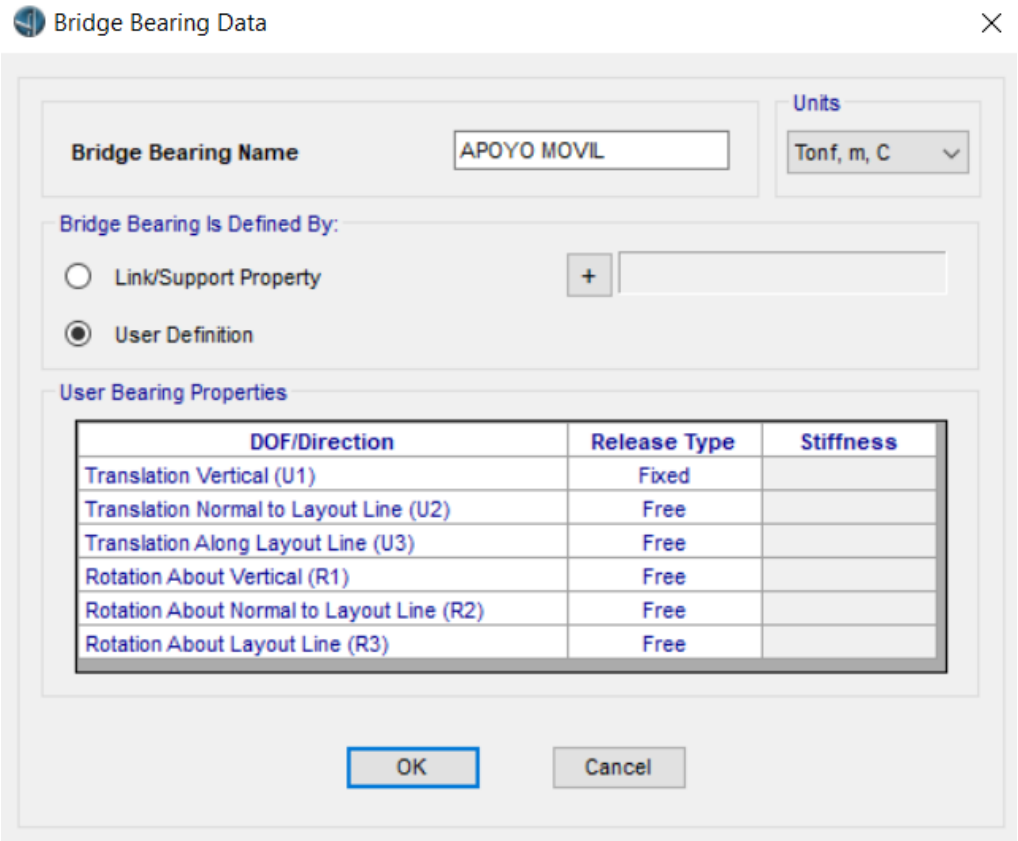
Definimos los apoyos



Apoyo fijo. Se restringe solo las traslaciones.



Apoyo móvil. Se libera en dirección x nada más.

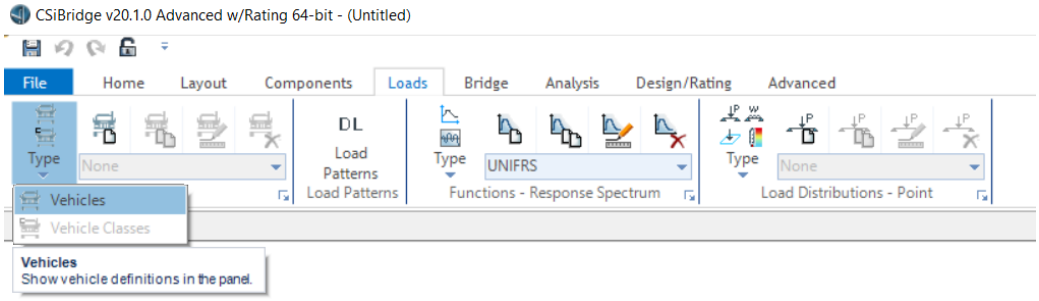


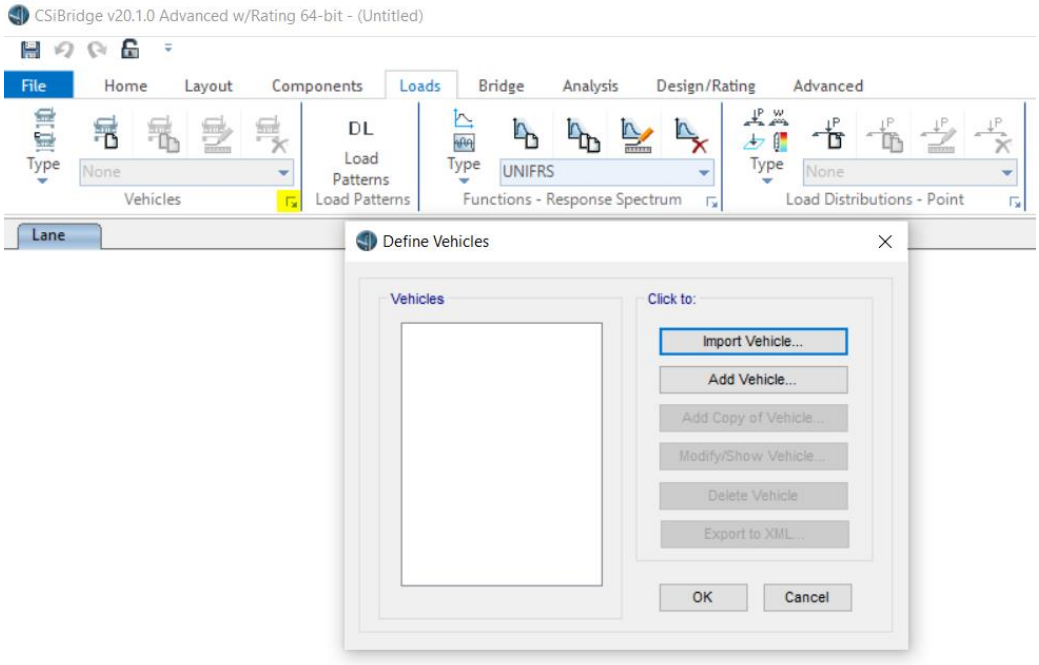
i) Patrones de carga.

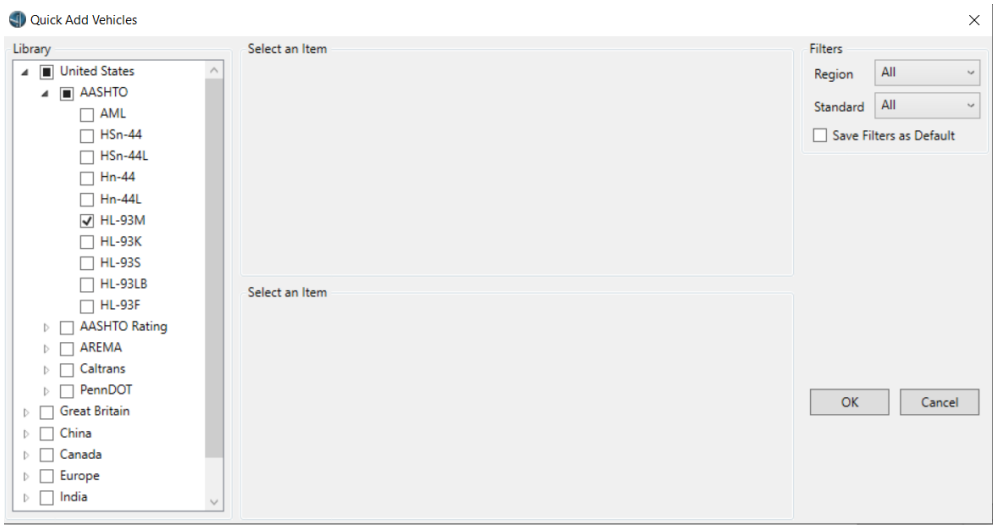
Para tener un orden lógico primero definiremos las cargas vivas y luego la carga muerta.

i.1) Carga viva.

Cargamos el camión de diseño.







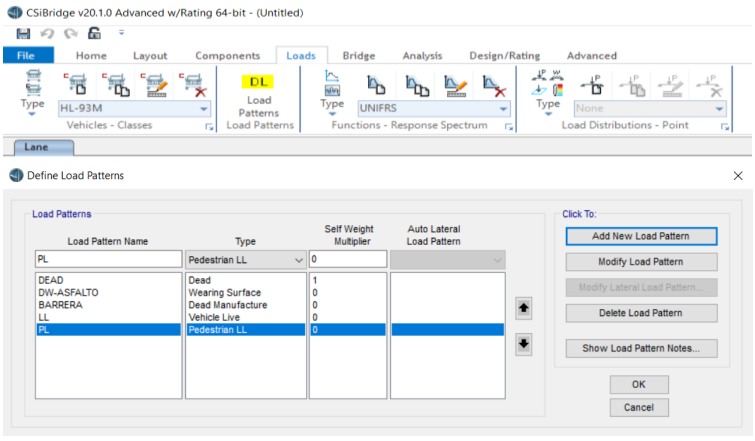
VEHÍCULO HL-93M (TIPO TANDEM)



Ya está incluido el (IM)Incremento por carga vehicular Dinámica (Impacto), que es el 33%, también ya está incluido la carga de carril.

i.2) Patrones de carga.

Carga muerta

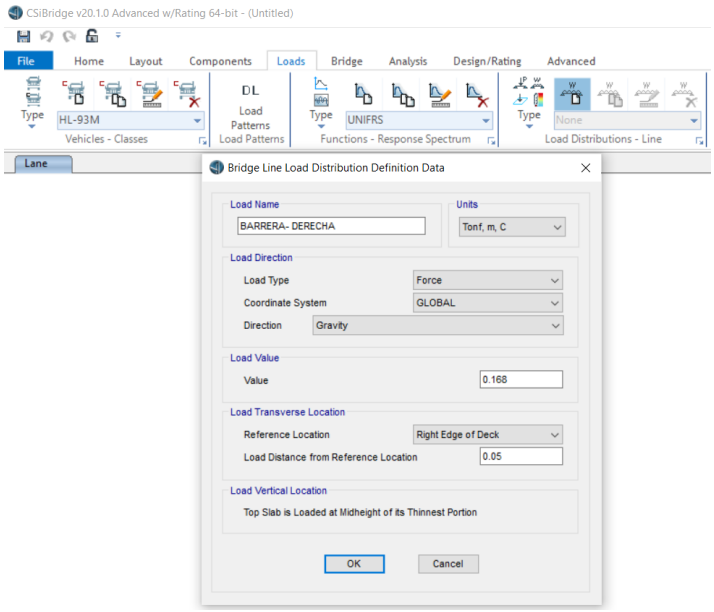


DC= Carga muerta, DW= carga del Asfalto, LL= Carga del Vehículo, PL= Carga Peatonal.

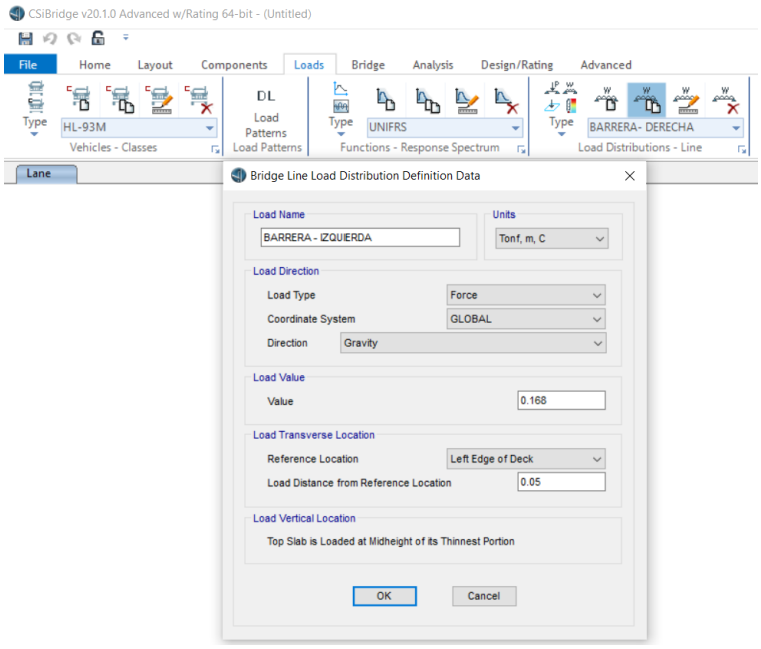
i.3) Definir las cargas de tipo lineal, área.

METRADO DE CARGAS EN SUPERESTRUCTURA					
Peso de losa	0.2	x	2.4	0.480	ton/m2
Peso de asfalto	0.05	x	2.25	0.113	ton/m2
Carga peatonal	0.36				ton/m2
Peso de barra	0.07	x	2.4	0.168	ton/m
Sobrecarga de diseño	HL-93M				

Lado derecho.

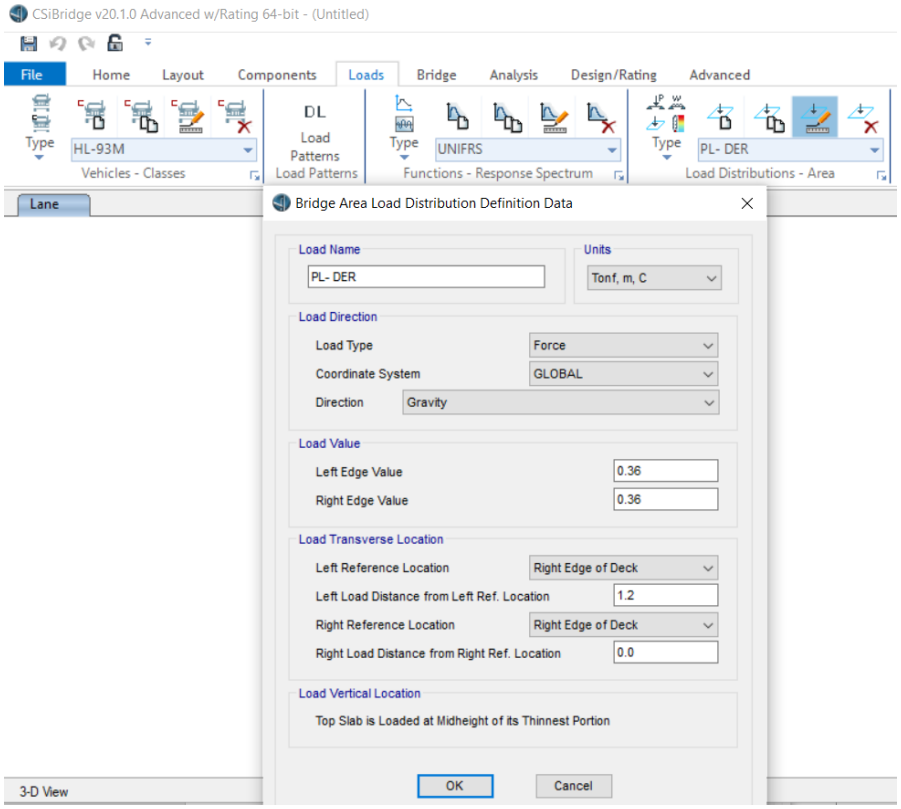


Lado Izquierdo.

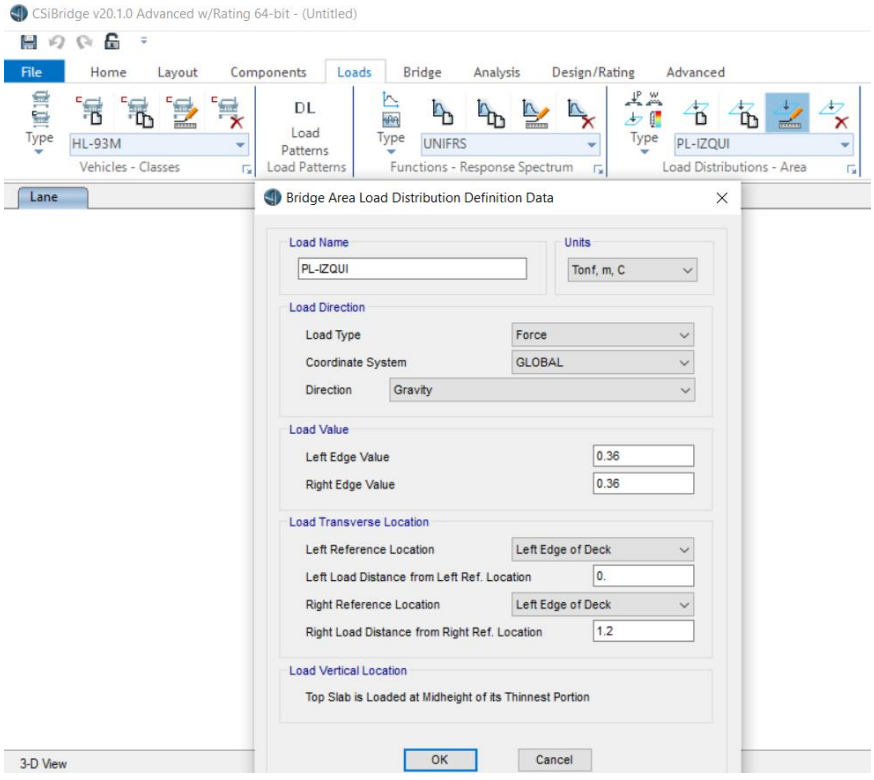


Cargas de peatonal.

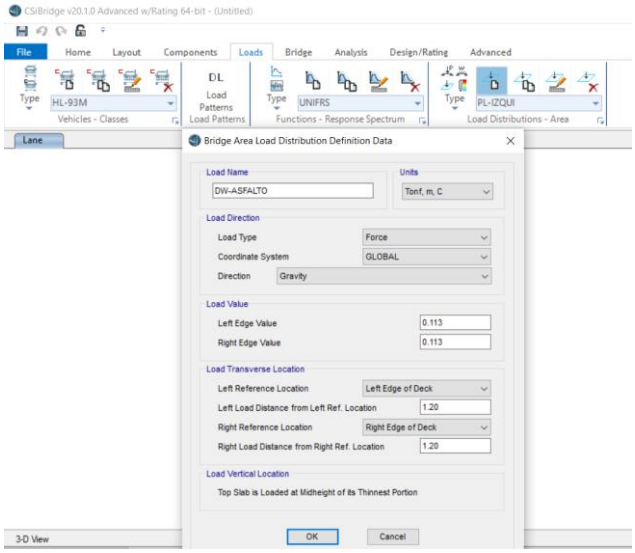
Lado Derecho.



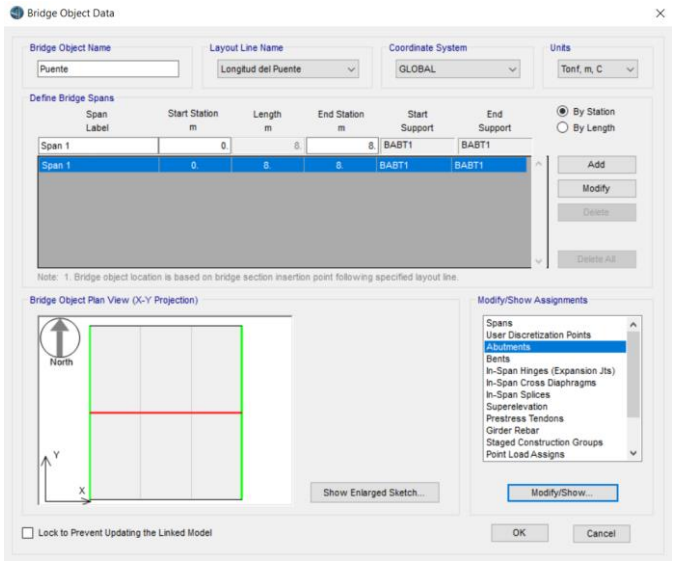
Lado Izquierdo.



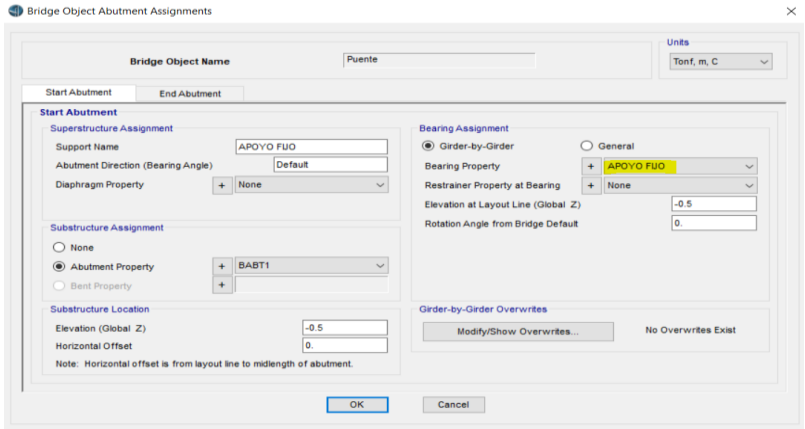
Carga del asfalto.



j) Asignación de componentes del puente

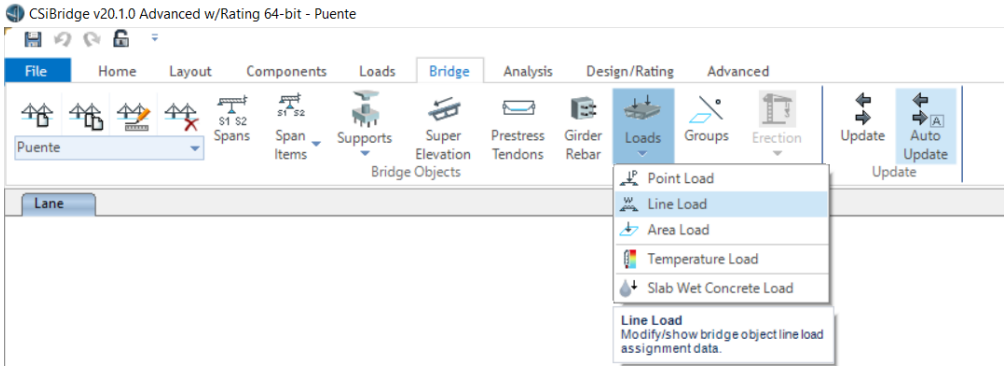


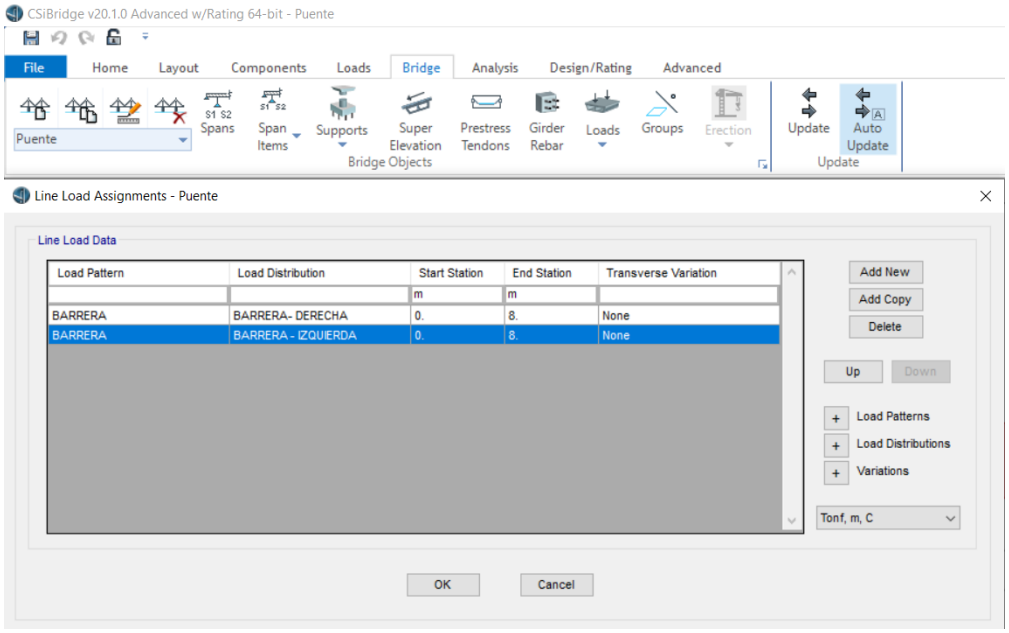
Se asigna los apoyos fijo y móvil.



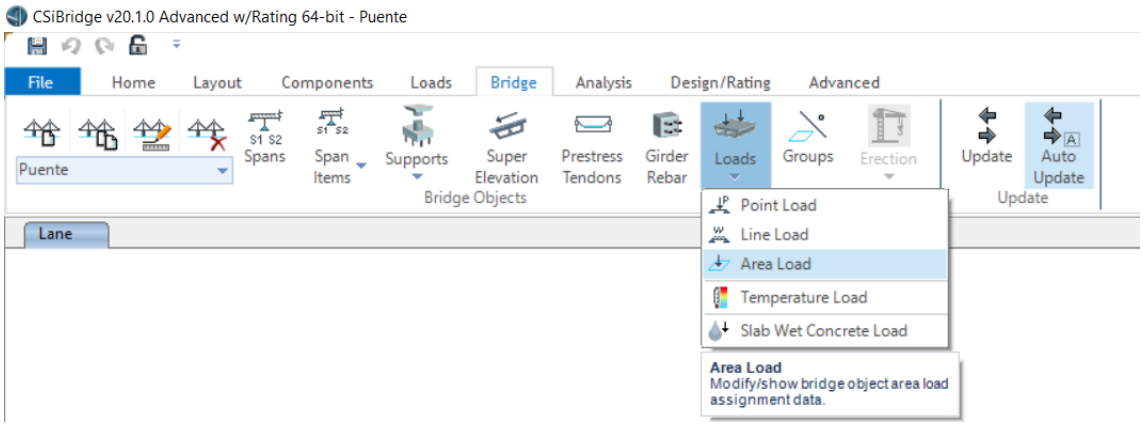
k) Asignar las cargas.

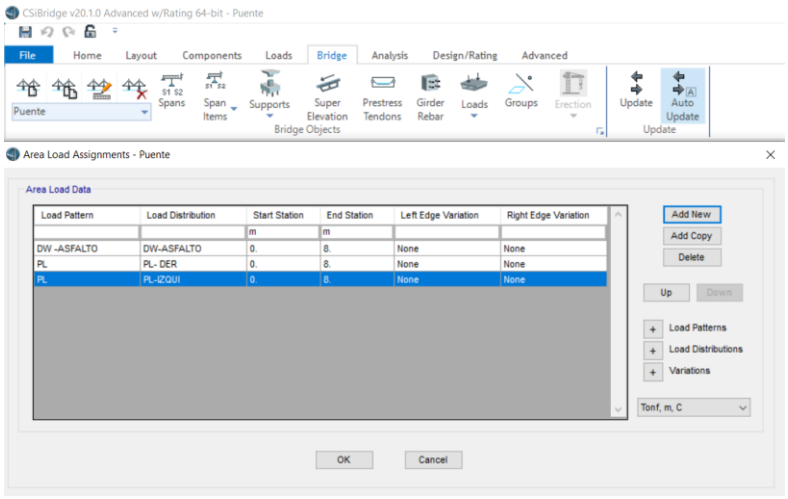
Cargas lineales.



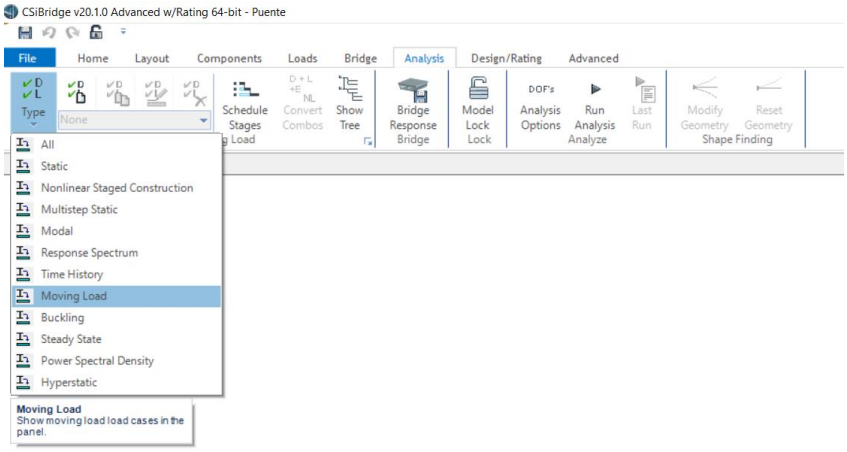


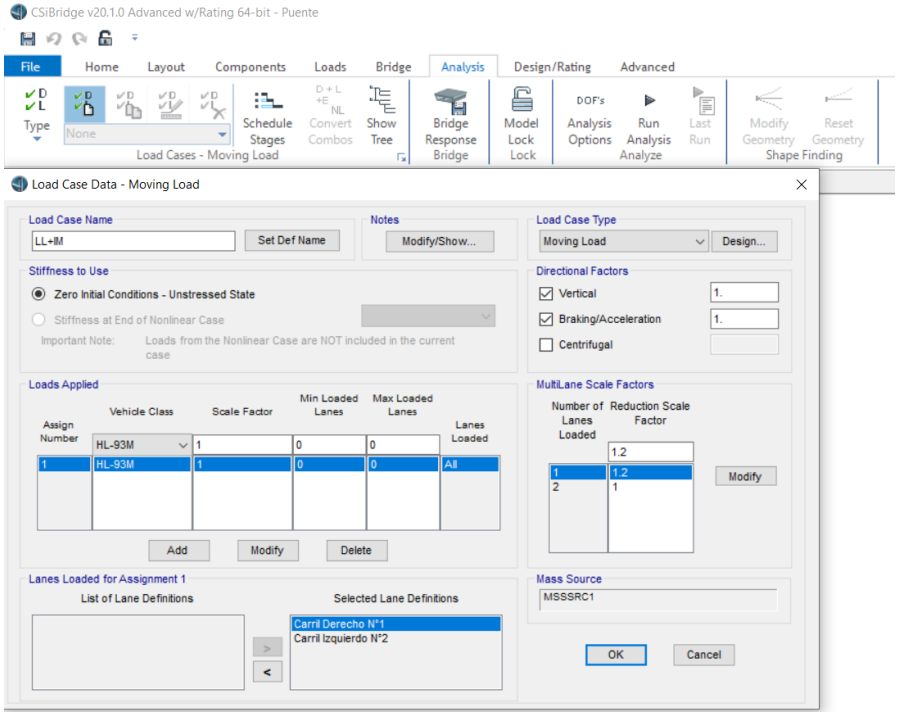
Cargas superficiales (de área).





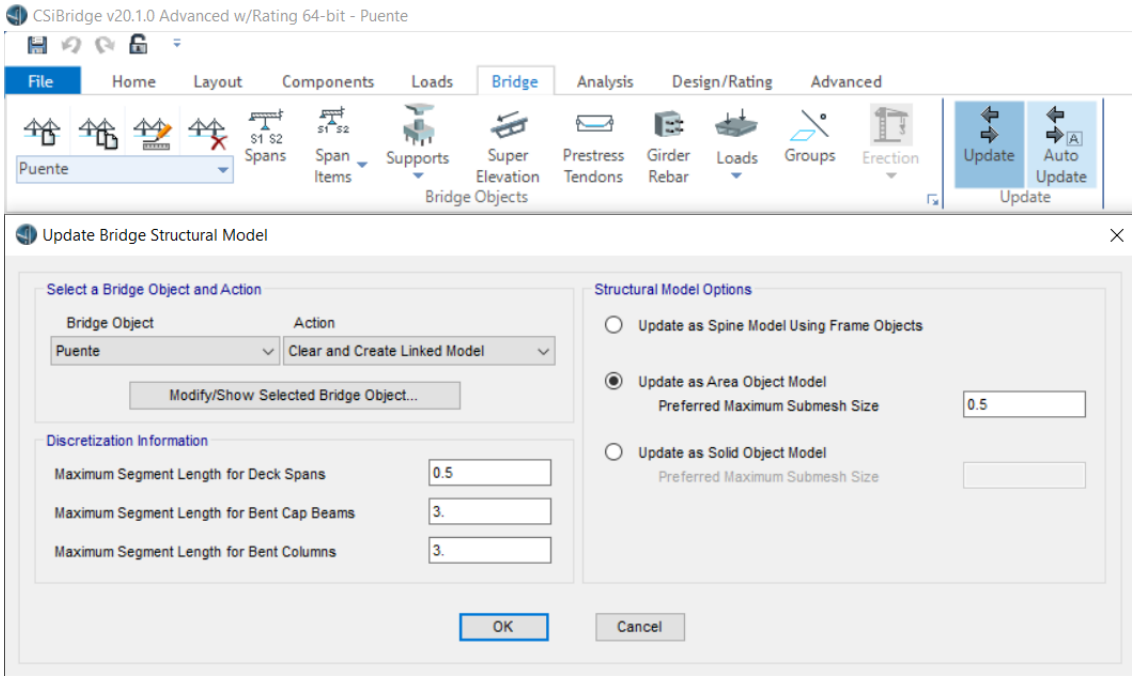
Cargas Móvil.



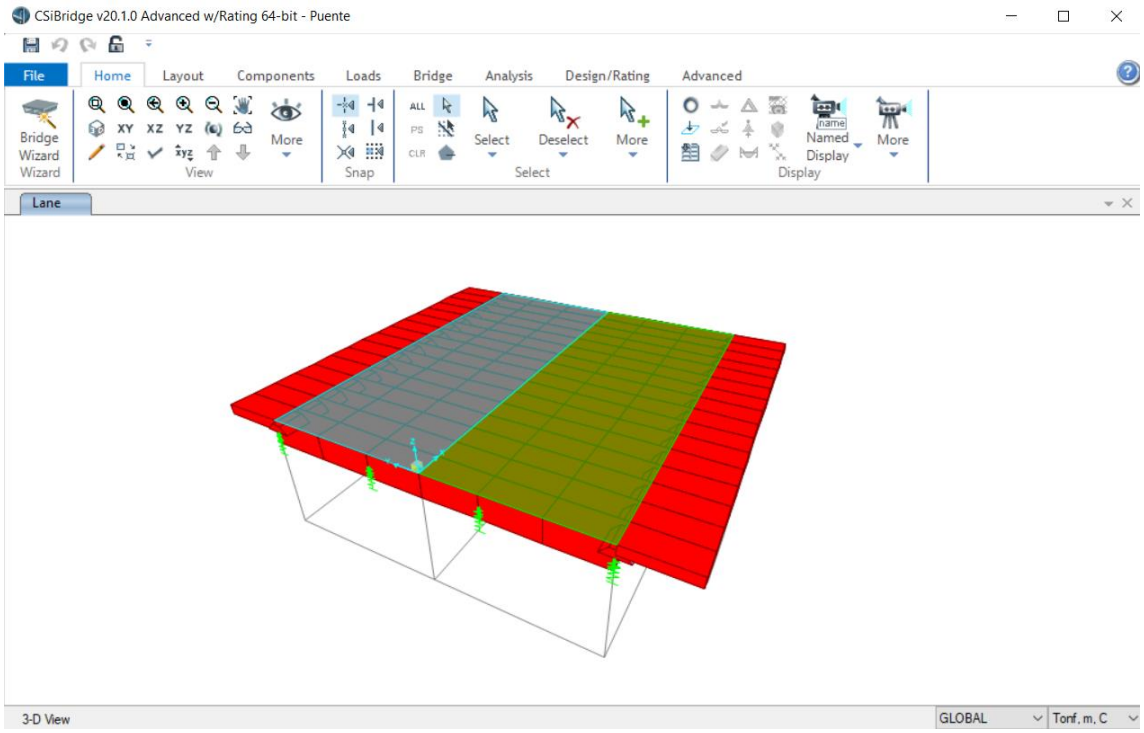


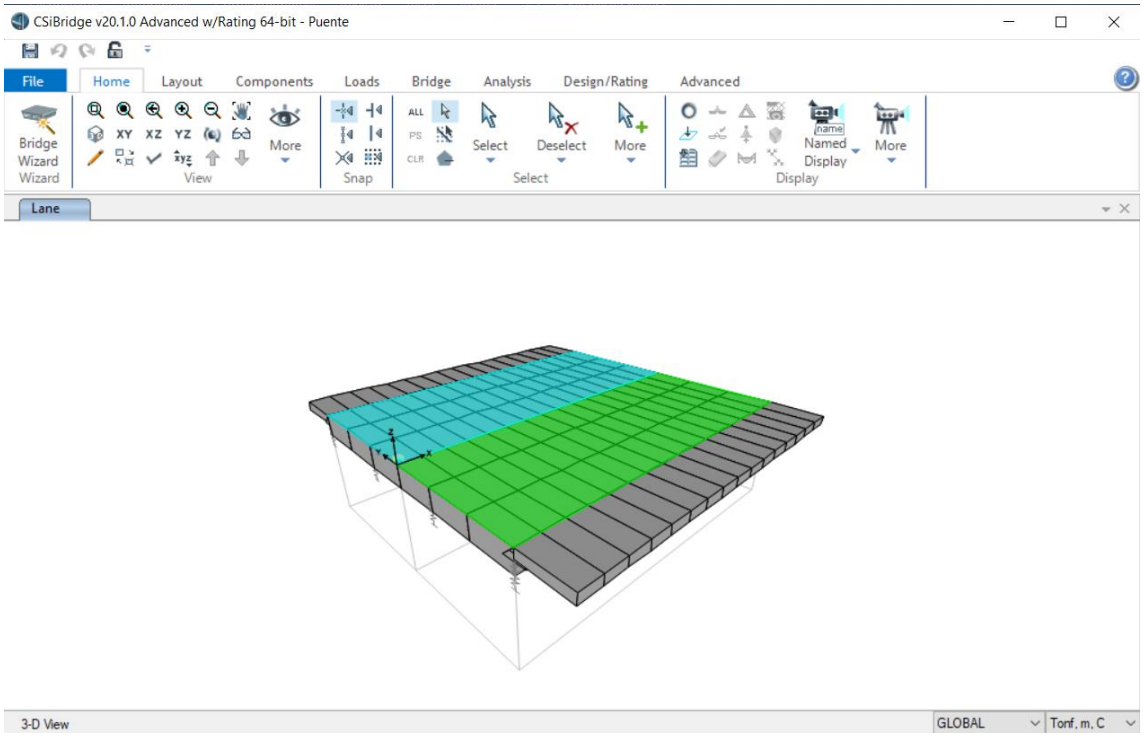
l) Generar los elementos del puente.

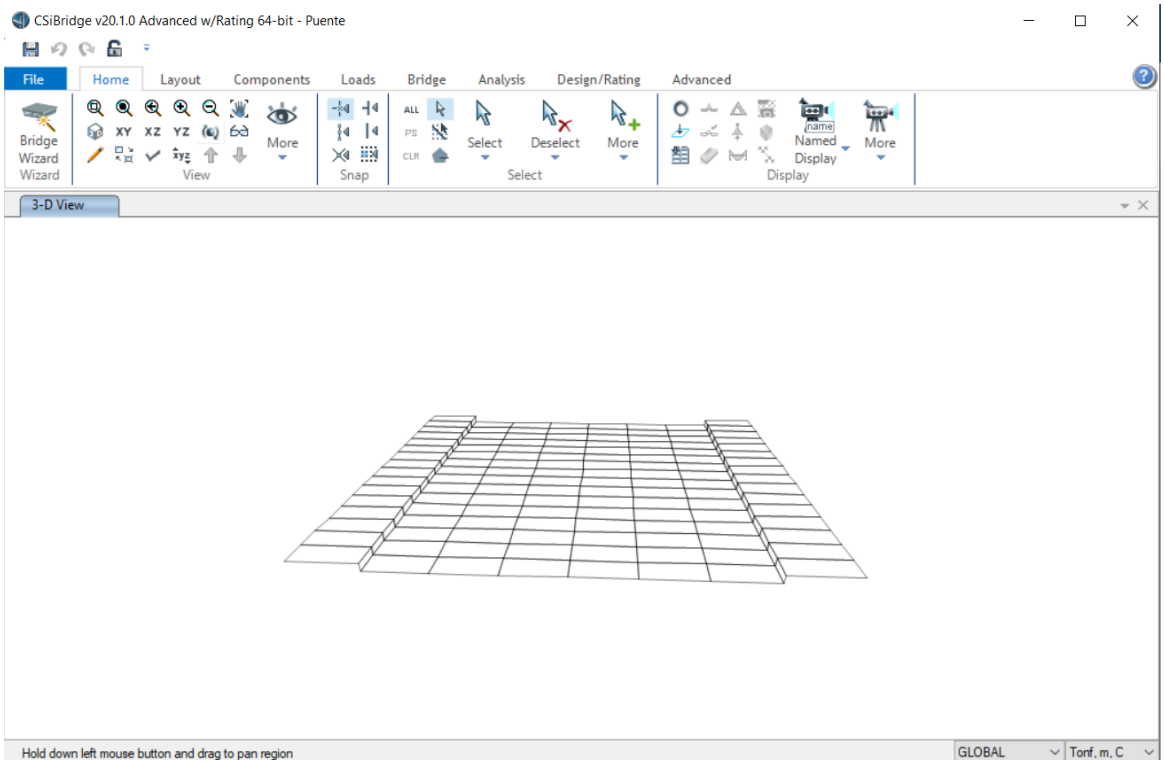
Discretizar: longitud de los segmentos:



Se analizar la estructura del puente: mediate áreas.

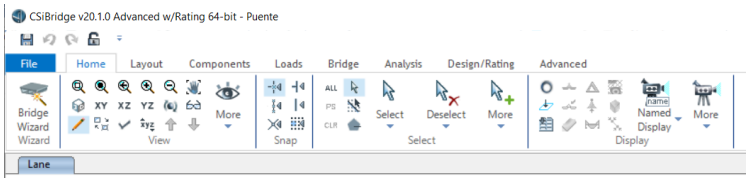



CSiBridge v20.1.0 Advanced w/Rating 64-bit - Puente
File
Home
Layout
Components
Loads
Bridge
Analysis
Design/Rating
Advanced
Bridge Wizard
Wizard
View
More
Snap
Select
Deselect
More
Select
Named Display
More
Display
Lane
3-D View
GLOBAL
Tonf, m, C

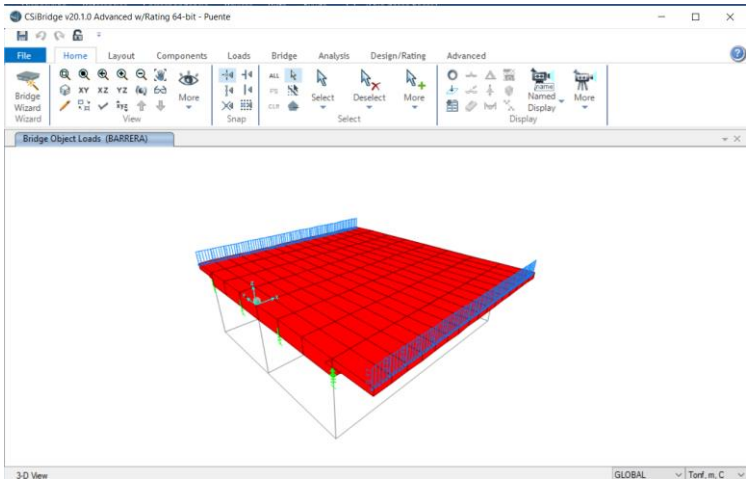

CSiBridge v20.1.0 Advanced w/Rating 64-bit - Puente
File
Home
Layout
Components
Loads
Bridge
Analysis
Design/Rating
Advanced
Bridge Wizard
Wizard
View
More
Snap
Select
Deselect
More
Select
Named Display
More
Display
3-D View
Hold down left mouse button and drag to pan region
GLOBAL
Tonf, m, C

1. Observar las cargas que se asignado.

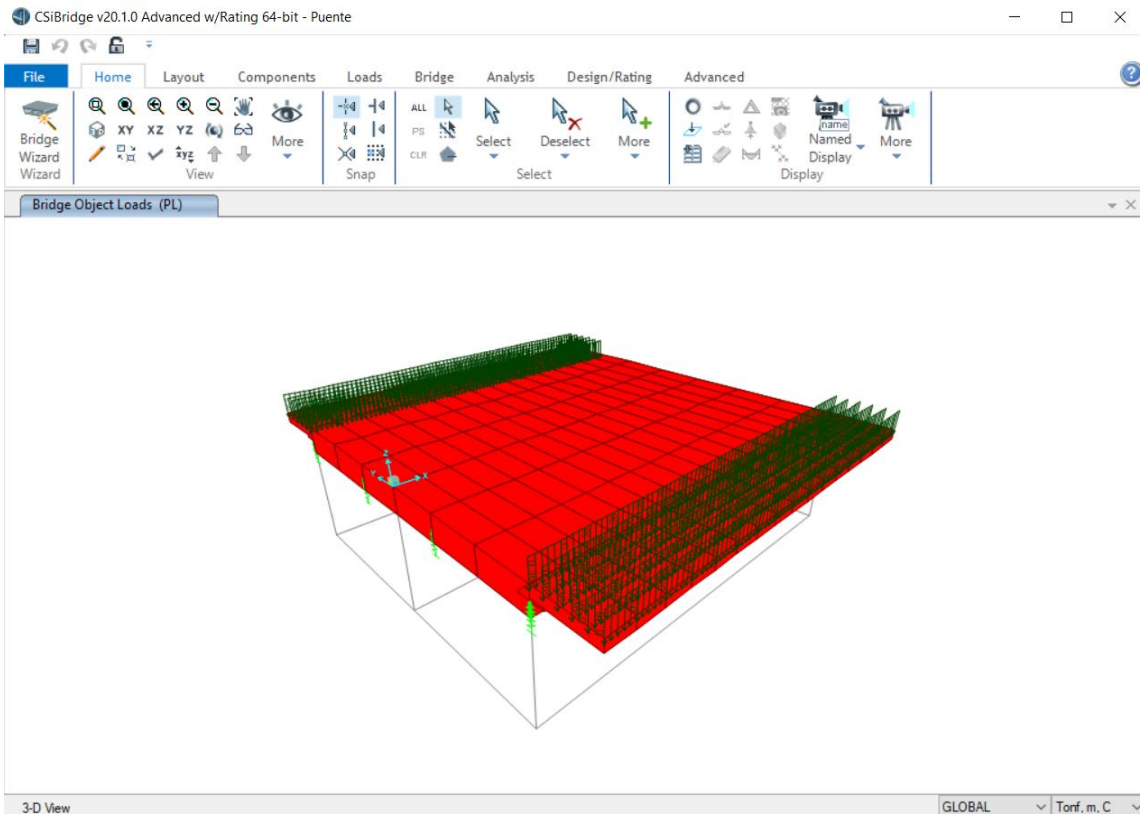
En Home.



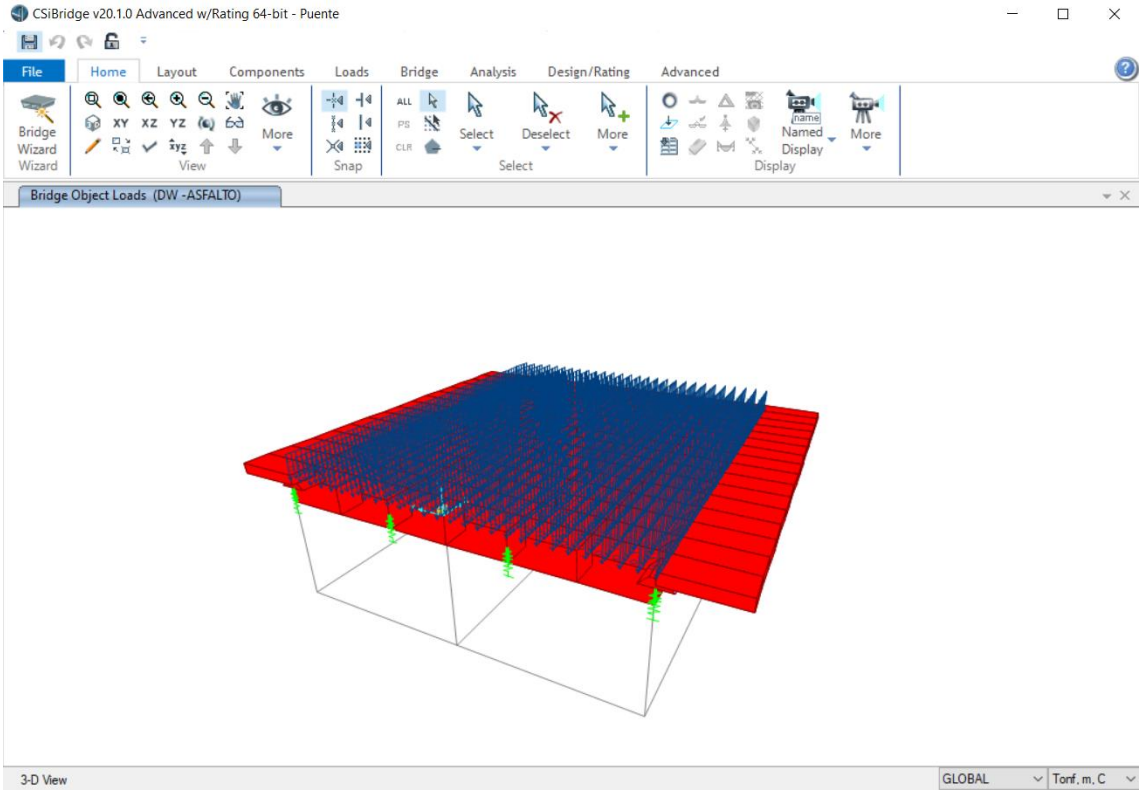
Carga de las barreras.



Carga peatonal.

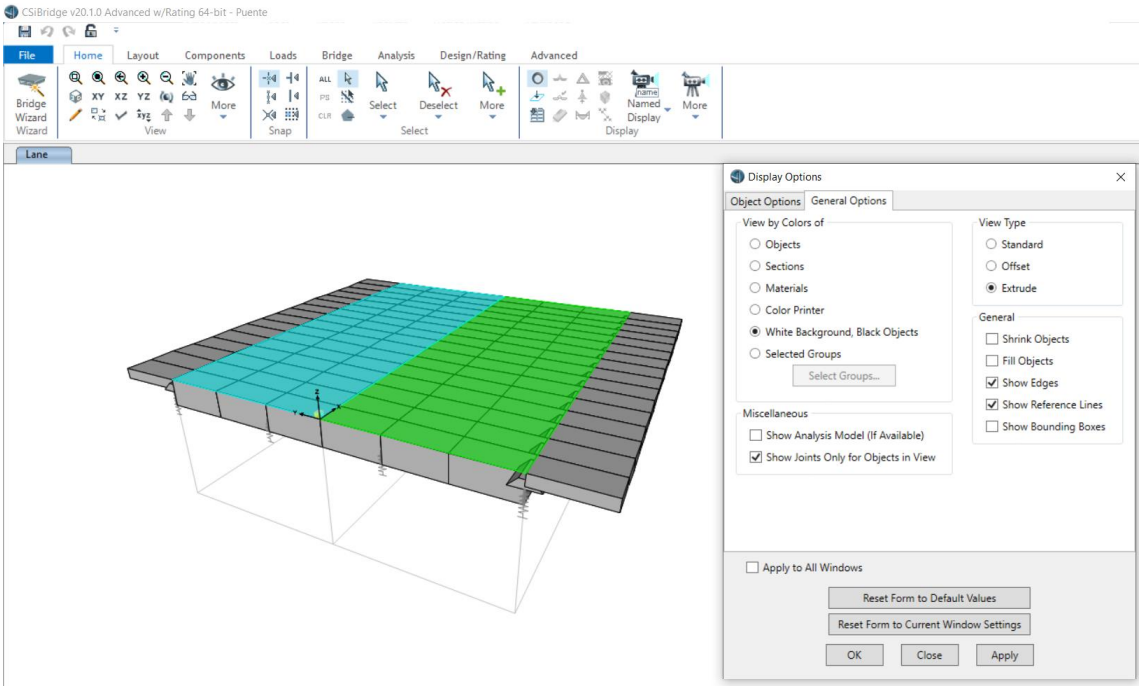


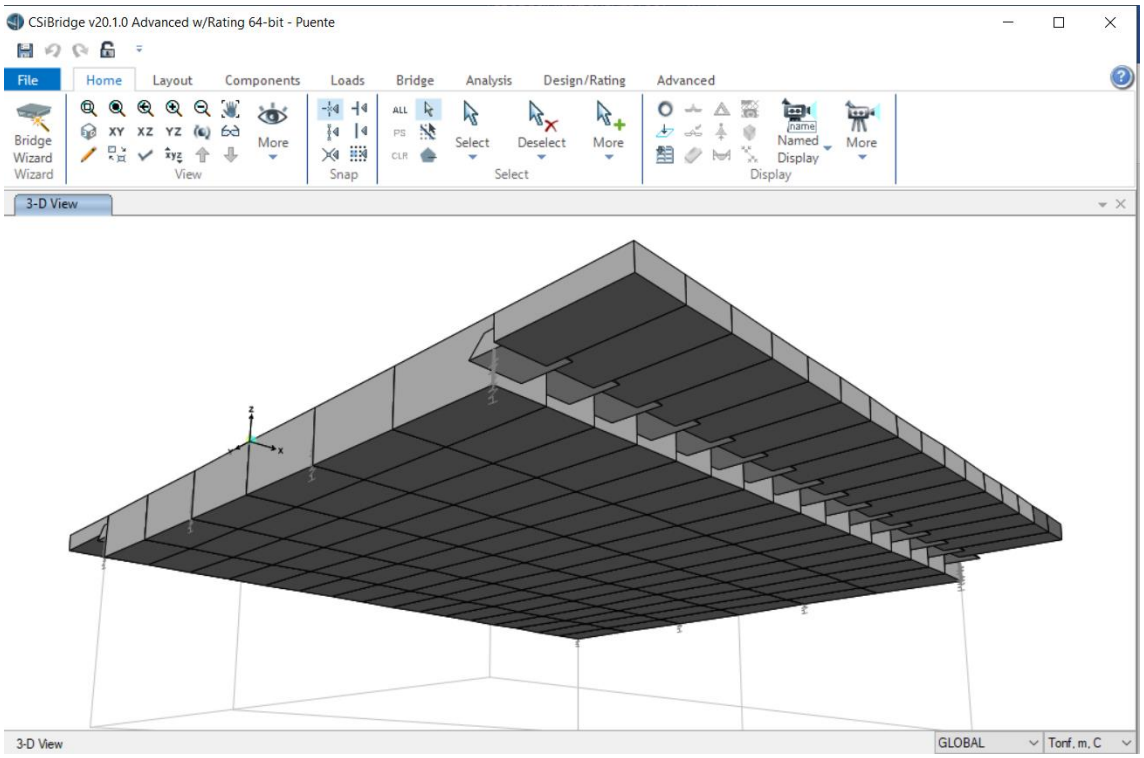
Carga de asfalto.

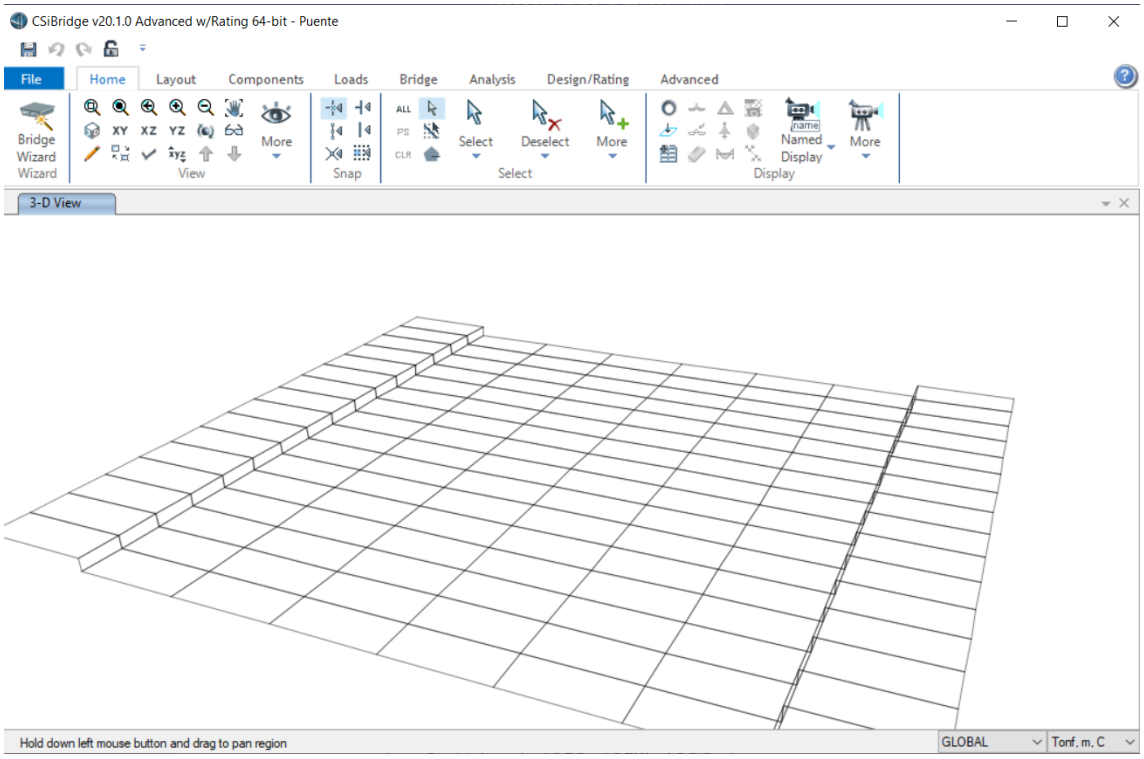


Se observa de esa manera.

En HOME, podemos ver en una mejor perspectiva tu puente.




CSiBridge v20.1.0 Advanced w/Rating 64-bit - Puente
File
Home
Layout
Components
Loads
Bridge
Analysis
Design/Rating
Advanced
Bridge Wizard
Wizard
View
Snap
Select
Deselect
Named Display
Display
3-D View
3-D View
GLOBAL
Tonf, m, C


CSiBridge v20.1.0 Advanced w/Rating 64-bit - Puente
File
Home
Layout
Components
Loads
Bridge
Analysis
Design/Rating
Advanced
Bridge Wizard
Wizard
View
Snap
Select
Deselect
Named Display
Display
3-D View
Hold down left mouse button and drag to pan region
GLOBAL
Tonf, m, C

m) Combinaciones de cargas.

Para obtener los momentos por flexión y fuerzas por corte se tomas las combinaciones de carga por resistencia I y servicio I especificadas por la AASHTO.

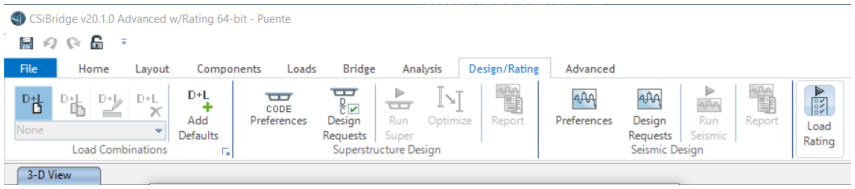
Combinaciones	Cargas
Resistencia I	1.25 DC + 1.5 DW + 1.75 S/C
Servicio I	1.0 DC + 1.0 DW + 1.0 S/C

Fuente: Manual de puentes MTC, 2018

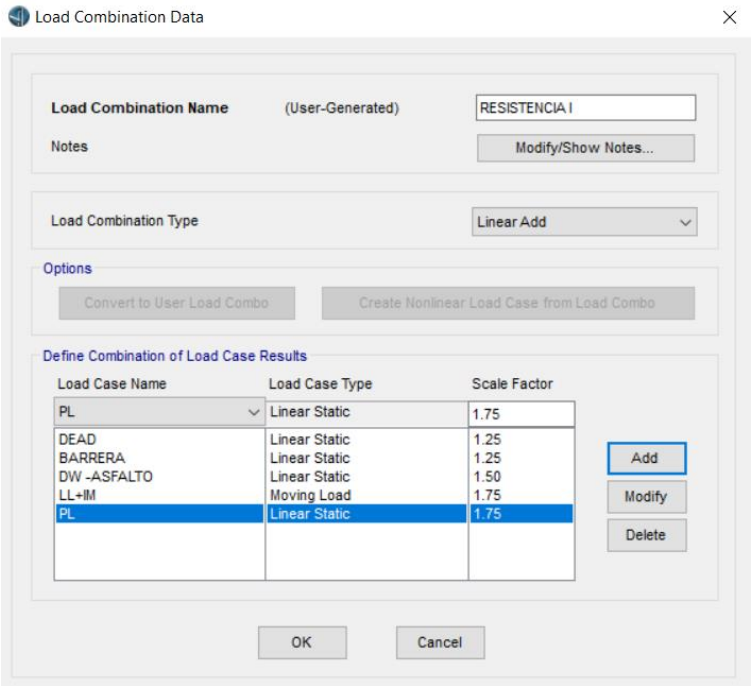
Con ello se obtienen los siguientes momentos en Resistencia 1

Resistencia I: $U = n[1.25DC + 1.50DW + 1.75(LL+IM)]$
Servicio I: $U = n[1.0DC + 1.0DW + 1.0(LL+IM)]$

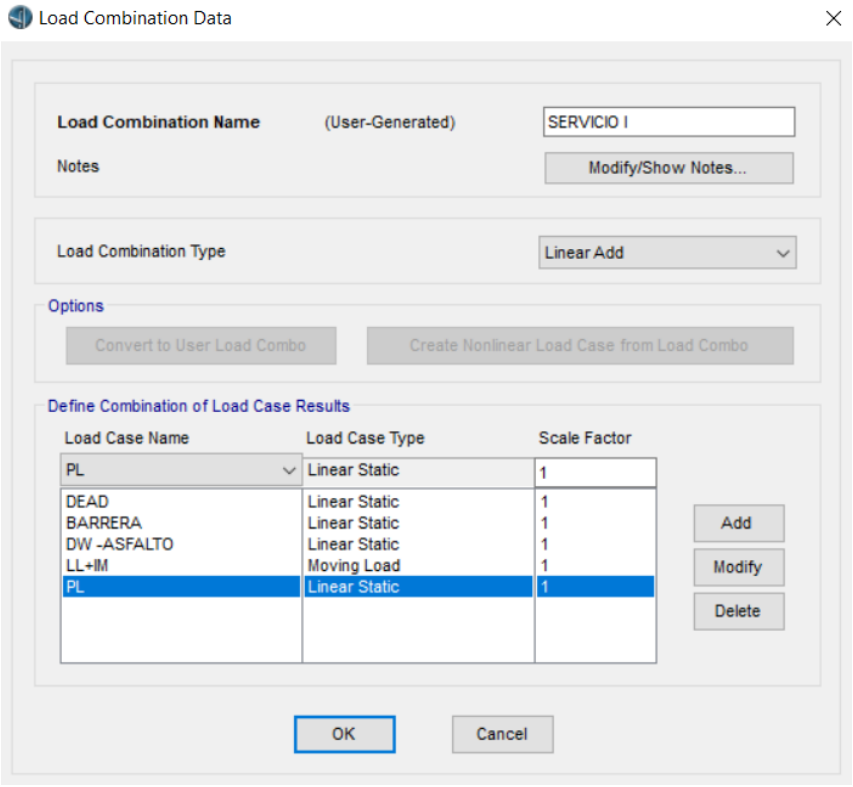
Donde:
DC: Peso propio
DW: Peso Asfalto
LL: (Carga Viva Vehicular, Carga Impacto, Sobrecarga de Carril)



Combinación de resistencia I.

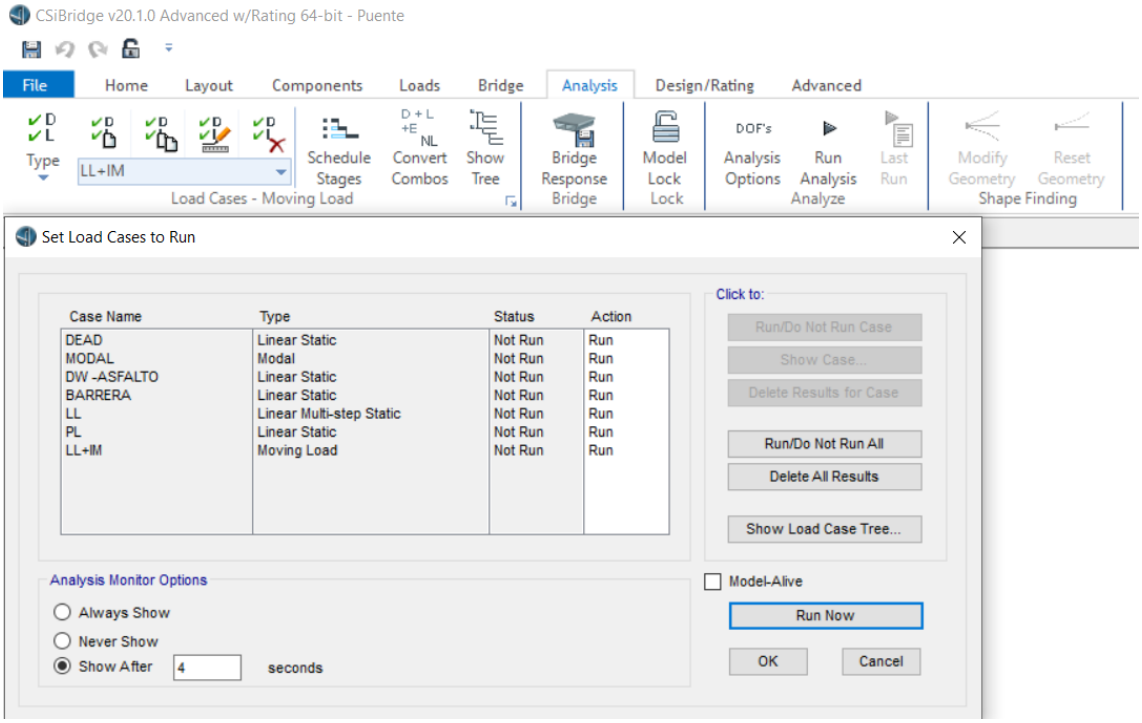


Combinación de servicio I



n) Corremos el programa.

En “Analysis”



o) Verificaciones de deflexiones y para el diseño de la estructura.

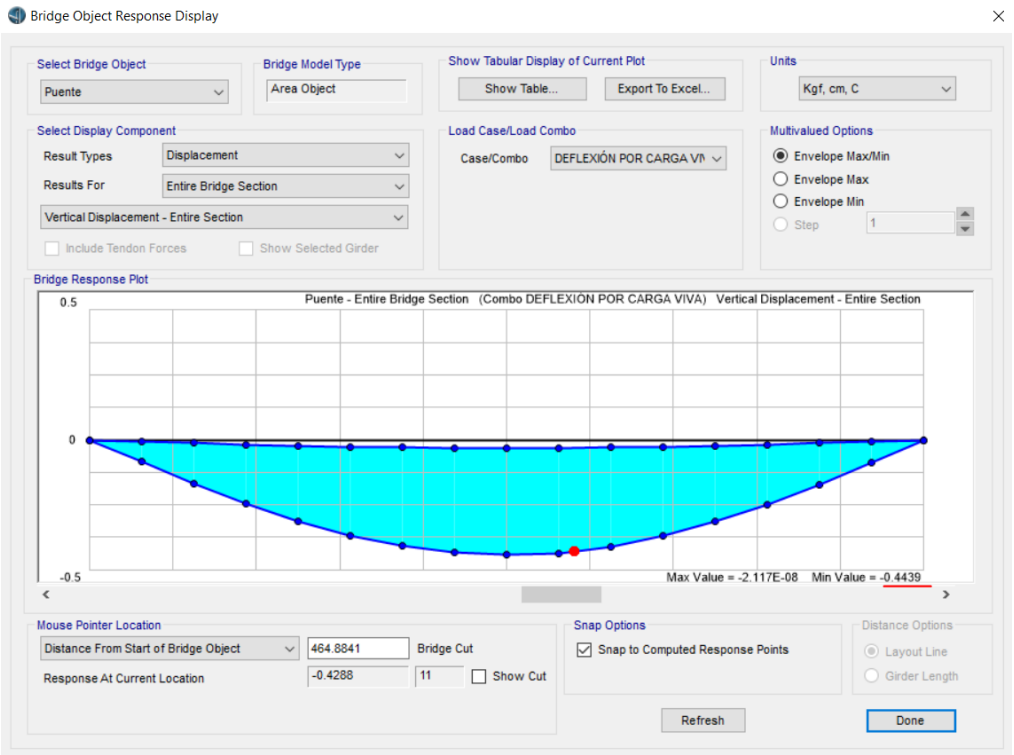
Deflexión por carga viva.

Para hacer las revisiones de las deflexiones por carga viva se debe tener en consideración los siguientes criterios de deflexión que nos exige el Manual de puentes MTC, 2018:

En ausencia de otros criterios, para las construcciones de acero, aluminio y/u hormigón se pueden considerar los siguientes límites de deflexión:

- Carga vehicular, general.....Longitud/800,
- Cargas vehiculares y peatonales Longitud/1000,
- Carga vehicular sobre voladizos.....Longitud/300, y
- Cargas vehiculares y peatonales sobre voladizos.....Longitud/375

Deflexión por carga viva.



Para verificar si el diseño del puente pasa el control de deflexión usamos la siguiente formula:

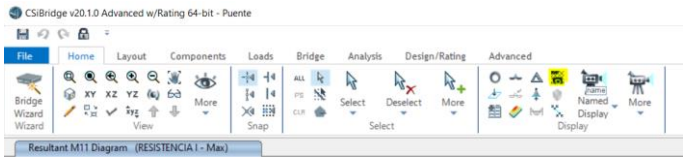
- Cargas vehiculares y peatonales Longitud/1000,

$$\frac{L}{1000} = \frac{800}{1000} = 0.08cm$$

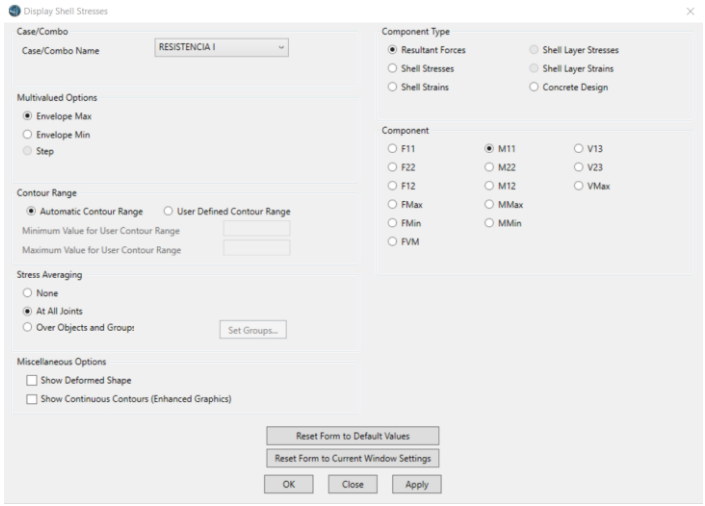
La deflexión por carga viva máxima es de 0.045 cm por lo tanto cumple con el control de deflexión.

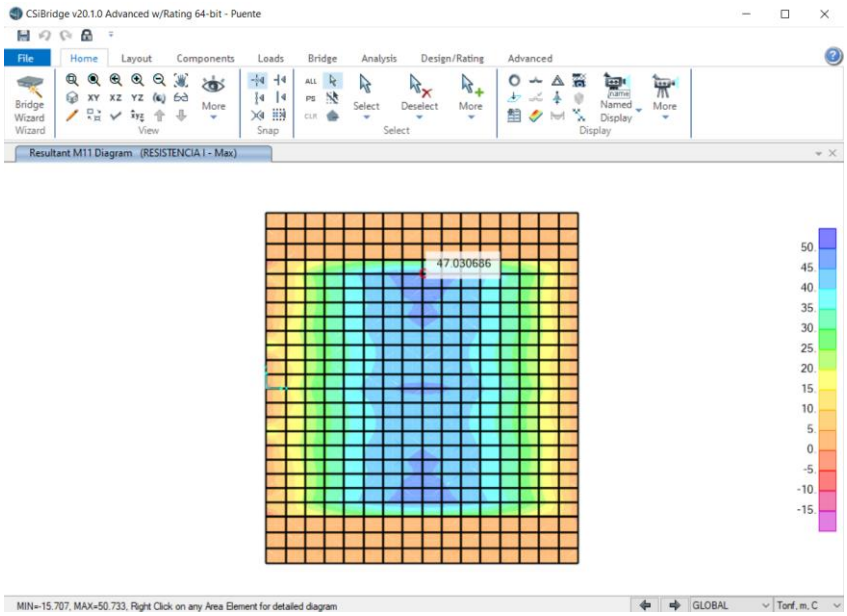
p) Momento ultimo de diseño por resistencia I.

Para apreciar los momentos tipo área.



Momento M11.





Momento máximo es de M:47.00 ton-m.

Anexo N. Diseño del puente losa

DISEÑO DE PUENTE LOSA

I. Datos.

Puente losa.

- Luz libre del Puente. = 8 m
- Numero de carriles = 2 carriles
- Vereda = 1.2 m

Materiales.

- Concreto f'c = 280 kg/cm2
- Acero fy = 4200 kg/cm2
- Peso esp. Asfalto = 2250 kg/m3
- Peso esp. Concreto = 2400 kg/m3
- Elasticidad. del acero = 2x10^6 kg/cm4
- Espesar del asfalto = 0.05 m

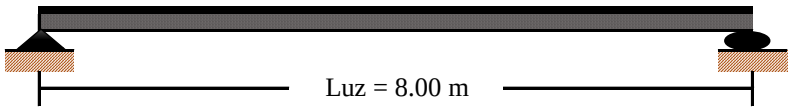
Cargas.

- Carga peatonal = 365 kg/m2

Metrado de cargas en superestructura							
Peso de losa	0.2	x	1	x	2.4	0.48	ton/m
Sobrecarga de vereda	0.2	x	1	x	2.4	0.48	ton/m
Peso de barra	0.07	x	1	x	2.4	0.168	ton
Peso de asfalto	0.05	x	1	x	2.25	0.113	ton/m
Carga peatonal				0.36			ton/m
Sobrecarga de diseño				HL-93			

II. Geometría del puente

- **Longitudinal.**



- **Tranversal.**



- **Predimencionamiento de Losa:**

Espesor de losa.

- En tableros de concreto apoyados en elementos longitudinales:

$$h = \frac{1.2(Lc + 3)}{30} = \mathbf{0.44}$$

Teniendo en cuenta las disposiciones sobre el espesor de la losa uniformizamos con

$h\ adaptado$ **0.50** m

-

DISEÑO DE PUENTE LOSA

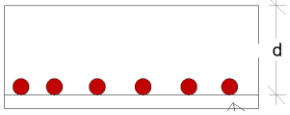
a). Diseño estructural.

Armadura Principal : Paralelo al trafico.

f'c =	280	kg/cm2
fy =	4200	kg/cm2
d =	42.5	cm
b=	100	cm
ø =	0.9	
β =	0.85	para f´c≤280 kg/cm2

Se realizara el diseño de franja interior (1.0m de ancho).

h =50 cm



b=100 cm

rec= 5 cm

d = 42.50 cm

$d = h - rec - \frac{øv}{2}$

Suponiendo utilizar barras de ø 1" = 2.54 cm

Area de varilla (Asv) = 5.01 cm2

Momento Obtenido en le programa.

Mu = **47** ton-m

$$As = 0.85 \times \frac{f'c}{fy} \times bd \times \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times (Mu \times 10^5)}{\emptyset \times \beta \times f'c \times b \times d^2}}\right)$$

As req = 31.29 cm2

Separacion del Acero será $S = \frac{ASV}{AS}$ S= 0.16 m

$$As\ real = \frac{b * asv}{S}$$ = 31.31 cm2

Se utilizara varillas de ø 1", cada **16** cm

Esta separacion se verificara que no haya problemas de agrietamiento por distribucion de armadura, que sera de S=0.16 m.

b). Armadura de distribución.

Armadura de distribución en la parte inferior de la losas.

$$\% = \frac{55}{\sqrt{S}} \leq 50\%$$

S = Longitud del puente = 8 m

% = 19.45 ≤ 50% 19.45 % < 50%

se trabajara con el % = 19.45 %

$$Asd = 0.1945 * Asreal$$ = **6.1** cm2

Utilizando varillas **ø 1/2"** la separación sera $S = \frac{1.27}{6.1}$ = **0.21** m

Se usará = ø 1/2" @ 0.20 m

DISEÑO DE LA LOSA (Cantidad de Acero)

c). Acero de temperatura (As temp)

$$As\ temp = \frac{0.18xbxh}{2(b+h)}\ cm2/m$$

b= 660 cm
h = 50 cm

Astemp = **4.183** cm2/m (Total en cada dirección, en cada cara)

Ademas de cumplir que:

$$2.33 \text{cm2/m} \leq As\ temp \leq 12.70\ cm2/m$$

Se usará Astemp = **4.1831** cm2/m

Utilizando varillas **Ø** 3/8" la separación será $S = \frac{1.29}{4.183} =$ **0.308** m

Verificación

Smáx = 3t 1.5 m
Smáx = 0.45 m **ok**

Se usará = ø 1/2" @ 0.3 m

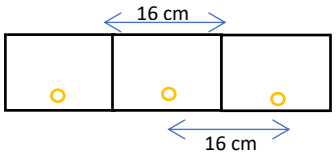
Nota: El acero de temperatura se colocará, por no contar con ningun tipo de acero en la parte superior de la losa, en el sentido del tráfico.

VERIFICACIÓN EN EL PUENTE LOSA

1). Revisión por fisuración.

Se realizara con el : Momento de Servicio.

Ms = **29.94** Tn-m/m



Para una ancho tributario de **16** cm

Ms= $Ms * 0.16m =$ 4.79 Tn-m Para 1 barra que cubre un ancho **16** cm

Ubicación del eje Neutro.

- $Es = 2.04x10^6$ kg/cm2 - $Ec = 15300\sqrt{280}$ = 256017.97 kg/cm2

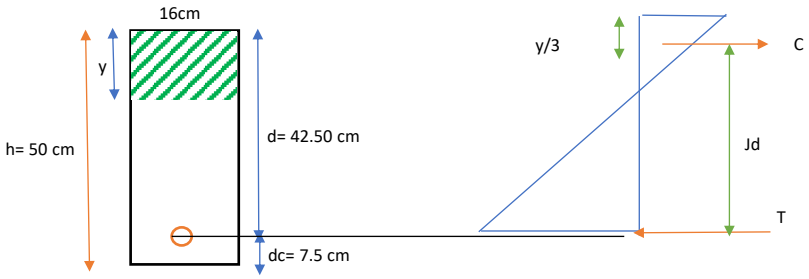
$$n = \frac{Es}{Ec} = \frac{2040000.00}{256017.97} = 8.0$$

Momento con respecto al eje neutro.

$$16y\left(\frac{y}{2}\right) = Ast\ (d - y) \qquad y = 12.28 \text{ cm}$$

$$Ast = Asv * n$$

Ast = 39.92 cm2



$$Jd = (d - y/3) \qquad Jd = 36.36 \text{ cm}$$

Esfuerzo que se presenta en el acero.

$$fss = \frac{Ms}{Asv} * Jd = fss = 2630 \text{ kg/cm2}$$

Separación máxima de la armadura.

$$Smax = \frac{125000 * \gamma e}{Bs * fss}$$

$$Bs = 1 + \frac{dc}{0.7(h - dc)} = 1.2521$$

Donde:

γe = Factor de exposición.

1.0 Para clase 1 la condición de exposición

0.75 Para clase 2 la condición de exposición

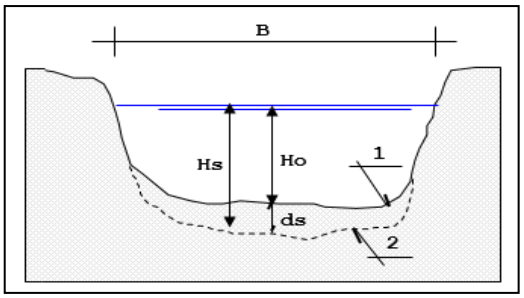
$Smax =$ **37.96 cm** $\geq$ **16 cm** **ok**

Con la armadura dispuesta, cumple sin problemas las verificaciones de fisuración.

Anexo O. Cálculo de socavación para el diseño del estribo

CALCULO DE LA SOCAVACIÓN DE PUENTE

1. Profundidad de socavación general



a) Suelos Granulares

Método de Lischtvan – Levediev (1953)

$$H_S = \left[\frac{\propto h^{5/3}}{0.68\beta\mu\varphi D_m^{0.28}}\right]^{\frac{1}{1+z}} \qquad \varphi = -0.54 + 1.5143\gamma_m, si\ \gamma_m > \frac{1.0t}{m3}\ (lecho\ movil)$$

$$\beta = 0.7929 + 0.0973 logTr \qquad z = 0.394557 - 0.04136 LogDm - 0.00891 Log^2 Dm$$

$$\alpha = \frac{Q}{h^{\frac{5}{3}} B\mu}$$

Donde:

Hs − h: Profundidad de socavación (m)

h: Tirante de agua (m)

Dm: Diámetro característico del lecho (mm)

β: Coeficiente de frecuencia.

μ: Factor de corrección por contracción del cauce.

ϕ: Factor de corrección por forma de transporte de sedimentos.

z: exponente variable en función del diámetro medio de la partícula

Q: caudal

B: ancho de la superficie libre

V: Velocidad

Determinación de μ. - Si el factor de corrección es menor que 1 contribuye a la socavación, si no hay obstáculos se considera el valor de 1

Tabla Nº 01. Factor de corrección por contracción del cauce μ (Juárez B. y Rico R)

V (m/s)	Luz libre (m)												
	10	13	16	18	21	25	30	42	52	63	106	124	200
<1.0	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
1.0	0.96	0.97	0.98	0.98	0.99	0.99	0.99	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
1.5	0.94	0.96	0.97	0.97	0.97	0.98	0.99	0.99	0.99	0.99	1.00	1.00	1.00
2.0	0.93	0.94	0.95	0.96	0.97	0.97	0.98	0.98	0.99	0.99	0.99	0.99	1.00
2.5	0.90	0.93	0.94	0.95	0.96	0.96	0.97	0.98	0.98	0.99	0.99	0.99	1.00
3.0	0.89	0.91	0.93	0.94	0.95	0.96	0.96	0.97	0.98	0.98	0.99	0.99	0.99
3.5	0.87	0.90	0.92	0.93	0.94	0.95	0.96	0.97	0.98	0.98	0.99	0.99	0.99
>4.0	0.85	0.89	0.91	0.92	0.93	0.94	0.95	0.96	0.97	0.98	0.99	0.99	0.99

CALCULO DE LA SOCAVACIÓN DE PUENTE

Para puentes de una sola luz, la luz libre es la distancia entre estribos. Para puentes de varios tramos, de varios tramos, la luz libre es la mínima distancia entre dos pilares consecutivos, o entre el pilar y estribo más próximos.

Tabla Nº 02. Cálculo de Socavación según Lischtvan Levediev

Parámetros Hidráulicos	Valor
Sección Transversal	30
Q (m^3/s)	57.65
h (m)	1.97
B (m)	7.49
A (m2)	14.81
V (m/s)	3.89
Dm (mm)	28
Luz (mínima para μ)	10
Tiempo de Retorno	50
Peso específico muestra de agua (Tn/m3)	1.7
μ	0.86
α	2.9
β	0.96
φ	2.03
z	0.32
Hs (m)	2.10
Prof. Socav. (ds) (m)	**0.13**

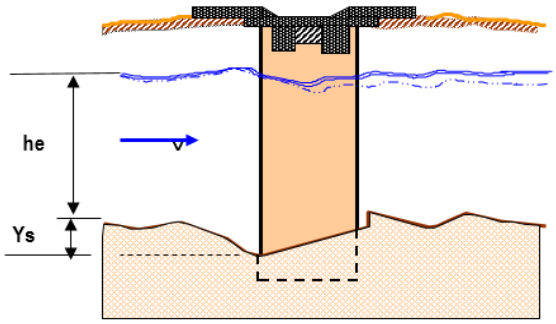
Profile Output Table - Standard Table 1

File Options Std. Tables Locations Help

HEC-RAS Plan: PPESTR River: Quebrada Reach: CHOTA Profile: TR=50

Reach	River Sta	Profile	Q Total	Min Ch El	W.S. Elev	Crit W.S.	E.G. Elev	E.G. Slope	Vel Chnl	Flow Area	Top Width	Froude # Chl
			(m3/s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m2)	(m)	
CHOTA	69.98	TR=50	57.65	2688.15	2691.15	2691.15	2691.99	0.025097	4.11	14.38	9.53	0.99
CHOTA	57.61	TR=50	57.65	2686.32	2689.65	2689.65	2690.52	0.025906	4.16	14.08	8.26	0.97
CHOTA	42.61	TR=50	57.65	2685.34	2688.60	2688.60	2689.44	0.025430	4.09	14.32	8.80	0.97
CHOTA	30.39	TR=50	57.65	2684.70	2686.73	2686.57	2687.51	0.026315	3.90	14.79	7.48	0.89
CHOTA	29.999*	TR=50	57.65	2684.68	2686.72	2686.56	2687.49	0.025969	3.89	14.81	7.49	0.88
CHOTA	29.0		Bridge									
CHOTA	21.011*	TR=50	57.65	2684.29	2686.44	2686.18	2687.11	0.020091	3.65	16.01	9.30	0.82
CHOTA	20.62	TR=50	57.65	2684.27	2686.20	2686.20	2687.08	0.030659	4.16	13.90	8.30	0.99
CHOTA	12.61	TR=50	57.65	2683.09	2685.62	2685.62	2686.49	0.018902	4.26	14.35	8.56	0.93
CHOTA	0	TR=50	57.65	2682.60	2684.55	2684.55	2685.04	0.018277	3.04	18.66	19.43	0.85

CÁLCULO DE LA SOCAVACIÓN LOCAL ESTRIBO DERECHO



METODO DE FROEHLICH (1993)

$$\frac{y_s}{h_e} = 2.27 K_f K_\theta \left(\frac{L}{h_e}\right)^{0.43} F_{re}^{0.61} + 1 \qquad h_e = A_e / L \qquad F_{re} = \frac{V_e}{\sqrt{g h_e}}$$

K_f = Coeficiente que depende de la forma del estribo.
K_θ = Coeficiente que depende del ángulo de ataque del flujo.
L = Longitud del estribo y accesos proyectada normalmente al flujo
A_e = Area del flujo de la sección de aguas arriba obstruida por los estribos
h_e = Profundidad media del flujo (profundidad hidráulica) en la zona de inundación obstruida por el estribo aguas arriba del puente
V_e = Velocidad del flujo obstruido por el estribo y los accesos al puente en la sección de aguas arriba
Fr_e = Número de Froude en la sección de aproximación obstruida por el estribo

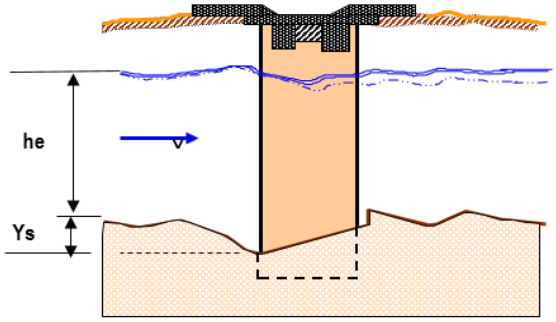
Y_s = Profundidad de socavación

Tr = 50 años

K_f =	0.82		
K_θ =	0.99		
L =	0	m	El acceso proyactado normalmente al flujo L=L'= 0
A_e =	0.03	m^2	
h_e =	1.97	m	h_e = Profundidad Hidráulica = 1.97m
V_e =	3.33	m/s	
Fr_e =	0.76		

Y_s = 1.97 m

CÁLCULO DE LA SOCAVACIÓN LOCAL ESTRIBO DERECHO



METODO DE FROEHLICH (1993)

$$\frac{y_s}{h_e} = 2.27 K_f K_\theta \left(\frac{L}{h_e}\right)^{0.43} F_{re}^{0.61} + 1 \qquad h_e = A_e / L \qquad F_{re} = \frac{V_e}{\sqrt{g h_e}}$$

K_f = Coeficiente que depende de la forma del estribo.
K_θ = Coeficiente que depende del ángulo de ataque del flujo.
L = Longitud del estribo y accesos proyectada normalmente al flujo
A_e = Area del flujo de la sección de aguas arriba obstruida por los estribos
h_e = Profundidad media del flujo (profundidad hidráulica) en la zona de inundación obstruida por el estribo aguas arriba del puente
V_e = Velocidad del flujo obstruido por el estribo y los accesos al puente en la sección de aguas arriba
Fr_e = Número de Froude en la sección de aproximación obstruida por el estribo

Y_s = Profundidad de socavación

Tr = 50 años

K_f =	0.82		
K_θ =	0.99		
L =	0	m	El acceso proyactado normalmente al flujo L=L'= 0
A_e =	0.17	m^2	
h_e =	1.97	m	h_e = Profundidad Hidráulica = 1.97m
V_e =	4.00	m/s	
Fr_e =	0.910		

Y_s = 1.97 m

TABLA Nº1: Coeficiente que depende de la forma del estribo

Descripción	K_f
Estribo con pared vertical	1.00
Estribo con pared vertical y aletas	0.82
Estribo con pendiente hacia el cauce	0.55

(Fuente: HEC-18., 1993).

para el caso nuestro se tomara estribo con pared vertical

$K_f = 0.55$

TABLA Nº2: Coeficiente que depende del angulo de ataque del flujo

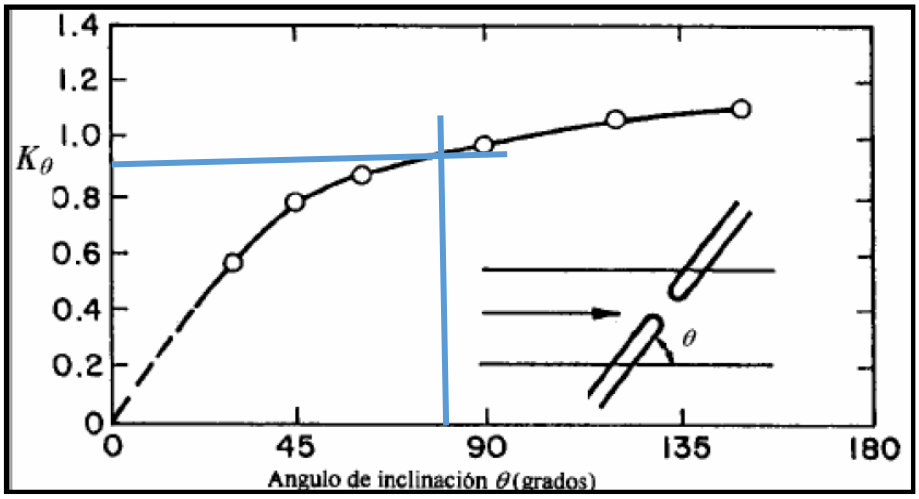


FIGURA Nº 24: Factor de corrección K_θ . Método de Froehlich
(Fuente: HEC-18., 1993).

se considerara un angulo de inclinacion del estribo respecto a la direccion de flujo de 90º

$K_\theta = 1.00$

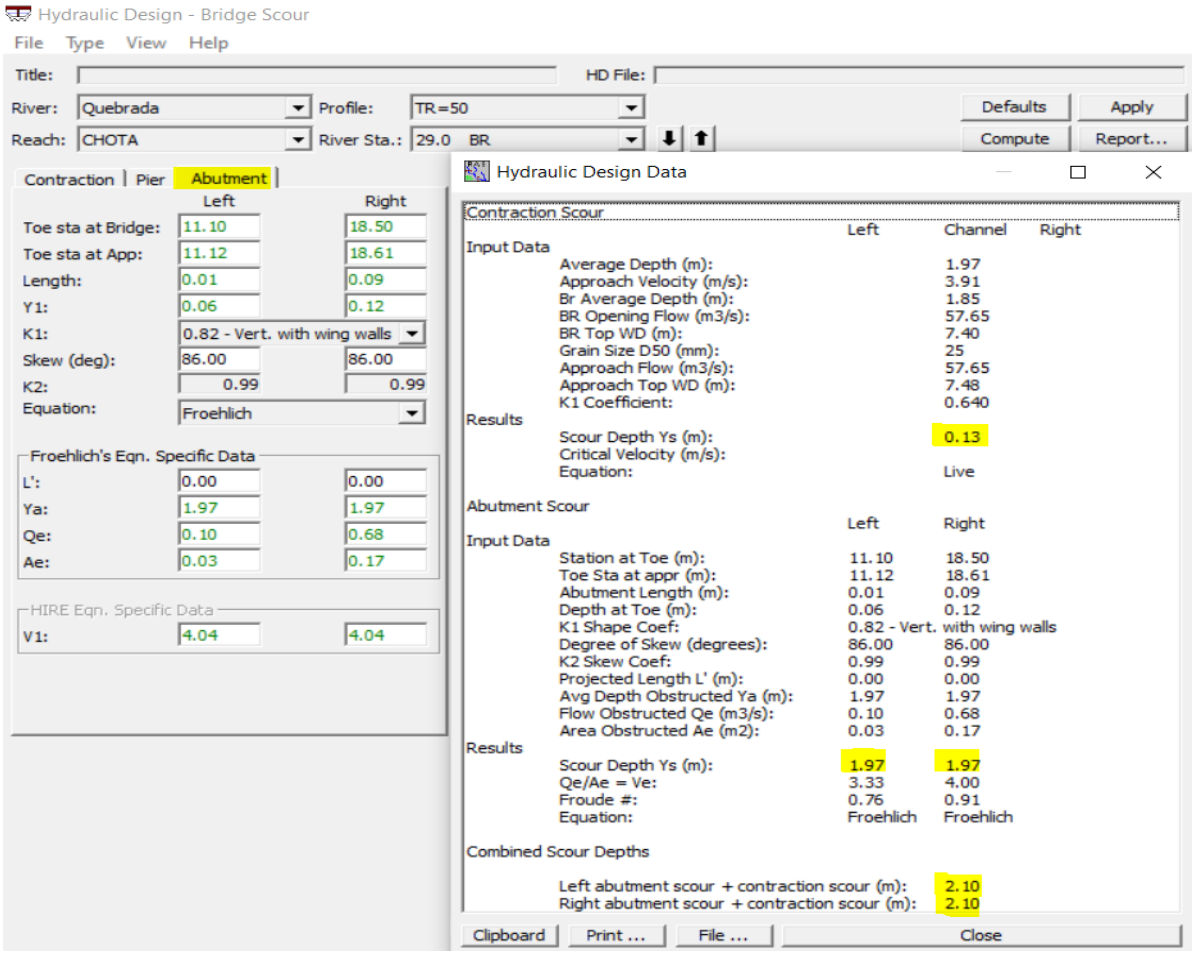
CALCULO DE LA SOCAVACIÓN TOTAL

A).RESULTADOS CALCULADOS EN EXCEL

	Tr=50 años
Socavacion General Lischtvan Levediev	0.13
Socavacion General Total	**0.13**
Socavacion Local - estribo izquierdo	1.97
Socavacion Local - estribo derecho	1.97
TOTAL ESTRIBO IZQUIERDO	**2.1**
TOTAL ESTRIBO DERECHO	**2.1**

B).RESULTADOS DE HEC -RAS

Para TR= 50 años



TOTAL ESTRIBO IZQUIERDO	**2.10**
TOTAL ESTRIBO DERECHO	**2.10**

Anexo P. Diseño del estribo

DISEÑO DE ESTRIBO DE CONCRETO REFORZADO

A) DATOS DE DISEÑO

Cargas provenientes de Superestructura

Carga Muerta: $P_{DC} := 4.29 \frac{tonnef}{m}$

Carga Asfalto: $P_{DW} := 0.33 \frac{tonnef}{m}$

Carga de Frenado: $BR := 1.90 \frac{tonnef}{m}$

Altura de aplicación: $h_{BR} := 1.80\ m$

Carga Viva: $P_{LL.I} := 9.0 \frac{tonnef}{m}$

Peso especifico del Concreto: $\gamma_c := 2400 \frac{kgf}{m^3}$

PROPIEDADES DEL SUELO

Angulo de Fricción interna: $\phi_f := 27.4°$

Angulo de Fricción entre el suelo y el muro: $\delta := 0°$

Angulo del material del suelo con la horizontal: $\beta := 0°$

Angulo de inclinación del muro del lado del terreno: $\theta := 90°$

Capacidad Admisible: $q_{adm} := 0.96 \frac{kgf}{cm^2}$

Factor de seguridad: $FS := 3$

Peso especifico del suelo no cohesivo: $\gamma_t := 1870 \frac{kgf}{m^3}$

PARÁMETROS SÍSMICOS

Coeficiente Sísmico de aceleración : $PGA := 0.30$

Coeficiente de sitio: $F_{pga} := 1.2$

B) DIMENSIONES PRELIMINARES

Esquema 1

Base del Parapeto: $b_{par} := 0.30\ m$

Altura del Parapeto: $h_{par} := 0.50\ m$

$e_1 := 0.40\ m$ $e_2 := 0.60\ m$

$t_1 := 0.30\ m$ $t_2 := 0.30\ m$

Altura de relleno sobre el talón: $H := 5.60\ m$

Altura de relleno sobre la punta: $h := 2.0\ m$

Ancho del cimiento: $B_1 := 0.5 \cdot H = 2.8\ m$ $B_2 := \frac{2}{3} \cdot H = 3.73\ m$ $B := 5.0\ m$

Altura del cimiento: $D := 0.1 \cdot H = 0.56\ m$ $D := 0.60\ m$

Espesor menor de Pantalla: $t_{sup} := \frac{H}{24} = 0.23\ m$ $t_{sup} := 0.30\ m$

Espesor mayor de Pantalla: $t_{inf} := 0.1 \cdot H = 0.56\ m$ $t_{inf} := 0.70\ m$

Longitud de Punta: $L_{punta} := \frac{B}{3} = 1.67\ m$ $L_{punta} := 1.50\ m$

Longitud de Talón $L_{talon} := B - L_{punta} - t_{inf} = 2.8\ m$

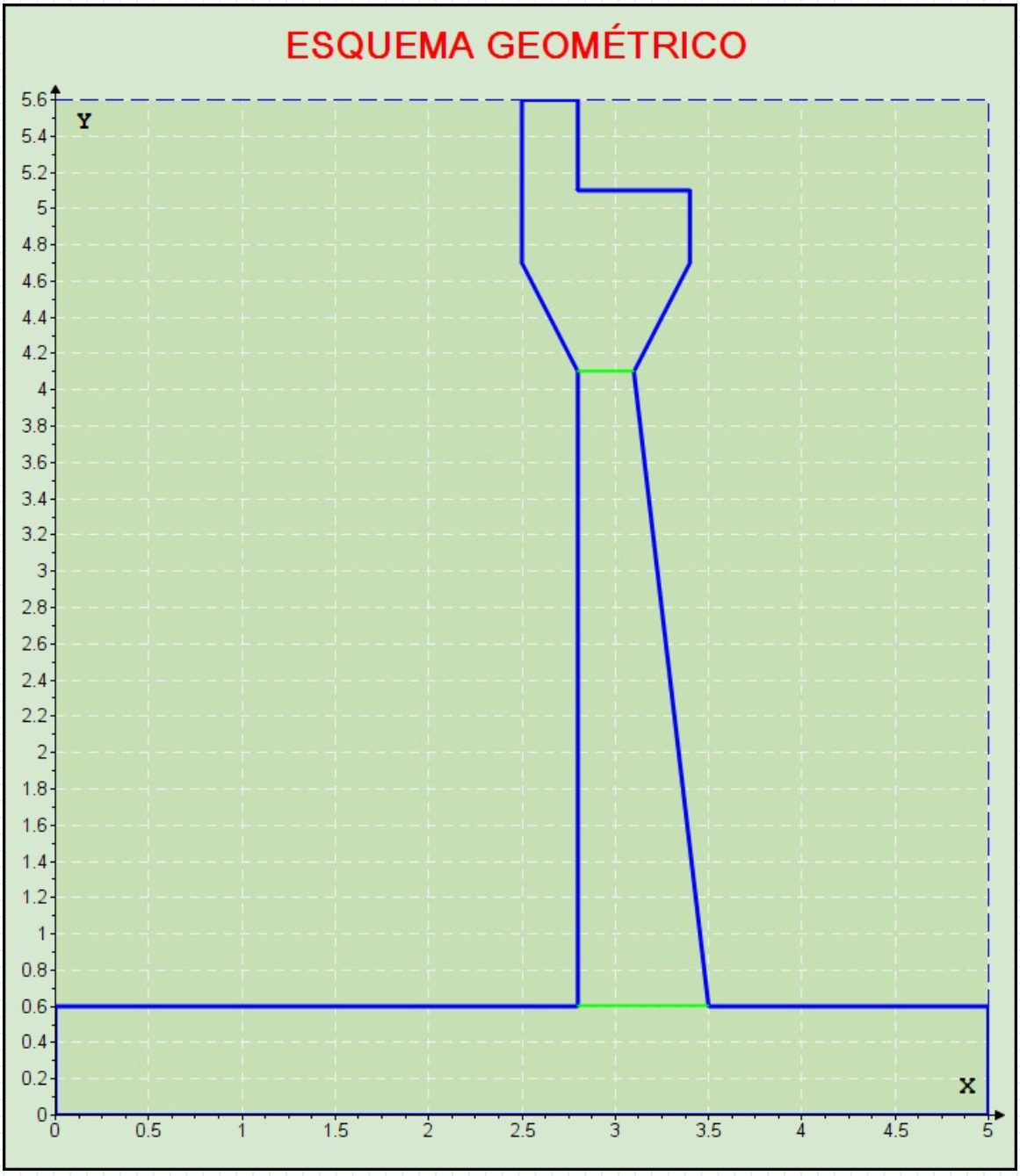
Longitud mínima de cajuela "N_{min}" (4.7.4.4-1)

Longitud de la Plataforma del Puente: $L := 8.0\ m$

Altura Media del Pilar Intermedio: $H' := 0\ mm$

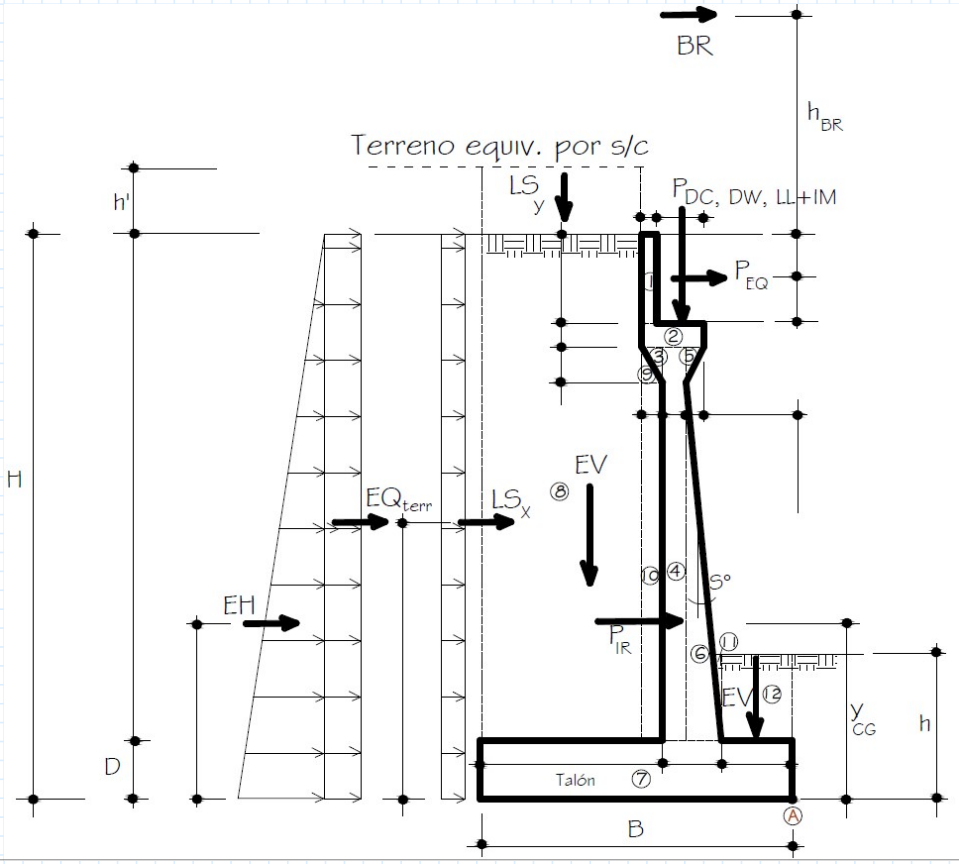
Desviación del Apoyo $Ang := \operatorname{atan}\left(\frac{t_{inf} - t_{sup}}{H - h_{par} - e_1 - e_2 - D}\right) \cdot \left(\frac{180}{\pi}\ deg\right) = 6.52°$ $S := 7.0°$

$N_{min} := (200\ mm + 0.0017 \cdot L + 0.0067 \cdot H') \cdot (1 + 0.000125 \cdot S^2) = 0.21\ m$ $N := 0.60\ m$


ESQUEMA GEOMÉTRICO
Y
X
5.6
5.4
5.2
5
4.8
4.6
4.4
4.2
4
3.8
3.6
3.4
3.2
3
2.8
2.6
2.4
2.2
2
1.8
1.6
1.4
1.2
1
0.8
0.6
0.4
0.2
0
0
0.5
1
1.5
2
2.5
3
3.5
4
4.5
5

CASO 1: ESTRIBO CON PUENTE

Esquema 2



CARGAS VERTICALES

CARGA DC (Peso propio del Estribo)

Elemento	Volumen (m3)	DC (Ton/m)	Xa (m)	Ya (m)	Xa*DC
1	0.15	0.36	2.350	5.350	0.85
2	0.36	0.86	2.050	4.900	1.77
3	0.09	0.22	2.300	4.500	0.50
4	1.23	2.95	2.050	2.650	6.05
5	0.09	0.22	1.800	4.500	0.39
6	0.7	1.68	1.767	1.767	2.97
7	3	7.20	2.500	0.300	18.00
TOTAL		13.49			30.52

Salida de datos:

$DC = 13.488 \ \frac{tonnef}{m}$ $\quad X_{DC} = 2.263 \ m$ $\quad Y_{DC} = 1.561 \ m$

CARGA EV (Peso del Suelo)

Elemento	Volumen (m3)	EV (ton/m)	Xa (m)	Ya (m)	Xa*EV	Ya*EV
8	12.50	23.38	3.75	3.10	87.66	72.46
9	0.09	0.17	2.40	4.30	0.40	0.72
10	1.05	1.96	2.35	2.35	4.61	4.61
11	0.12	0.23	1.56	1.53	0.35	0.35
12	2.10	3.93	0.75	1.30	2.95	5.11
TOTAL		**29.66**			**95.97**	**83.25**

Salida de datos:

$EV = 29.659 \ \frac{tonnef}{m}$ $X_{EV} = 3.236 \ m$ $Y_{EV} = 2.807 \ m$

CARGA LS (Sobrecarga por Carga Viva del Suelo)

$LS_y = 2.805 \ \frac{tonnef}{m}$ $X_{LSy} = 3.75 \ m$

RESUMEN DE CARGAS VERTICALES

CARGA	TIPO	V (Ton/m)	XA (m)	Mv (ton-m/m)
DC	DC	13.49	2.26	30.52
PDC	DC	4.29	1.90	8.15
PDW	DW	0.33	1.90	0.63
EV	EV	29.66	3.24	95.97
PLL+I	LL+IM	9.00	1.90	17.10
LSy	LS	2.81	3.75	10.52
TOTAL		**59.57**		**162.89**

CARGAS HORIZONTALES

Cargas LS (Sobrecarga por carga viva del terreno)

Coeficiente de Presión Activa $K_a := \tan\left(45° - \frac{\phi_f}{2}\right)^2 = 0.37$ (Art.3.11.5.3-1)

Componente horizontal $p_h := K_a \cdot h' \cdot \gamma_t = 0.415 \ \frac{tonnef}{m^2}$

$LS_x := H \cdot p_h = 2.32 \ \frac{tonnef}{m}$ $Y_{LSx} := 0.5 \cdot H = 2.8 \ m$

Cargas EH (Presión Lateral del terreno)

$p := K_a \cdot H \cdot \gamma_t = 3.871 \ \frac{tonnef}{m^2}$ $EH := \frac{1}{2} \cdot H \cdot p = 10.839 \ \frac{tonnef}{m}$ $Y_{EH} := \frac{1}{3} \cdot H = 1.867 \ m$

Cargas EQ (acción sísmica)

A) Efecto Combinado de PAE y PIR

$k_{ho} := F_{pga} \cdot PGA = 0.36$ (Art.11.6.5.2.1)

Coeficiente de aceleración horizontal $k_h := 0.5 \cdot k_{ho} = 0.18$

Coeficiente de aceleración vertical $k_v := 0$

$$\psi := \operatorname{atan}\left(\frac{k_h}{1 - k_v}\right) = 10.204 \ °$$

Ángulo del material del suelo con la horizontal: $i := 0 \ °$

$\psi_{ver} := \text{if}\left(\phi_f > i + \psi, \text{“Cumple”}, \text{“No Cumple”}\right) = \text{“Cumple”}$ (11.6.5.3-1)

$$k_{AE} := \frac{\cos\left(\phi_f - \psi - \beta\right)^2}{\cos(\psi) \cdot \cos(\beta)^2 \cdot \cos(\delta + \beta + \psi) \cdot \left(1 + \sqrt{\frac{\sin(\delta + \phi_f) \cdot \sin(\phi_f - \psi - i)}{\cos(\delta + \beta + \psi) \cdot \cos(i - \beta)}}\right)^2} = 0.501$$

Presión estática del terreno+efecto dinámico (11.6.5.3-2)

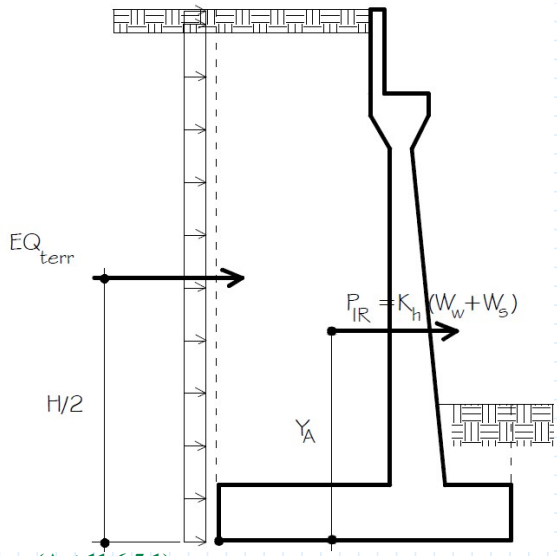
$P_{AE} := \frac{1}{2} \cdot k_{AE} \cdot \gamma_t \cdot H^2 = 14.68 \ \frac{tonnef}{m}$

Acción sísmica del terreno: $EQ_{terr} := P_{AE} - EH = 3.841 \ \frac{tonnef}{m}$

$Y_{EQterr} := 0.5 \cdot H = 2.8 \ m$

Fuerza inercial del estribo: $P_{IR} := k_h \cdot (DC + EV) = 7.77 \ \frac{tonnef}{m}$

$$Y_{PIR} := \frac{DC \cdot Y_{DC} + EV \cdot Y_{EV}}{DC + EV} = 2.417 \ m$$



Combinaciones: (Art.11.6.5.1)

$$Comb1 := P_{AE} + 0.5 \cdot P_{IR} = 18.563 \ \frac{tonnef}{m}$$

$$Comb2 := \text{if}\left(0.5 \cdot P_{AE} > EH + P_{IR}, 0.5 \cdot P_{AE}, EH + P_{IR}\right) = 18.606 \ \frac{tonnef}{m}$$

$$Comb_{max} := \text{if}\left(Comb1 > Comb2, Comb1, Comb2\right) = 18.606 \ \frac{tonnef}{m}$$

B) Carga Sísmica por Superestructura PEQ (Art.3.10.9.1)

Coeficiente de Aceleración: $A_s := k_{ho} = 0.36$

$$P_{EQ} := \left(P_{DC} + P_{DW}\right) \cdot A_s = 1.66 \ \frac{tonnef}{m}$$

$$Y_{PEQ} := H - 0.5 \cdot h_{par} = 5.35 \ m$$

Carga BR (frenado): $BR = 1.9 \ \frac{tonnef}{m}$

$$Y_{BR} := H + h_{BR} = 7.4 \ m$$

RESUMEN DE CARGAS HORIZONTALES

CARGA	TIPO	H (Ton/m)	YA (m)	MH (ton-m/m)
LSx	LS	2.32	2.80	6.50
EH	EH	10.84	1.87	20.23
EQterr	EQ	3.84	2.80	10.75
0.5PIR	EQ	3.88	2.42	9.39
PEQ	EQ	1.66	5.35	8.90
BR	BR	1.90	7.40	14.06
TOTAL		24.45		69.84

ESTADOS LIMITES APLICABLES Y COMBINACIONES DE CARGAS

FACTORES DE CARGA UTILIZADOS

Estado Limite	γ_{DC}	γ_{dw}	γ_{EV}	γ_{LL+IM}	γ_{LSy}	γ_{LSx}	γ_{EH}	γ_{EQ}	γ_{BR}
Resistencia Ia	0.90	0.65	1.00	-	-	1.75	1.50	-	1.75
Resistencia Ib	1.25	1.50	1.35	1.75	1.75	1.75	1.50	-	1.75
Ev. Extremo I	1.00	1.00	1.00	0.50	0.50	0.50	1.00	1.00	0.50
Servicio I	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	-	1.00

CARGAS VERTICALES (Vu)

TIPO	DC	DC	DW	EV	LL+IM	LS	TOTALES
CARGA	DC	P_{DC}	P_{DW}	EV	P_{LL+IM}	LS_y	V_u (Ton)
V (Ton) =	13.49	4.29	0.33	29.66	9.00	2.81	**59.57**
γ =	0.90	0.90	0.65	1.00	0.00	0.00	
Resistencia Ia	12.14	3.86	0.21	29.66	0.00	0.00	**45.87**
γ =	1.25	1.25	1.50	1.35	1.75	1.75	
Resistencia Ib	16.86	5.36	0.50	40.04	15.75	4.91	**83.42**
γ =	1.00	1.00	1.00	1.00	0.50	0.50	
Ev. Extremo I	13.49	4.29	0.33	29.66	4.50	1.40	**53.67**
γ =	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	
Servicio I	13.49	4.29	0.33	29.66	9.00	2.81	**59.57**

MOMENTO ESTABILIZADOR POR CARGAS VERTICALES (Mvu)

TIPO	DC	DC	DW	EV	LL+IM	LS	TOTALES
CARGA	DC	P_{DC}	P_{DW}	EV	P_{LL+IM}	LS_y	M_u (Ton-m)
Mv (Ton-m) =	30.52	8.15	0.63	95.97	17.10	10.52	**162.89**
γ =	0.90	0.90	0.65	1.00	0.00	0.00	
Resistencia Ia	27.47	7.34	0.41	95.97	0.00	0.00	**131.18**
γ =	1.25	1.25	1.50	1.35	1.75	1.75	
Resistencia Ib	38.15	10.19	0.94	129.56	29.93	18.41	**227.17**
γ =	1.00	1.00	1.00	1.00	0.50	0.50	
Ev. Extremo I	30.52	8.15	0.63	95.97	8.55	5.26	**149.08**
γ =	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	
Servicio I	30.52	8.15	0.63	95.97	17.10	10.52	**162.89**

CARGAS HORIZONTALES (Hu)

TIPO	LS	EH	EQ	EQ	EQ	BR	TOTALES
CARGA	LSx	EH	EQ_{terr}	$0.5P_{IR}$	P_{EQ}	BR	H_u (Ton)
H (Ton) =	2.32	10.84	3.84	3.88	1.66	1.90	**24.45**
γ =	1.75	1.50	0.00	0.00	0.00	1.75	
Resistencia Ia	4.06	16.26	0.00	0.00	0.00	3.33	**23.65**
γ =	1.75	1.50	0.00	0.00	0.00	1.75	
Resistencia Ib	4.06	16.26	0.00	0.00	0.00	3.33	**23.65**
γ =	0.50	1.00	1.00	1.00	1.00	0.50	

CHEQUEO DE ESTABILIDAD Y ESFUERZOS

a) Vuelco alrededor del punto "A"

Esquema 3

Estados	V_U	M_{VU}	M_{HU}	$x_o = \frac{M_{VU} - M_{HU}}{V_U}$	$e = \frac{B}{2} - x_o$	e_{max}	OBS
	Ton/m	Ton-m	Ton-m	m	m	m	
Resistencia Ia	45.87	131.18	66.34	1.41	1.09	1.67	OK
Resistencia Ib	83.42	227.17	66.34	1.93	0.57	1.67	OK
Evento Extremo	53.67	149.08	59.55	1.67	0.83	1.83	OK

b) Deslizamiento en base del estribo

Coeficiente de Fricción (Art.10.6.3.3): $u := \tan(\phi_f) = 0.518$

Coeficiente de estado limite de resistencia y evento extremo: $\phi_T := 1$

Estados	V_U	RESISTENCIA $F_f = \mu(\varphi_T V_U)$	ACTUANTE H_U	$F_f > Hu$
	Ton/m	Ton/m	Ton/m	
Resistencia Ia	45.87	23.78	23.65	CUMPLE
Resistencia Ib	83.42	43.24	23.65	CUMPLE
Evento Extremo	53.67	27.82	22.34	CUMPLE

c) Presiones actuantes en la base del estribo

Estados	V_U	M_{VU}	M_{HU}	$x_o = \frac{M_{VU} - M_{HU}}{V_U}$	$e = \frac{B}{2} - x_o$	$q = \frac{V_U}{B - 2e}$
	Ton/m	Ton-m	Ton-m	m	m	kg/cm2
Resistencia Ia	45.87	131.18	66.34	1.41	1.09	1.62
Resistencia Ib	83.42	227.17	66.34	1.93	0.57	2.16
Evento Extremo I	53.67	149.08	59.55	1.67	0.83	1.61
Servicio I	59.57	162.89	40.80	2.05	0.45	1.45

CASO 2: ESTRIBO SIN PUENTE

ESTADOS LIMITES APLICABLES Y COMBINACIONES DE CARGAS

FACTORES DE CARGA UTILIZADOS

γ =	1.25	1.35	1.75	
Resistencia Ib	16.86	40.04	4.91	**61.81**
γ =	1.00	1.00	0.50	
Ev. Extremo I	13.49	29.66	1.40	**44.55**
γ =	1.00	1.00	1.00	
Servicio I	13.49	29.66	2.81	**45.95**

MOMENTO ESTABILIZADOR POR CARGAS VERTICALES (Mvu)

TIPO	DC	EV	LS	TOTALES
CARGA	DC	EV	LS_y	M_u (Ton-m)
Mv (Ton-m) =	30.52	95.97	10.52	**137.01**
γ =	0.90	1.00	0.00	
Resistencia Ia	27.47	95.97	0.00	**123.44**
γ =	1.25	1.35	1.75	
Resistencia Ib	38.15	129.56	18.41	**186.12**
γ =	1.00	1.00	0.50	
Ev. Extremo I	30.52	95.97	5.26	**131.75**
γ =	1.00	1.00	1.00	
Servicio I	30.52	95.97	10.52	**137.01**

CARGAS HORIZONTALES (Hu)

TIPO	LS	EH	EQ	EQ	TOTALES
CARGA	LSx	EH	EQ_{terr}	$0.5P_{IR}$	H_u (Ton)
H (Ton) =	2.32	10.84	3.84	3.88	**20.89**
γ =	1.75	1.50	0.00	0.00	
Resistencia Ia	4.06	16.26	0.00	0.00	**20.32**
γ =	1.75	1.50	0.00	0.00	
Resistencia Ib	4.06	16.26	0.00	0.00	**20.32**
γ =	0.50	1.00	1.00	1.00	
Ev. Extremo I	1.16	10.84	3.84	3.88	**19.72**
γ =	1.00	1.00	0.00	0.00	
Servicio I	2.32	10.84	0.00	0.00	**13.16**

MOMENTO DE VUELCO POR CARGAS HORIZONTALES (Mhu)

TIPO	LS	EH	EQ	EQ	TOTALES
CARGA	LSx	EH	EQ_{terr}	$0.5P_{IR}$	M_u (Ton-m)
Mh (Ton-m) =	6.50	20.23	10.75	9.39	**46.88**
γ =	1.75	1.50	0.00	0.00	
Resistencia Ia	11.38	30.35	0.00	0.00	**41.73**
γ =	1.75	1.50	0.00	0.00	
Resistencia Ib	11.38	30.35	0.00	0.00	**41.73**
γ =	0.50	1.00	1.00	1.00	
Ev. Extremo I	3.25	20.23	10.75	9.39	**43.63**
γ =	1.00	1.00	0.00	0.00	

CHEQUEO DE ESTABILIDAD Y ESFUERZOS

a) Vuelco alrededor del punto "A"

Estados	V_U	M_{VU}	M_{HU}	$x_o = \frac{M_{VU} - M_{HU}}{V_U}$	$e = \frac{B}{2} - x_o$	e_{max}	OBS
	Ton/m	Ton-m	Ton-m	m	m	m	
Resistencia Ia	41.80	123.44	41.73	1.95	0.55	1.67	OK
Resistencia Ib	61.81	186.12	41.73	2.34	0.16	1.67	OK
Evento Extremo I	44.55	131.75	43.63	1.98	0.52	1.83	OK

b) Deslizamiento en base del estribo

Estados	V_U	RESISTENCIA $F_f = \mu(\varphi_T V_U)$	ACTUANT E H_U	$F_f > Hu$
	Ton/m	Ton/m	Ton/m	
Resistencia Ia	41.80	21.67	20.32	CUMPLE
Resistencia Ib	61.81	32.04	20.32	CUMPLE
Evento Extremo	44.55	23.09	19.72	CUMPLE

AÑADIR UN DENTELLON DE CONCRETO REFORZADO EN LA BASE DEL ESTRIBO SOLO SI SE INDICA REDISEÑAR

Dimensión del dentellón de Concreto Reforzado $h_{die} := 50\ cm$

$b_{die} := 50\ cm$

Coeficiente de Empuje Pasivo: $k_p := \tan\left(45\ deg + \frac{\phi_f}{2}\right)^2 = 2.705$

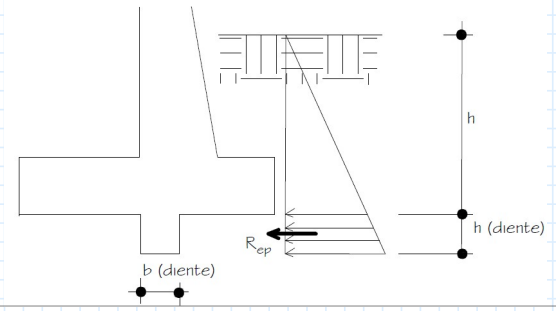
Resistencia Pasiva $R_{ep} := \frac{1}{2}\left(\left(k_p \cdot \gamma_t \cdot h\right) + \left(k_p \cdot \gamma_t \cdot \left(h + h_{die}\right)\right)\right) \cdot h_{die} = 5.691\ \frac{tonnef}{m}$

Factor de Resistencia Pasiva (Tabla.10.5.5.2.2-1): $\phi_{ep} := 0.5$

Fuerza Resistente $\phi_T R_T := u \cdot \left(\phi_T \cdot V_{SP.RIa}\right) = 21.666\ \frac{tonnef}{m}$ (Art.10.6.3.4-1)

Resistencia Nominal al Deslizamiento $R_R := \phi_T R_T + \phi_{ep} \cdot R_{ep} = 24.511\ \frac{tonnef}{m}$

Resistencia Actuante $H_{SP.RIa} = 20.324\ \frac{tonnef}{m}$



Verif := if $\left(R_R > H_{SP.RIa}, \text{“Cumple”}, \text{“Revisar”}\right)$ **Verif** = “Cumple”

c) Presiones actuantes en la base del estribo

Estados	V_U	M_{VU}	M_{HU}	$x_o = \frac{M_{VU} - M_{HU}}{V_U}$	$e = \frac{B}{2} - x_o$	$q = \frac{V_U}{B - 2e}$	q_R	OBS
	Ton/m	Ton-m	Ton-m	m	m	kg/cm2	kg/cm2	
Resistencia Ia	41.80	123.44	41.73	1.95	0.55	1.07	1.58	OK
Resistencia Ib	61.81	186.12	41.73	2.34	0.16	1.32	1.58	OK
Evento Extremo I	44.55	131.75	43.63	1.98	0.52	1.13	2.88	OK
Servicio I	45.95	137.01	26.74	2.40	0.10	0.96	0.96	OK

CÁLCULO DEL ACERO DE REFUERZO

DISEÑO DE PANTALLA

CARGA	CARGA DISTRIBUID	CARGA	Yp	M
	Ton/m	Ton	m	Ton-m
LS	0.415	2.074	2.500	5.18
EH	3.456	8.641	1.667	14.40
EQterr	0.612	3.062	2.500	7.65
0.5PIR	0.000	0.566	2.405	1.36
PEQ	0.000	1.663	4.750	7.90

a) Acero por flexión

Recubrimiento de Pantalla (tabla 5.10.1-1) $r_{pant} := 7.5\ cm$

Diámetro de Acero de Refuerzo $\phi_{pant} := 20\ mm$

Resistencia Característica del Concreto $f'_c := 245\ \frac{kgf}{cm^2}$

Tensión de Fluencia del Acero $f_y := 4200\ \frac{kgf}{cm^2}$

Estado limite de Resistencia I, con: $n := 1$

$Mu_{RI} := n \cdot (1.75 \cdot Mp_{LS} + 1.5 \cdot Mp_{EH} + 1.75 \cdot Mp_{BR}) = 53.29\ tonnef \cdot m$

Estado limite de Evento Extremo I, con: $n := 1$

$Mu_{EI} := n \cdot (0.5 \cdot Mp_{LS} + 1 \cdot Mp_{EH} + (Mp_{EQterr} + Mp_{0.5PIR} + Mp_{PEQ}) + 0.5 \cdot Mp_{BR}) = 40.37\ tonnef \cdot m$

Momento Solicitante: $Mu := \max(Mu_{RI}, Mu_{EI})$ $Mu = 53.29\ tonnef \cdot m$

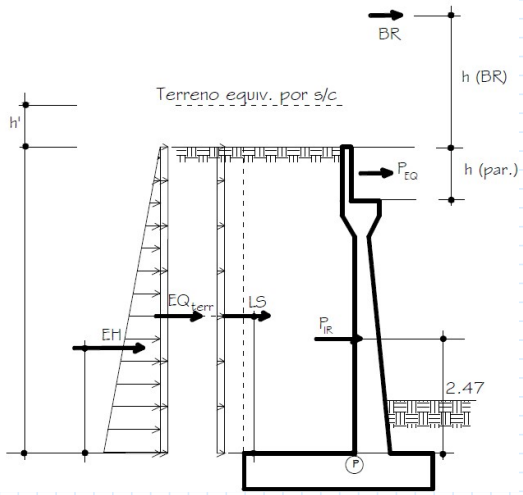
Recubrimiento mecánico: $z := r_{pant} + \frac{\phi_{pant}}{2} = 8.5\ cm$

Peralte efectivo mecánico: $d := t_{inf} - z = 61.5\ cm$

Ancho Unitario de Diseño: $b := 100\ cm$

Factor de Resistencia para Evento Extremo I $\phi_{EI} := 1$

$$\beta := \left\| \begin{array}{l} \text{if } 175\ \frac{kgf}{cm^2} \le f'_c \le 280\ \frac{kgf}{cm^2} \\ \quad \| \beta \leftarrow 0.85 \\ \text{if } 280\ \frac{kgf}{cm^2} \le f'_c \le 560\ \frac{kgf}{cm^2} \\ \quad \| \beta \leftarrow 0.85 - 0.05 \cdot \left(\frac{f'_c - 280\ \frac{kgf}{cm^2}}{70\ \frac{kgf}{cm^2}} \right) \\ \text{if } f'_c > 560\ \frac{kgf}{cm^2} \\ \quad \| \beta \leftarrow 0.65 \end{array} \right\| = 0.85$$



Acero Nominal de Refuerzo

$$As_n := 0.85 \cdot b \cdot d \cdot \left(\frac{f'_c}{f_y} \right) \cdot \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot Mu}{\phi_{EI} \cdot \beta \cdot f'_c \cdot b \cdot d^2}} \right) = 21.38\ cm^2$$

Acero mínimo de Refuerzo (Art.5.6.3.3)

$$f_r := 2.01 \cdot \sqrt[2]{f'_c \cdot \frac{kgf}{cm^2}} = 31.461\ \frac{kgf}{cm^2} \qquad s := \frac{b \cdot t_{inf}^2}{6} = 81666.667\ cm^3$$

$$M_{cr} := 1.1 \cdot f_r \cdot s = 28.263\ tonnef \cdot m$$

$$M_{ur} := 1.33 \cdot Mu = 70.871\ tonnef \cdot m \qquad M_{min} := min\left(M_{cr}, M_{ur}\right) = 28.26\ tonnef \cdot m$$

$$As_{pantalla} := \left\| \begin{array}{l} \text{if } M_{min} < Mu \\ \quad \| As_n \\ \text{else} \\ \quad \| 0.85 \cdot b \cdot d \cdot \left(\frac{f'_c}{f_y} \right) \cdot \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot M_{min}}{\phi_{EI} \cdot \beta \cdot f'_c \cdot b \cdot d^2}} \right) \end{array} \right\| = 21.38\ cm^2$$

$$A_b := \pi \cdot \frac{\phi_{pant}^2}{4} = 3.142\ cm^2 \qquad a := As_{pantalla} \cdot \frac{f_y}{\beta \cdot f'_c \cdot b} = 4.312\ cm$$

Separación de las Barras $s_{pant} := \text{Floor}\left(\frac{A_b}{As_{pantalla}} \cdot b, 1\ cm \right) = 14\ cm$

$Mu = 53.29\ tonnef \cdot m$ **Usar** $\phi_{pant} = 20\ mm$ **c /** $s_{pant} = 14\ cm$

b) Acero por Temperatura

Diámetro del Acero: $\phi_{temp} := 12.7\ mm$

Usar $\phi_{temp} = 12.7\ mm$ **c /** $S_{temp} = 32\ cm$

c) Revisión de fisuración por distribución de armadura (Art. 5.6.7)

Ancho Tributario de Diseño: $a_{trib} := 13\ cm$

Momento actuante de servicio I: $Mu_{SI} = 4.226\ tonnef \cdot m$

$Verificación_1 :=$ if $S_{max} > s_{pant}$ "Cumple" else "Revisar a)"

$Verificación_1 =$ "Cumple"

d) Revisión por corte

$Vu = 19.916\ tonnef$

$Verificación_2 :=$ if $\phi_{corte} \cdot V_n > Vu$ "Cumple" else "Revisar d)"

$Verificación_2 =$ "Cumple"

EN CASO QUE NO SE VERIFIQUE

Se adoptará un espaciamiento menor al $S_{max} = 47.475\ cm$ de: $S_{adoptado} := 30\ cm$

Tomando estribo de $\phi_{estribo} := 12.7\ mm$ Área para dos ramas de corte: $A_v := 2 \cdot \left(\frac{\pi \cdot \phi_{estribo}^{\ 2}}{4} \right) = 2.53\ cm^2$

$Verificación_4 := \text{if}\left(\phi V_n > Vu, \text{"Cumple"}, \text{"Diminuir el espaciamiento"}\right)$

$Verificación_4 =$ "Cumple"

DISEÑO DE CIMENTACION

DISEÑO DEL TALÓN

a) Acero parte superior de zapata

Recubrimiento de zapata **(tabla 5.10.1-1)** $r_{zap} := 7.5\ cm$

Diámetro de Acero de Refuerzo $\phi_{zap} := 20\ mm$

$Mu_{RIb} = 50\ tonnef \cdot m$ **Usar** $\phi_{zap} = 20\ mm$ **c /** $s_{zap} = 9\ cm$

b) Acero por Temperatura (Art. 5.10.6)

Diámetro del Acero: $\phi_{temp1} := 12.7\ mm$

Usar $\phi_{temp1} = 12.7\ mm$ **c /** $S_{temperat} = 26\ cm$

c) Revisión del talón por corte

$Vu_{RIzap} = 44.38\ tonnef$

$Verificación_3 :=$ if $\phi_{corte} \cdot Vn > Vu_{RIzap}$ "Cumple" else "Revisar c)"

$Verificación_3 =$ "Revisar c)"

EN CASO QUE NO SE VERIFIQUE

Se adoptará un espaciamiento menor al $S_{max} = 47.475\ cm$ de: $S_{adoptado} := 20\ cm$

Tomando estribo de $\phi_{estribo} := 12.7\ mm$ Área para dos ramas de corte: $A_v := 2 \cdot \left(\frac{\pi \cdot \phi_{estribo}^2}{4} \right) = 2.53\ cm^2$

$Verificación_3 := \text{if}\ (\phi V_n > Vu_{RIzap}, \text{"Cumple"}, \text{"Diminuir el espaciamiento"})$

$Verificación_3 =$ "Cumple"

DISEÑO DE LA PUNTA

d) Acero en fondo de zapata

Diámetro de Acero de Refuerzo: $\phi_{zap1} := 15.87\ mm$

Contraseña del área protegida

$M_u = 29.072\ tonnef \cdot m$ **Usar** $\phi_{zap1} = 15.87\ mm$ **c /** $s_{zap1} = 12\ cm$

e) Revisión de la Punta por Corte

Contraseña del área protegida

$Vu_{Act} = 25.8\ tonnef$

$Verificación_4 :=$ if $\phi_{corte} \cdot Vn_{Act} > Vu_{Act}$ "Cumple" else "Revisar e)"

$Verificación_4 =$ "Cumple"

EN CASO QUE NO SE VERIFIQUE

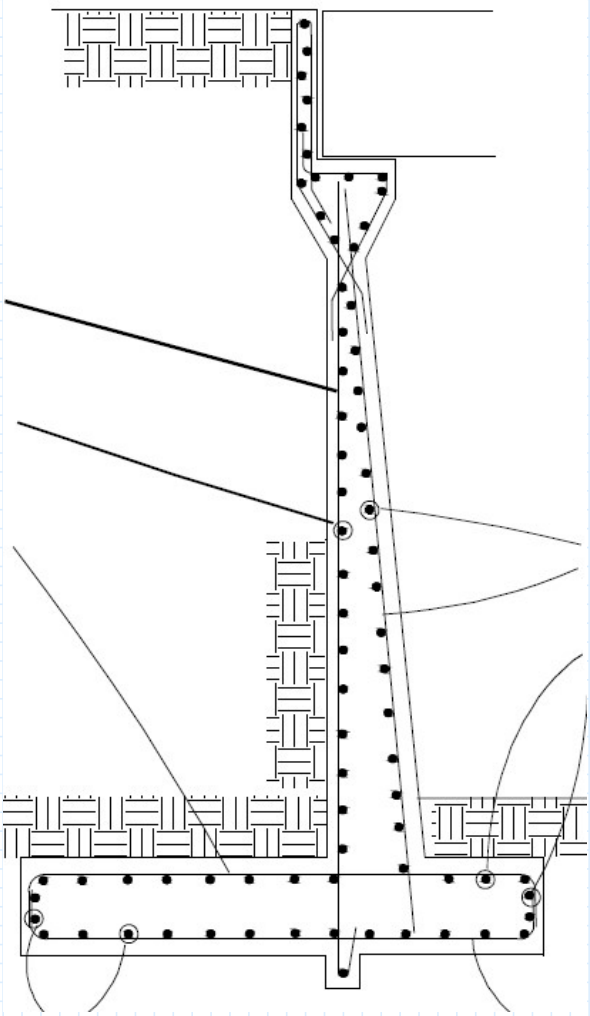
Se adoptará un espaciamiento menor al $S_{max} = 47.475\ cm$ de: $S_{adoptado} := 0.10\ cm$

Tomando estribo de $\phi_{estribo} := 12.7\ mm$ Área para dos ramas de corte: $A_v := 2 \cdot \left(\frac{\pi \cdot \phi_{estribo}^2}{4} \right) = 2.53\ cm^2$

$Verificación_4 := \text{if}\ (\phi V_n > Vu_{Act}, \text{"Cumple"}, \text{"Diminuir el espaciamiento"})$

$Verificación_4 =$ "Cumple"

DISPOSICION DE ARMADURA DE ACERO EN ESTRIBO



Usar $\phi_{pant} = 20$ *mm*
c / $s_{pant} = 14$ *cm*

Usar $\phi_{temp} = 12.7$ *mm*
c / $S_{temp} = 32$ *cm*

Usar $\phi_{zap} = 20$ *mm*
c / $s_{zap} = 9$ *cm*

Usar $\phi_{temp} = 12.7$ *mm*
c / $S_{temp} = 32$ *cm*

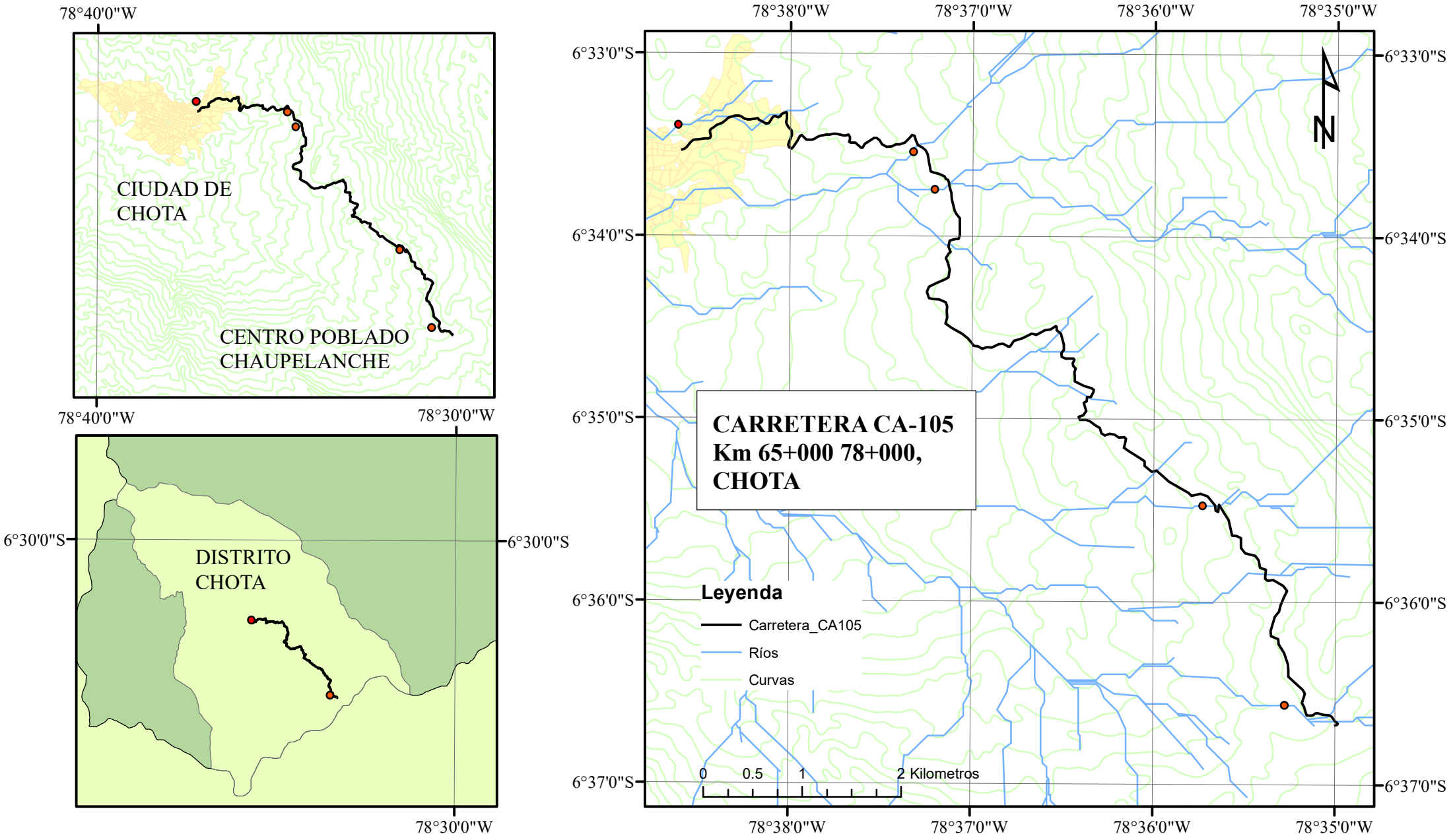
Usar $\phi_{temp1} = 12.7$ *mm*
c / $S_{temperat} = 26$ *cm*

Usar $\phi_{temp1} = 12.7$ *mm*
c / $S_{temperat} = 26$ *cm*

Usar $\phi_{zap1} = 15.87$ *mm*
c / $s_{zap1} = 12$ *cm*

Anexo Q. Planos

Anexo Q.1. Plano clave de obras de arte



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA

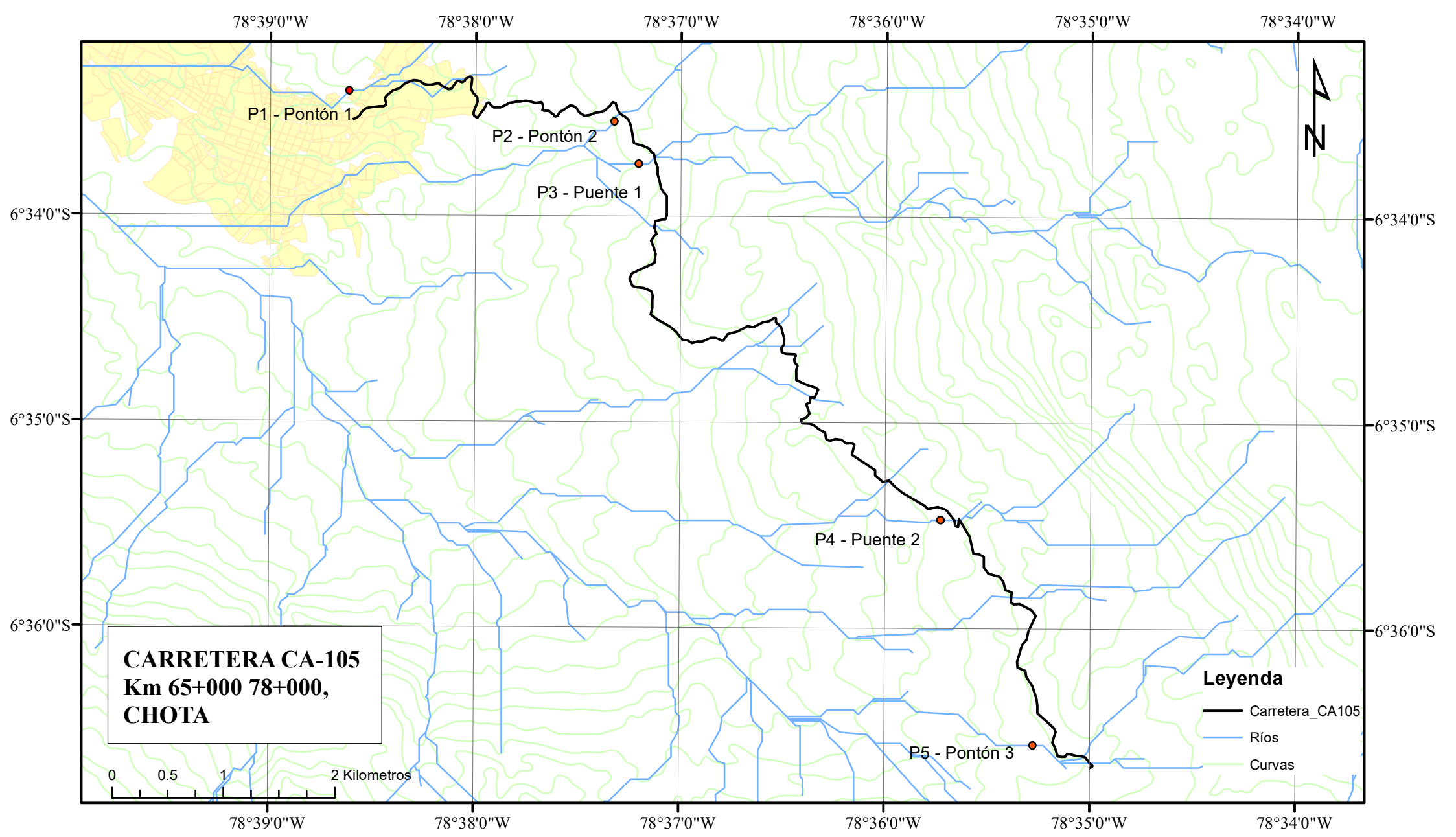
¡ UN SUEÑO HECHO REALIDAD !

"Evaluación de la condición global y funcionalidad técnica de las obras de arte de la carretera CA-105, km 65+000 al km 78+000, Chota"

Plano: UBICACIÓN DE LA CARRETERA CA-105, km 65+000 78+000, CHOTA

Tesista: NEISER ALDAIR IDROGO DELGADO
Asesor: MIGUEL ÁNGEL SILVA TARRILLO

U1



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA

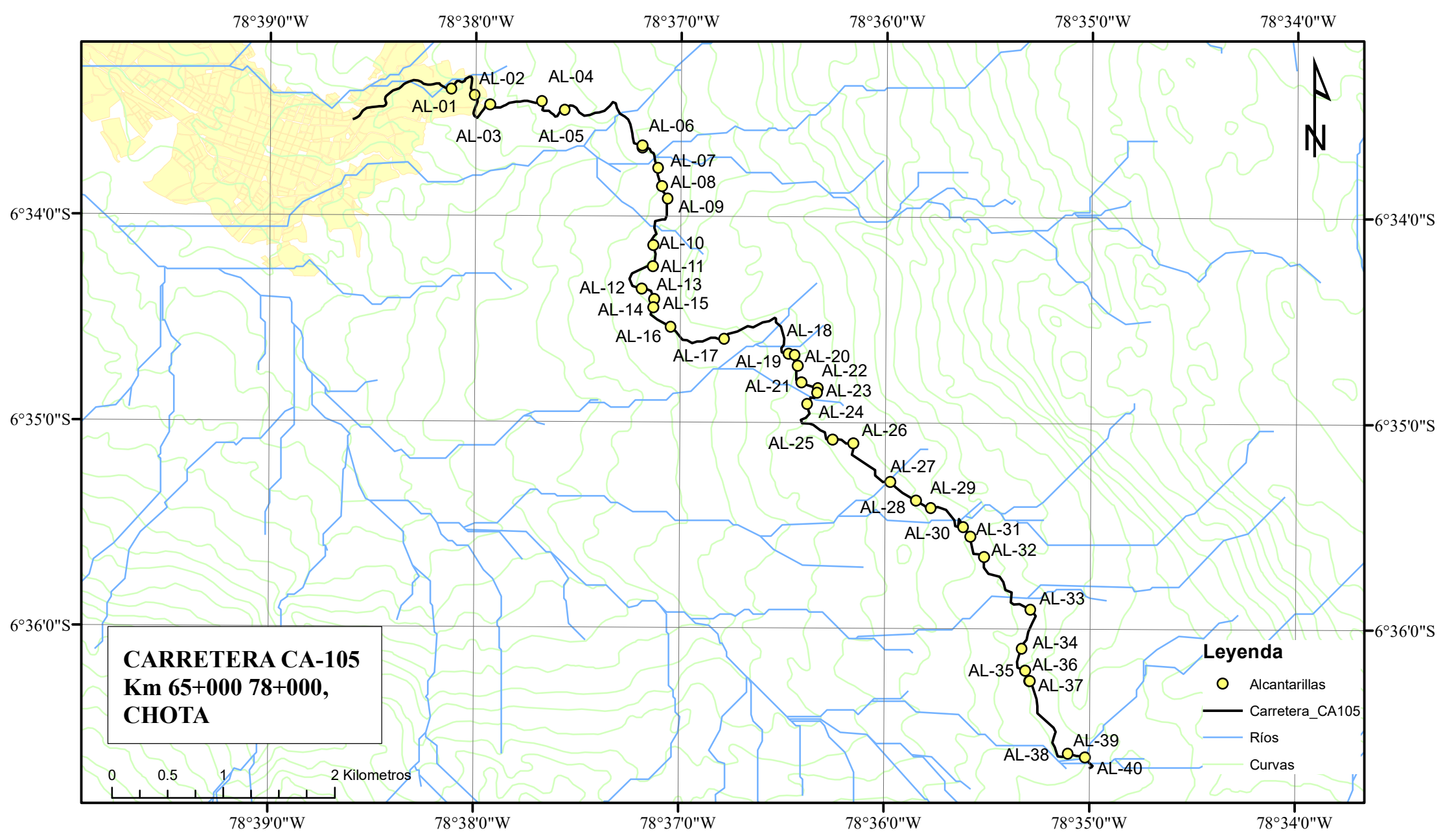
¡ UN SUEÑO HECHO REALIDAD !

"Evaluación de la condición global y funcionalidad técnica de las obras de arte de la carretera CA-105, km 65+000 al km 78+000, Chota"

Plano: UBICACIÓN DE PUENTES Y/O PONTONES EN LA CARRETERA CA-105, km 65+000 78+000, CHOTA

Tesista: NEISER ALDAIR IDROGO DELGADO
Asesor: MIGUEL ÁNGEL SILVA TARRILLO

U2



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA

¡ UN SUEÑO HECHO REALIDAD !

"Evaluación de la condición global y funcionalidad técnica de las obras de arte de la carretera CA-105, km 65+000 al km 78+000, Chota"

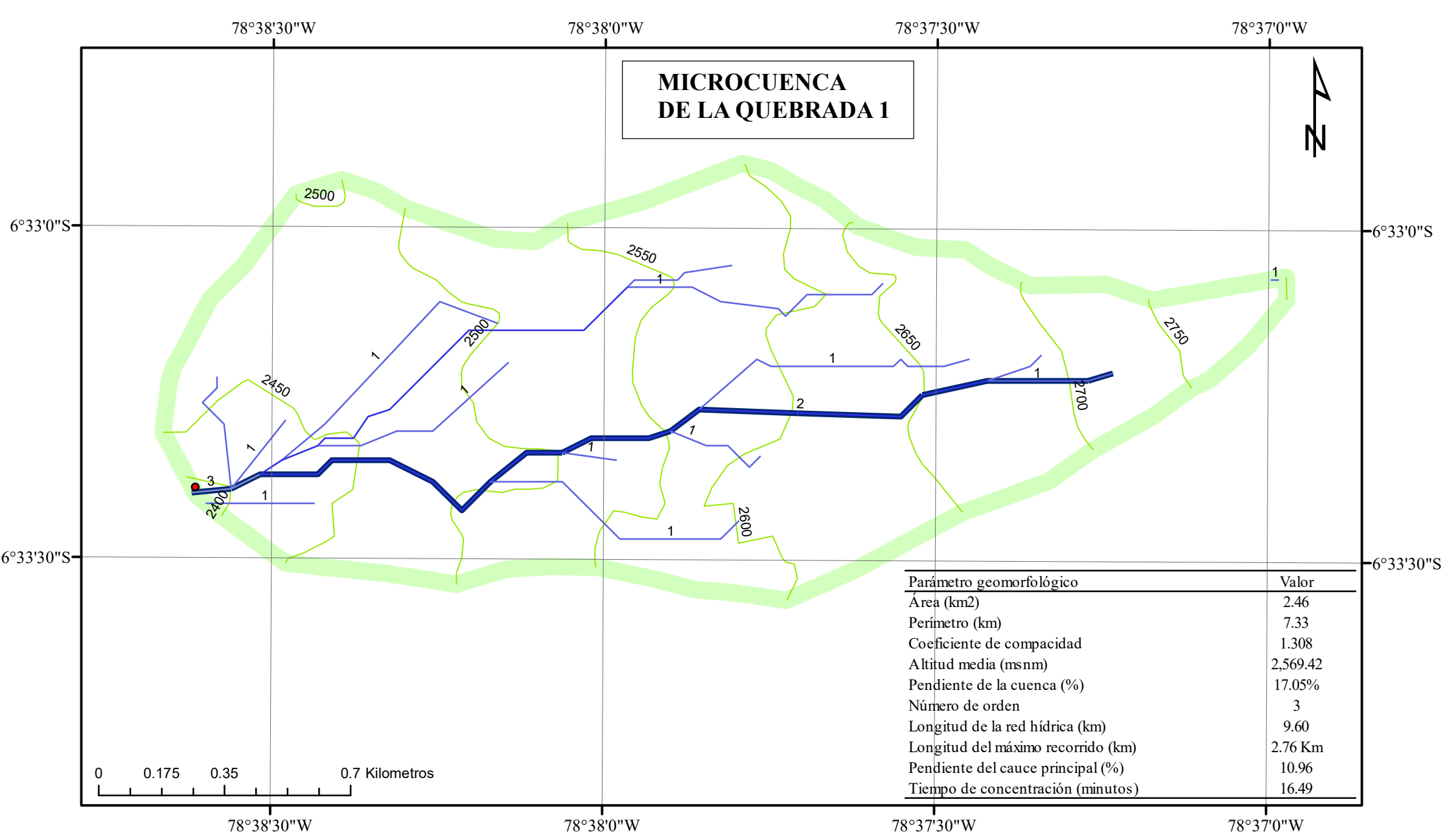
Plano: UBICACIÓN DE ALCANTARILLAS EN LA CARRETERA CA-105, km 65+000 78+000, CHOTA

U3

Tesista: NEISER ALDAIR IDROGO DELGADO

Asesor: MIGUEL ÁNGEL SILVA TARRILLO

Anexo Q.2. Planos de la microcuenca



Parámetro geomorfológico	Valor
Área (km2)	2.46
Perímetro (km)	7.33
Coeficiente de compacidad	1.308
Altitud media (msnm)	2,569.42
Pendiente de la cuenca (%)	17.05%
Número de orden	3
Longitud de la red hídrica (km)	9.60
Longitud del máximo recorrido (km)	2.76 Km
Pendiente del cauce principal (%)	10.96
Tiempo de concentración (minutos)	16.49

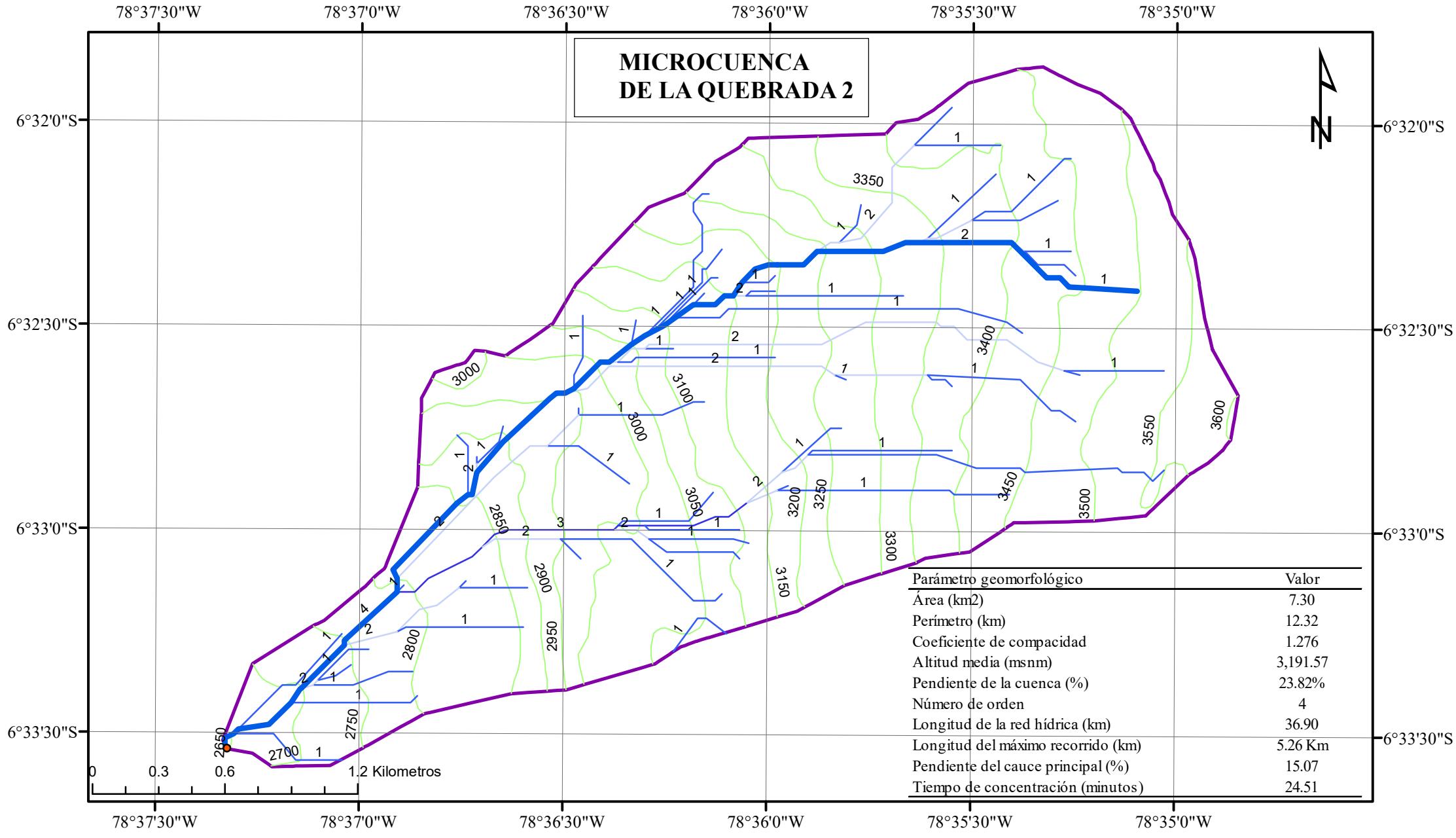
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA
¡ UN SUEÑO HECHO REALIDAD !

"Evaluación de la condición global y funcionalidad técnica de las obras de arte de la carretera CA-105, km 65+000 al km 78+000, Chota"

Plano: MICROCUENCA DE LA QUEBRADA 1 EN LA CARRETERA CA-105, km 65+000 78+000, CHOTA

Tesista: NEISER ALDAIR IDROGO DELGADO
Asesor: MIGUEL ÁNGEL SILVA TARRILLO

C1



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA
¡ UN SUEÑO HECHO REALIDAD !

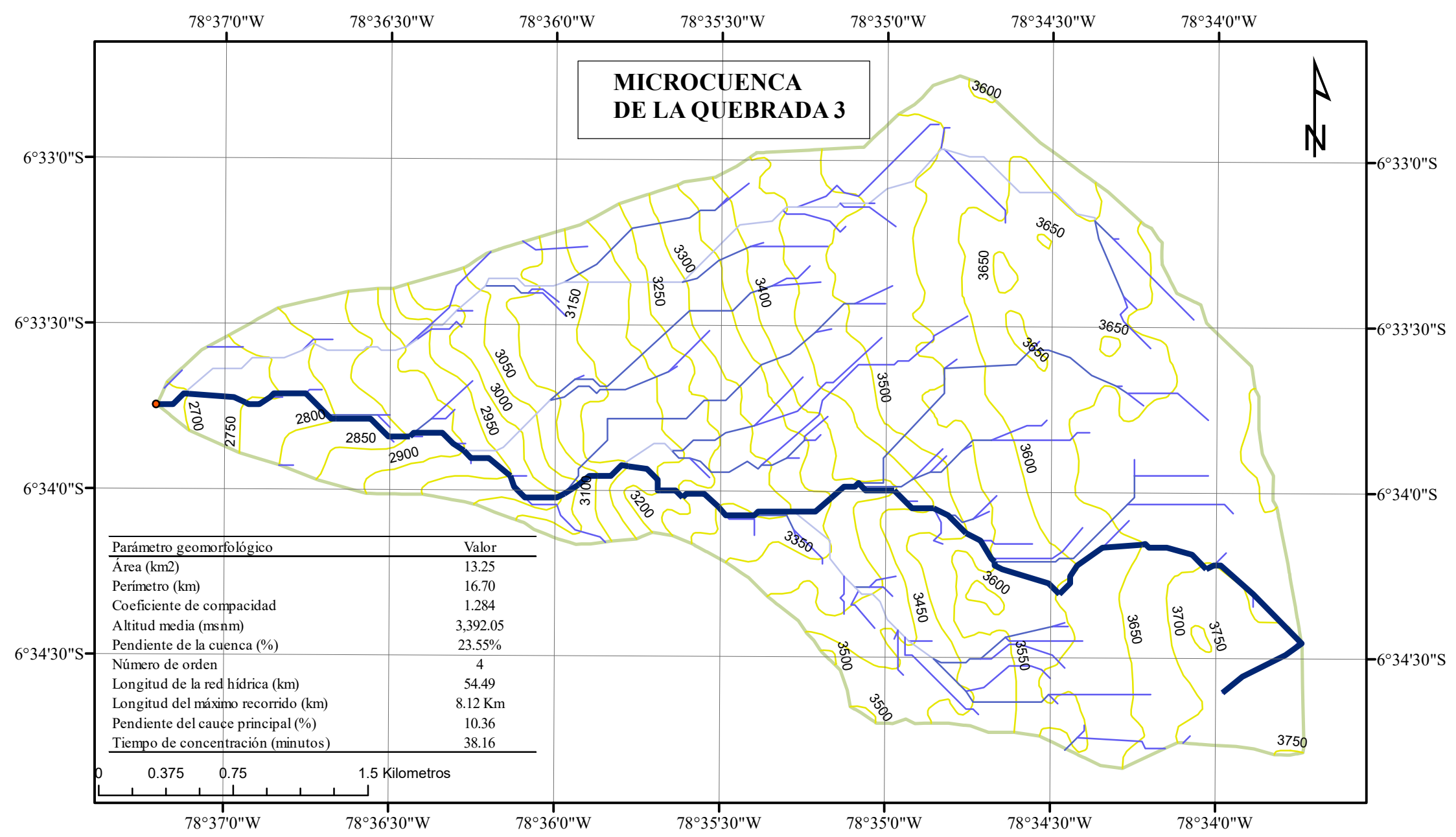
"Evaluación de la condición global y funcionalidad técnica de las obras de arte de la carretera CA-105, km 65+000 al km 78+000, Chota"

Plano: MICROCUENCA DE LA QUEBRADA 2 EN LA CARRETERA CA-105, km 65+000 78+000, CHOTA

Tesista: NEISER ALDAIR IDROGO DELGADO
Asesor: MIGUEL ÁNGEL SILVA TARRILLO

C2

MICROCUENCA DE LA QUEBRADA 3



Parámetro geomorfológico	Valor
Área (km2)	13.25
Perímetro (km)	16.70
Coeficiente de compacidad	1.284
Altitud media (msnm)	3,392.05
Pendiente de la cuenca (%)	23.55%
Número de orden	4
Longitud de la red hídrica (km)	54.49
Longitud del máximo recorrido (km)	8.12 Km
Pendiente del cauce principal (%)	10.36
Tiempo de concentración (minutos)	38.16

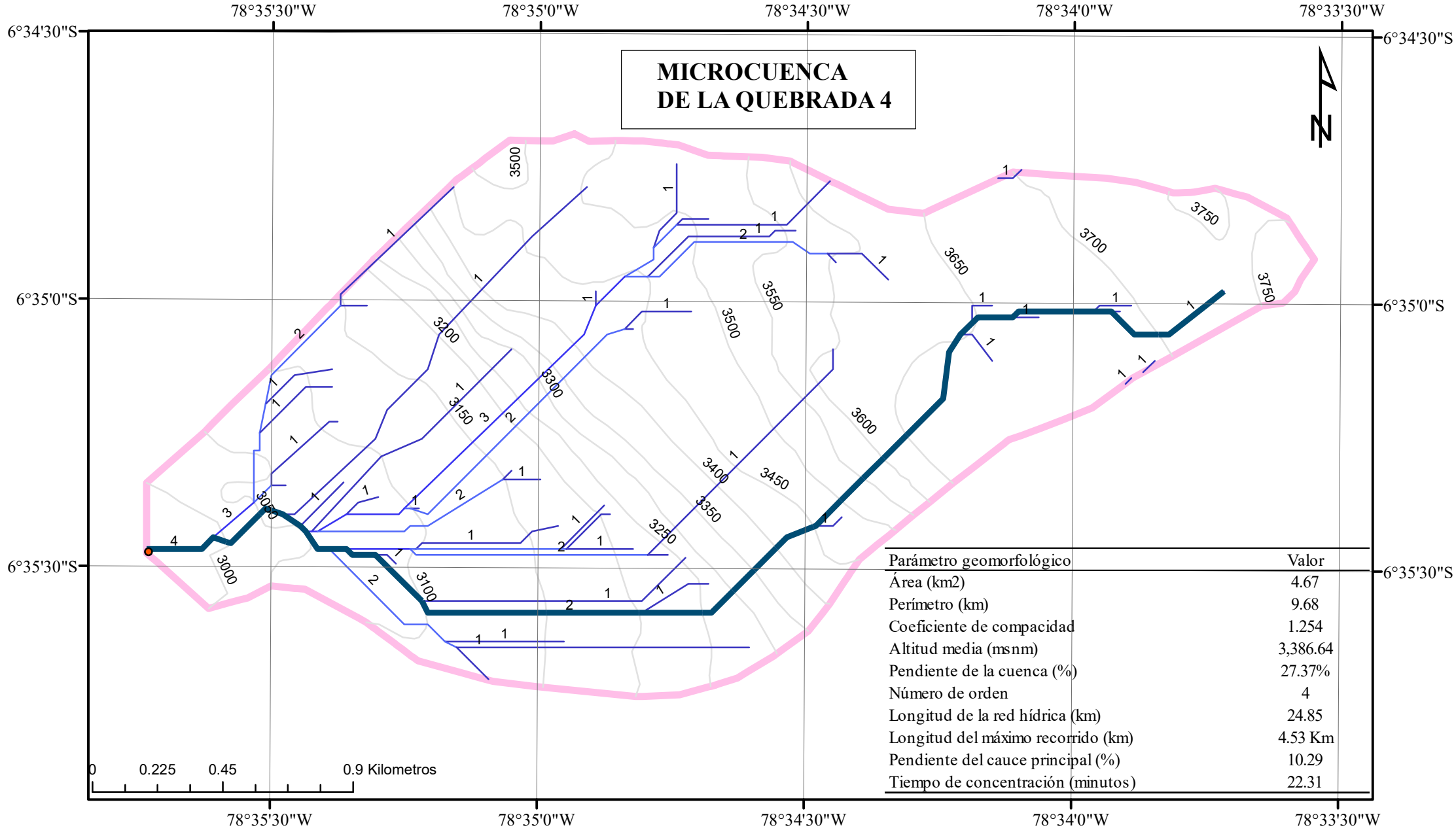
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA
¡ UN SUEÑO HECHO REALIDAD !

"Evaluación de la condición global y funcionalidad técnica de las obras de arte de la carretera CA-105, km 65+000 al km 78+000, Chota"

Plano: MICROCUENCA DE LA QUEBRADA 3 EN LA CARRETERA CA-105, km 65+000 78+000, CHOTA

Tesista: NEISER ALDAIR IDROGO DELGADO
Asesor: MIGUEL ÁNGEL SILVA TARRILLO

C3



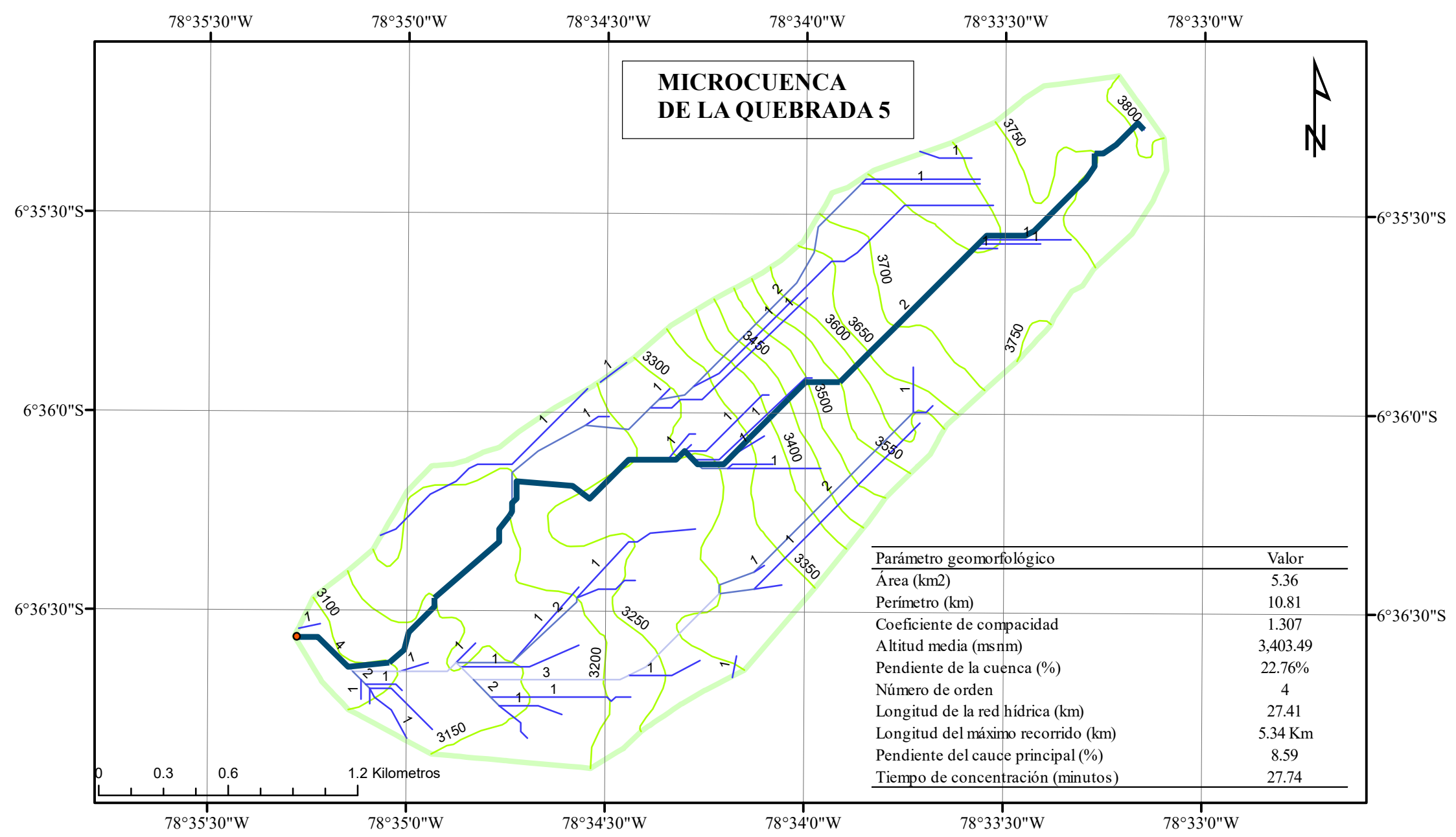
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA
¡ UN SUEÑO HECHO REALIDAD !

"Evaluación de la condición global y funcionalidad técnica de las obras de arte de la carretera CA-105, km 65+000 al km 78+000, Chota"

Plano: MICROCUENCA DE LA QUEBRADA 4 EN LA CARRETERA CA-105, km 65+000 78+000, CHOTA

Tesista: NEISER ALDAIR IDROGO DELGADO
Asesor: MIGUEL ÁNGEL SILVA TARRILLO

C4



Parámetro geomorfológico	Valor
Área (km2)	5.36
Perímetro (km)	10.81
Coeficiente de compacidad	1.307
Altitud media (msnm)	3,403.49
Pendiente de la cuenca (%)	22.76%
Número de orden	4
Longitud de la red hídrica (km)	27.41
Longitud del máximo recorrido (km)	5.34 Km
Pendiente del cauce principal (%)	8.59
Tiempo de concentración (minutos)	27.74

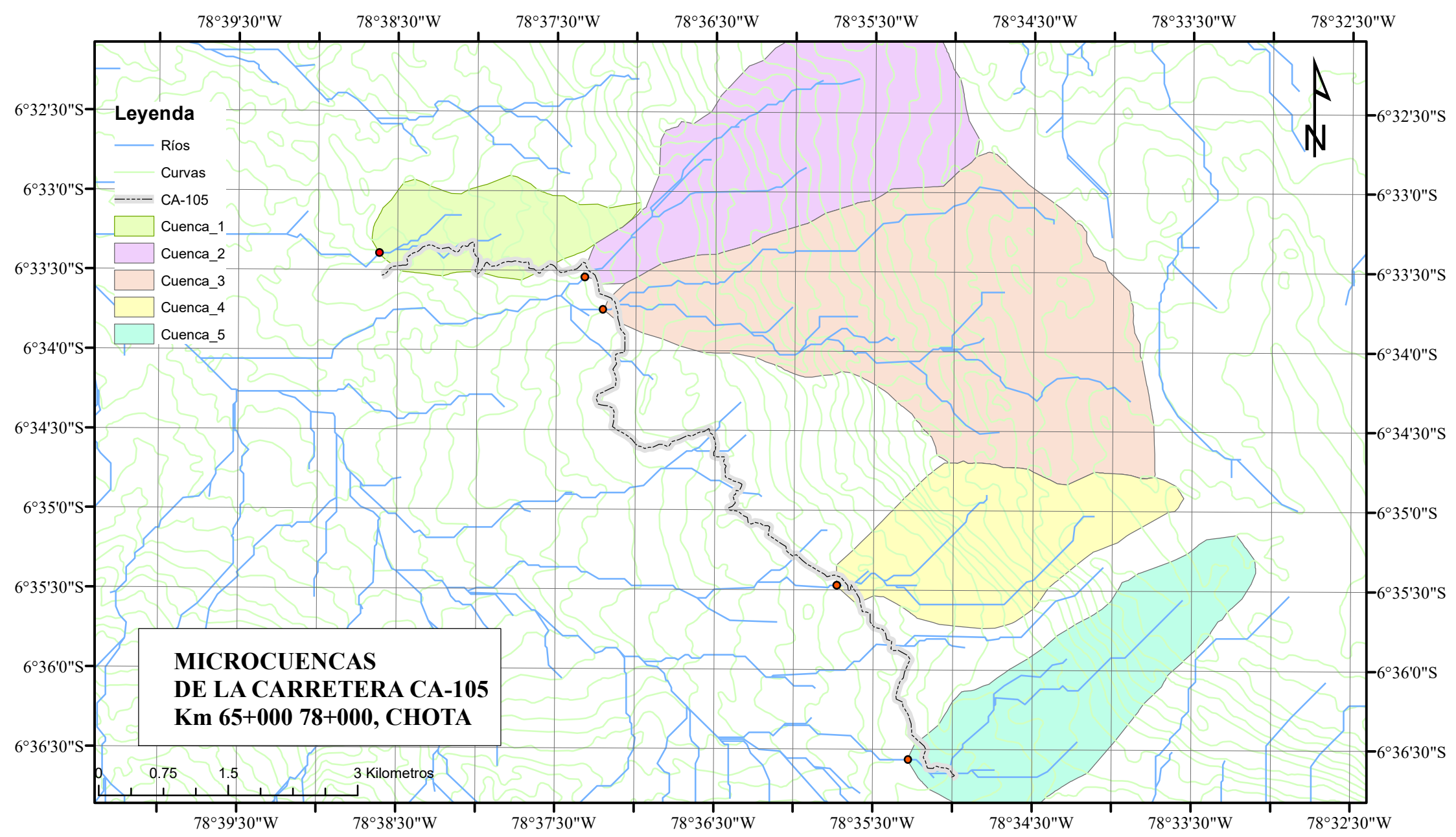
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA
¡ UN SUEÑO HECHO REALIDAD !

"Evaluación de la condición global y funcionalidad técnica de las obras de arte de la carretera CA-105, km 65+000 al km 78+000, Chota"

Plano: MICROCUENCA DE LA QUEBRADA 5 EN LA CARRETERA CA-105, km 65+000 78+000, CHOTA

Tesista: NEISER ALDAIR IDROGO DELGADO
Asesor: MIGUEL ÁNGEL SILVA TARRILLO

C5



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA

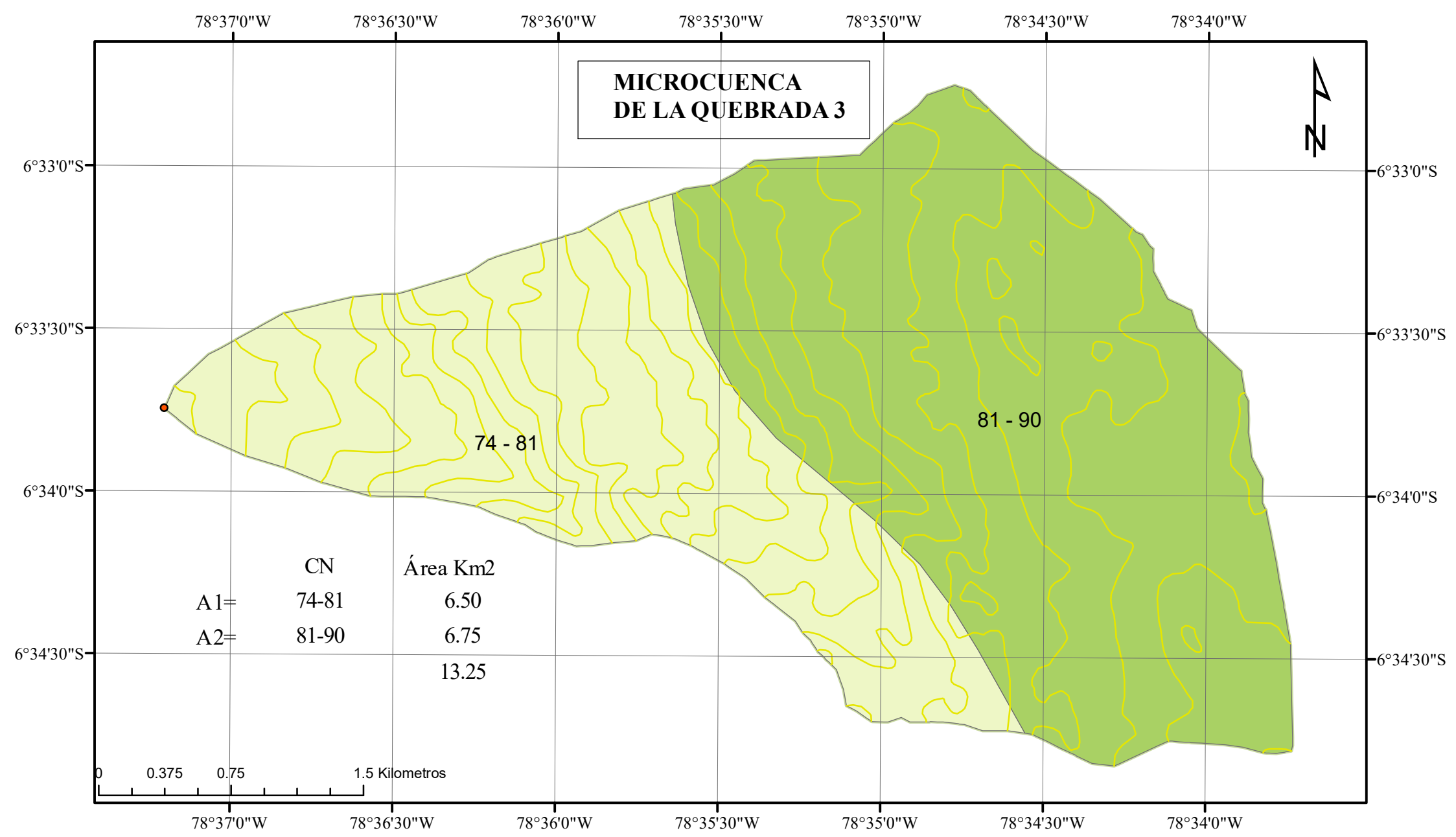
¡ UN SUEÑO HECHO REALIDAD !

"Evaluación de la condición global y funcionalidad técnica de las obras de arte de la carretera CA-105, km 65+000 al km 78+000, Chota"

Plano: MICROCUENCAS DE LA CARRETERA CA-105, km 65+000 78+000, CHOTA

Tesista: NEISER ALDAIR IDROGO DELGADO
Asesor: MIGUEL ÁNGEL SILVA TARRILLO

C6



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA

¡ UN SUEÑO HECHO REALIDAD !

"Evaluación de la condición global y funcionalidad técnica de las obras de arte de la carretera CA-105, km 65+000 al km 78+000, Chota"

Plano: CURVA N, MICROCUENCA DE LA QUEBRADA 3 EN LA CARRETERA CA-105, km 65+000 - 78+000, CHOTA

Tesista: NEISER ALDAIR IDROGO DELGADO
Asesor: MIGUEL ÁNGEL SILVA TARRILLO

C7

Anexo Q.3. Planos topográficos



VISTA PANORÁMICA DEL PUENTE



VISTA PANORÁMICA DEL BM-01

N 9'274,572

N 9'274,547

N 9'274,522

N 9'274,497

N 9'274,472

E 762,901

E 762,926

E 762,951

E 762,976

E 763,001

RIO

AGUAS ARRIBA

AGUAS ABAJO

PUENTE EXISTENTE

BM-01

CARRETERA

TABLA DE COORDENADAS

Coordenadas en WGS 84

N° PUNTO	NORTE	ESTE	COTA	DESCRIPCION
463	9274546.03	762961.68	2689.69	BM-01

LEYENDA

- EJE RIO
- BM
- Curva Mayor terreno
- Curva Menor terreno
- Carretera
- Margenes e rio
- Puente

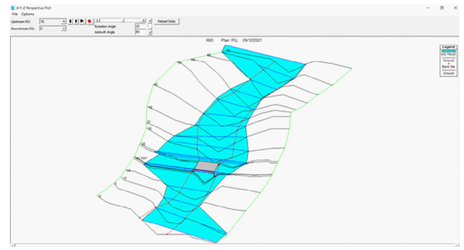
DATOS DEL PUENTE

LUZ LIBRE :	L = 4.60 M.
LUZ TOTAL DEL PUENTE:	L = 5.40 M.
COTA LOSA TERM PUENTE:	2687.92 M.S.N.M.
COTA LECHO RIO:	2685.19 M.S.N.M.

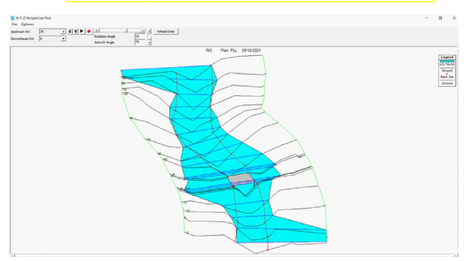
CAUDALES

TR (Años)	Caudales (m3/s)
25	51.41
50	57.65

VISTA 3D, DEL CAUDAL PARA TR=25 AÑOS



VISTA 3D, DEL CAUDAL PARA TR=50 AÑOS



Plano Topográfico

Escala: 1/500

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

"EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN GLOBAL Y FUNCIONALIDAD TÉCNICA DE LAS OBRAS DE ARTE DE LA CARRETERA CA-105, KM 65+000 AL KM78+000 CHOTA"

REGIÓN: CAJAMARCA

PROVINCIA: CHOTA

DISTRITO: CHOTA

PLANO TOPOGRÁFICO

"PONTON P-2"

CHOTA – CAJAMARCA – PERÚ

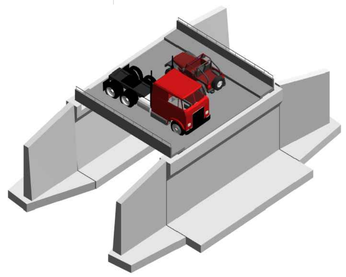
REVISADO POR: ING. MIGUEL ÁNGEL SILVA TARRILLO

DISEÑO: BACH.ING. NEISER ALDAIR IDROGO DELGADO

ESCALA: 1/500

FECHA: DICIEMBRE 2021

CÓDIGO: PT – 02



VISTA PANORÁMICA DEL PUENTE PROYECTADO

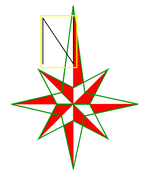


VISTA PANORÁMICA DE CALICATA



VISTA PANORÁMICA DEL BM-01

TABLA DE COORDENADAS Coordenadas en WGS 84				
N° PUNTO	NORTE	ESTE	COTA	DESCRIPCION
463	9274546.03	762961.68	2689.69	BM-01



LEYENDA

- CALICATA
- EJE RIO
- BM
- Curva Mayor terreno
- Curva Menor terreno
- Carretera
- Margenes e rio
- Puente Existente

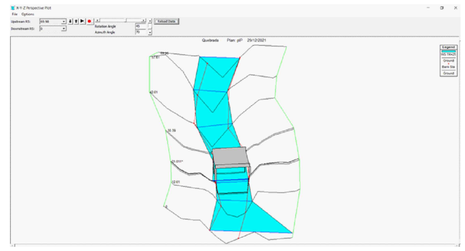
DATOS DEL PUENTE

LUZ LIBRE :	L = 8.0M.
LUZ TOTAL DEL PUENTE:	L = 8.00 M.
COTA LOSA TERM PUENTE:	2689.00 M.S.N.M.
COTA LECHO RIO:	2684.20 M.S.N.M.

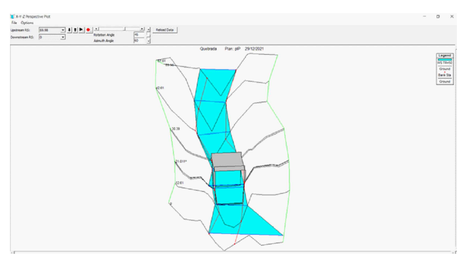
CAUDALES

TR (Años)	Caudales (m3/s)
25	51.41
50	57.65

VISTA 3D, DEL CAUDAL PARA TR=25 AÑOS



VISTA 3D, DEL CAUDAL PARA TR=50 AÑOS



N 9'274,572

N 9'274,547

N 9'274,522

N 9'274,497

N 9'274,472

E 762,901

E 762,926

E 762,951

E 762,976

E 763,001

PUENTE PROYECTADO

PUENTE EXISTENTE

BM-01

CA-01

AGUAS ARRIBA

AGUAS ABAJO

RIO

CARRETERA

Plano Topográfico

Escala: 1/500

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

"EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN GLOBAL Y FUNCIONALIDAD TÉCNICA DE LAS OBRAS DE ARTE DE LA CARRETERA CA-105, KM 65+000 AL KM78+000 CHOTA"

REGIÓN: CAJAMARCA
PROVINCIA: CHOTA
DISTRITO: CHOTA

PLANO TOPOGRÁFICO
"PUENTE P-2" PROYECTADO
CHOTA – CAJAMARCA – PERÚ

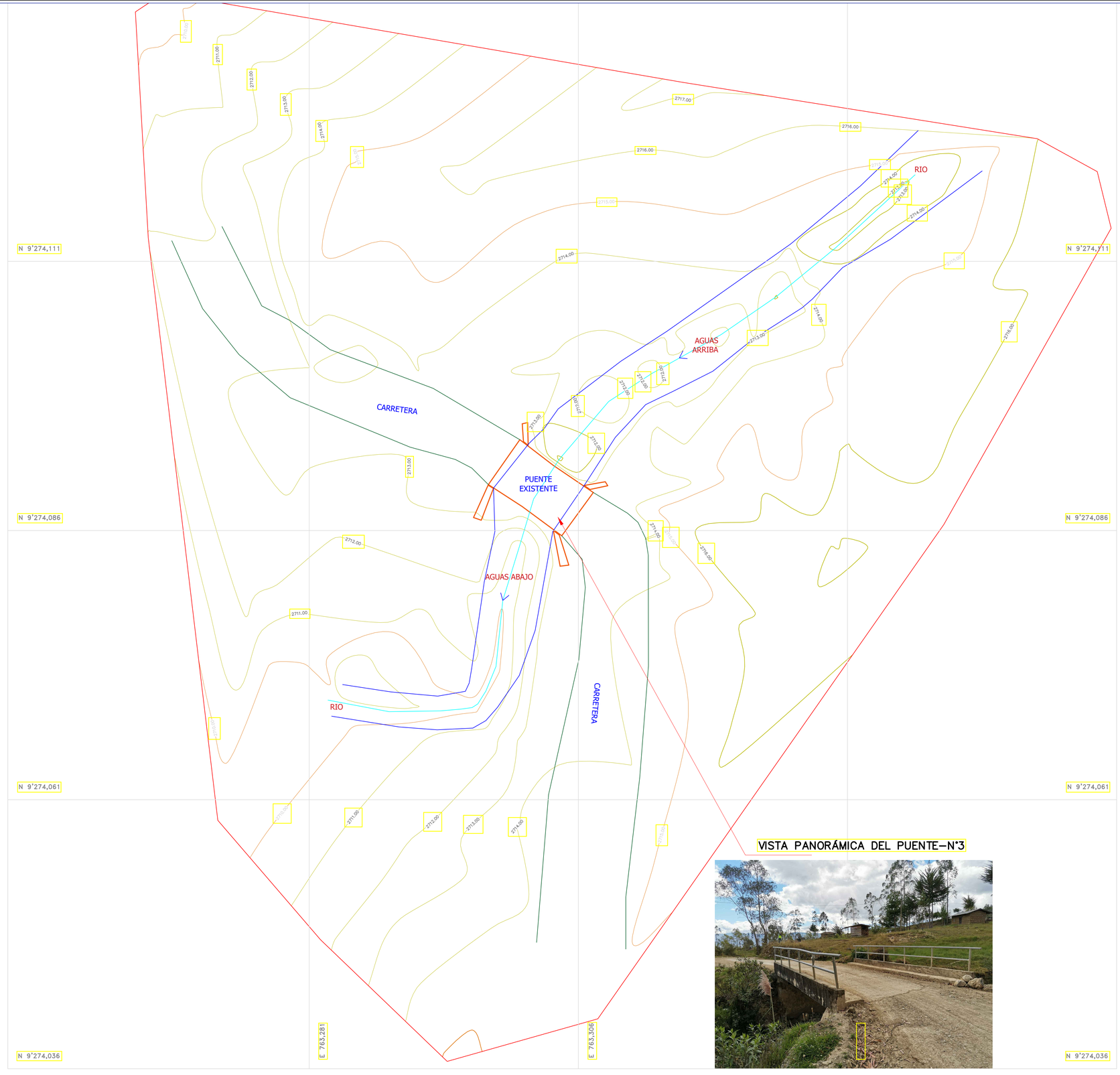
REVISADO POR:
ING. MIGUEL ÁNGEL SILVA TARRILLO

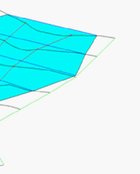
DISEÑO:
BACH.ING. NEISER ALDAIR IDROGO DELGADO

ESCALA: 1/500

FECHA: DICIEMBRE 2021

CÓDIGO: PTP -01





LEYENDA

- EJE RIO
- Curva Mayor terreno
- Curva Menor terreno
- Carretera
- Margenes e rio
- Puente

DATOS DEL PUENTE

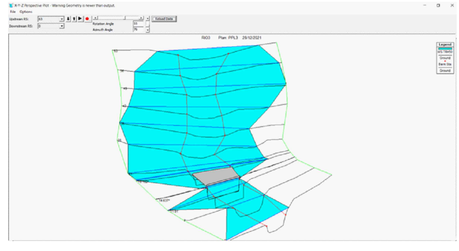
LUZ LIBRE :	L = 7.0M.
LUZ TOTAL DEL PUENTE:	L = 7.60 M.
COTA LOSA TERM PUENTE:	2713.77 M.S.N.M.
COTA LECHO RIO:	2710.77 M.S.N.M.

CAUDALES

TR (Años)	Caudales (m3/s)
25	79.83
50	85.31

VISTA 3D, DEL CAUDAL PARA TR=25 AÑOS

VISTA 3D, DEL CAUDAL PARA TR=50 AÑOS



VISTA PANORÁMICA DEL PUENTE–N°3

Plano Topográfico

Escala: 1/500

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

"EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN GLOBAL Y FUNCIONALIDAD TÉCNICA DE LAS OBRAS DE ARTE DE LA CARRETERA CA–105, KM 65+000 AL KM78+000 CHOTA"

REGIÓN: CAJAMARCA
PROVINCIA: CHOTA
DISTRITO: CHOTA

PLANO TOPOGRÁFICO
"PUENTE P–3"
CHOTA – CAJAMARCA – PERÚ

REVISADO POR: ING. MIGUEL ÁNGEL SILVA TARRILLO
DISEÑO: BACH.ING. NEISER ALDAIR IDROGO DELGADO

ESCALA: 1/500
FECHA: DICIEMBRE 2021

CÓDIGO: PT– 03

E 765.955 | E 765.975 | E 765.995 | E 766.015

N 9°270,825 | N 9°270,805 | N 9°270,785 | N 9°270,765

CARRETERA

CARRETERA

CARRETERA

AGUAS ARRIBA

AGUAS ABAJO

PUENTE EXISTENTE



VISTA PANORÁMICA DEL PUENTE P–4

LEYENDA

- EJE RIO
- Curva Mayor terreno
- Curva Menor terreno
- Carretera
- Margenes e rio
- Puente

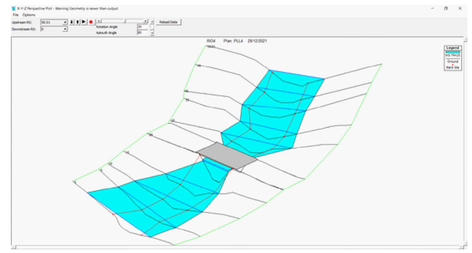
DATOS DEL PUENTE

LUZ LIBRE :	L = 8.0 M.
LUZ TOTAL DEL PUENTE:	L = 8.60 M.
COTA LOSA TERM PUENTE:	3005.00 M.S.N.M.
COTA LECHO RIO:	3001.00 M.S.N.M.

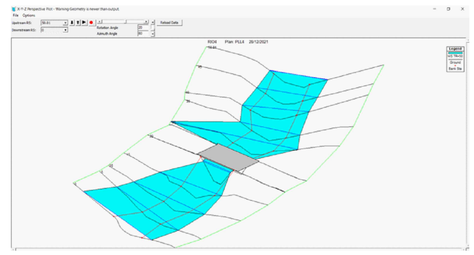
CAUDALES

TR (Años)	Caudales (m3/s)
25	44.02
50	49.36

VISTA 3D, DEL CAUDAL PARA TR=25 AÑOS



VISTA 3D, DEL CAUDAL PARA TR=50 AÑOS



Plano Topográfico

Escala: 1/500

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

"EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN GLOBAL Y FUNCIONALIDAD TÉCNICA DE LAS OBRAS DE ARTE DE LA CARRETERA CA–105, KM 65+000 AL KM78+000 CHOTA"

REGIÓN: CAJAMARCA
PROVINCIA: CHOTA
DISTRITO: CHOTA

PLANO TOPOGRÁFICO
"PUENTE P–4"
CHOTA – CAJAMARCA – PERÚ

REVISADO POR:
ING. MIGUEL ÁNGEL SILVA TARRILLO

DISEÑO:
BACH.ING. NEISER ALDAIR IDROGO DELGADO

ESCALA: 1/500

FECHA: DICIEMBRE 2021

CÓDIGO: P – 04



VISTA PANORÁMICA DEL PUENTE P–05

LEYENDA

- EJE RIO
- Curva Mayor terreno
- Curva Menor terreno
- Carretera
- Margenes e rio
- Puente

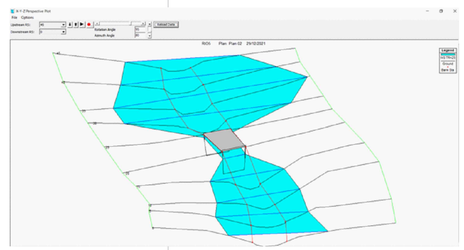
DATOS DEL PUENTE

LUZ LIBRE :	L = 3.70 M.
LUZ TOTAL DEL PUENTE:	L = 4.30 M.
COTA LOSA TERM PUENTE:	3093.50 M.S.N.M.
COTA LECHO RIO:	3090.30 M.S.N.M.

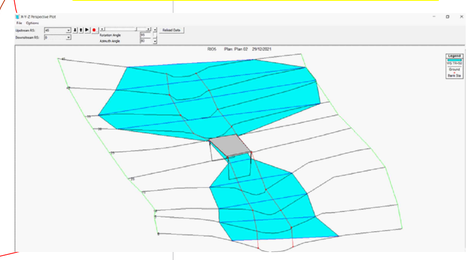
CAUDALES

TR (Años)	Caudales (m3/s)
25	31.63
50	35.47

VISTA 3D, DEL CAUDAL PARA TR=25 AÑOS



VISTA 3D, DEL CAUDAL PARA TR=50 AÑOS



N 9'268,632
N 9'268,607
N 9'268,582
E 767,200
E 767,225
E 767,250
3098.00
3097.00
3096.00
3095.00
3094.00
3093.00
3092.00
3091.00
3090.00
CARRETERA
RIO
AGUAS ARRIBA
AGUAS ABAJO
PUENTE EXISTENTE

Plano Topográfico

Escala: 1/500

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

"EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN GLOBAL Y FUNCIONALIDAD TÉCNICA DE LAS OBRAS DE ARTE DE LA CARRETERA CA–105, KM 65+000 AL KM78+000 CHOTA"

REGIÓN: CAJAMARCA
PROVINCIA: CHOTA
DISTRITO: CHOTA

PLANO TOPOGRÁFICO
"PEÑA DE LOS LOROS"
CHOTA – CAJAMARCA – PERÚ

REVISADO POR:
ING. MIGUEL ÁNGEL SILVA TARRILLO

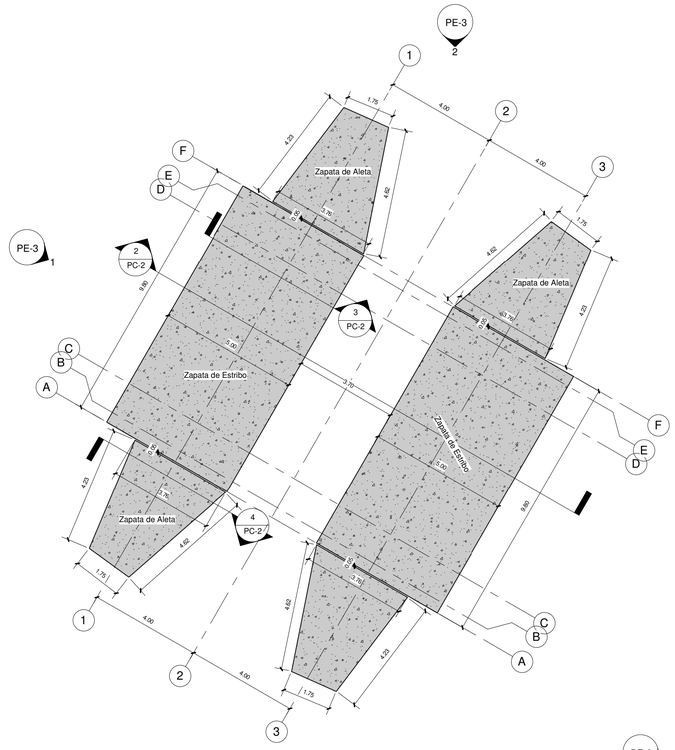
DISEÑO:
BACH.ING. NEISER ALDAIR IDROGO DELGADO

ESCALA: 1/500

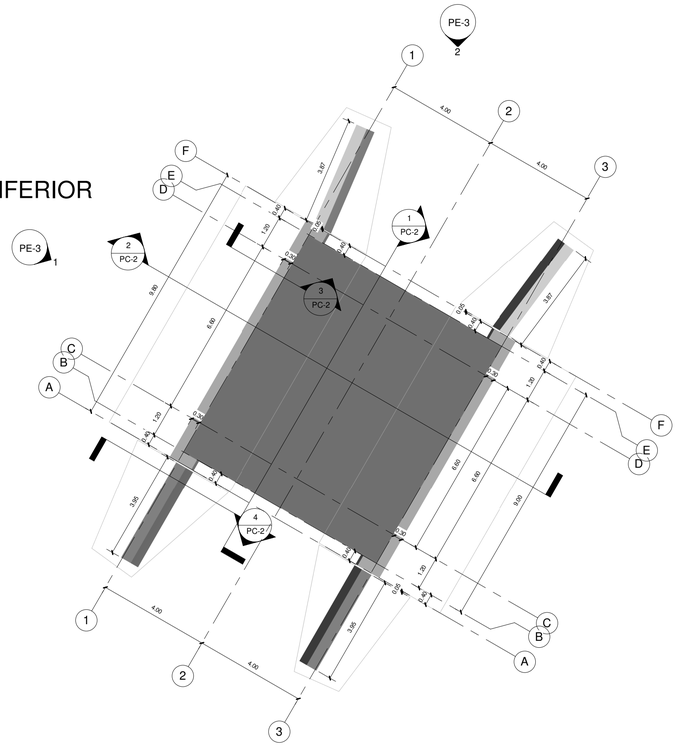
FECHA: DICIEMBRE 2021

CÓDIGO: PT – 05

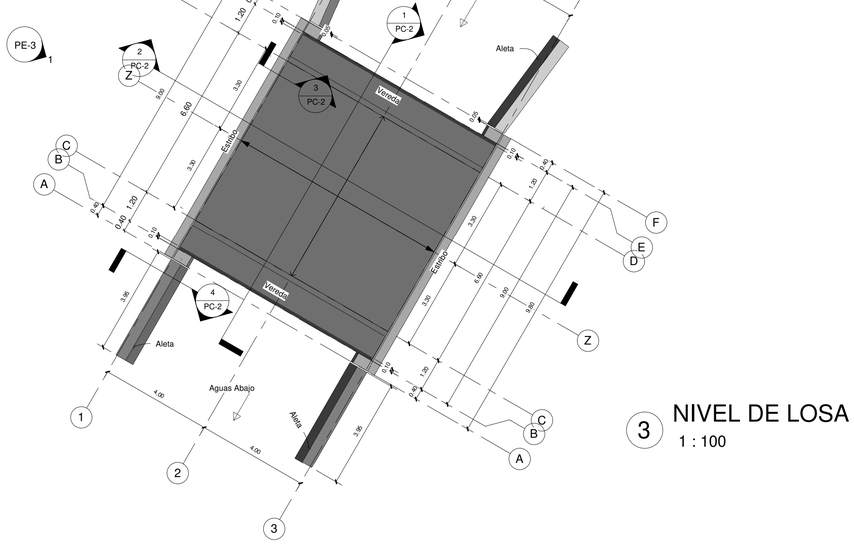
Anexo Q.4. Planos de la propuesta de puente losa



1 NIVEL DE CIMENTACION
1 : 100



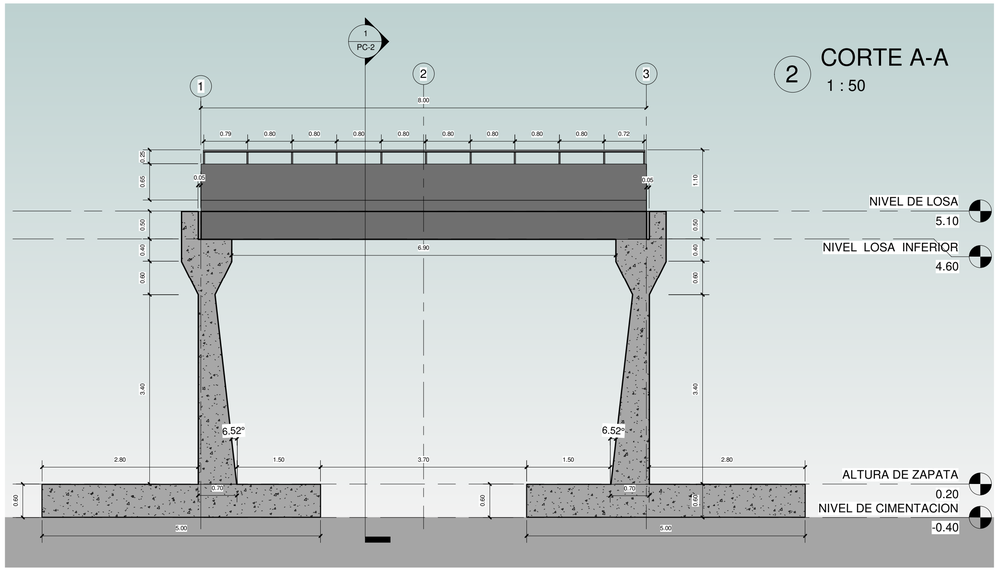
2 NIVEL LOSA INFERIOR
1 : 100



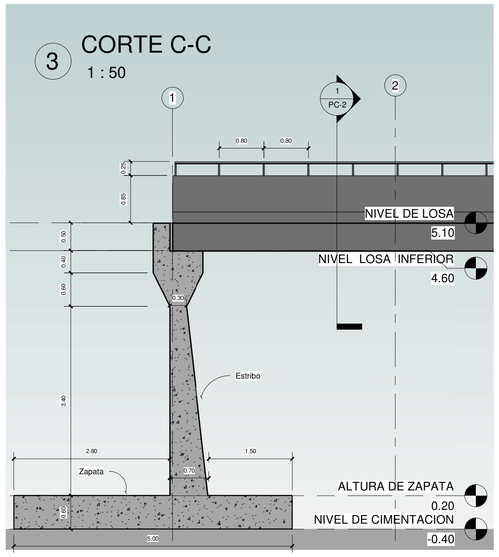
3 NIVEL DE LOSA
1 : 100

ESPECIFICACIONES TECNICAS SUPERESTRUCTURA		
DATOS DE DISEÑO		
DESCRIPCION	VALOR	UNIDAD
Luz Libre	8	m
Longitud total del tablero del puente	8	m
Número de Vías	2	unid
Ancho de Carril	3.3	m
Ancho de la Calzada	6.6	m
Espesor de la Losa	0.5	m
Vereda	1.2	m
Camión de Diseño (Tipo TANDEM)	HL-93M	-
Carga Peatonal	360	kg/cm2
S/C Barra	168	kg/m
Aceleración Sismo	0.3	g

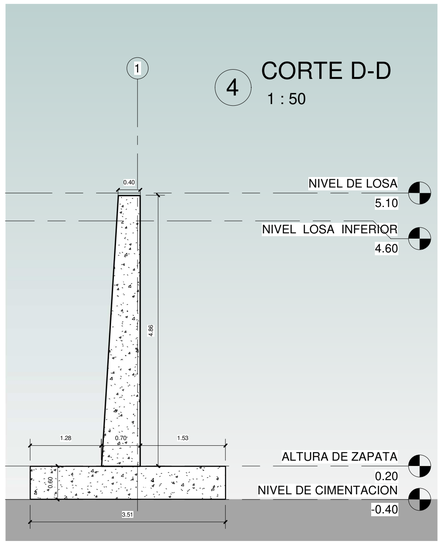
PROYECTO:	NOMBRE DE PLANO:	DISEÑADOR:	NUMERO DE PLANO:	ESCALA:	FECHA:
Evaluación de la Condición Global y Funcionalidad Técnica de las Obras de Arte de la Carretera CA-105, KM65+000 al KM68+000, Chota.	*PLANO GENERAL EN PLANTA*	*BACH. ING. Neiser Aldair Idrogo Delgado*	*PG-1*	*Como se indica*	*10/01/2022*



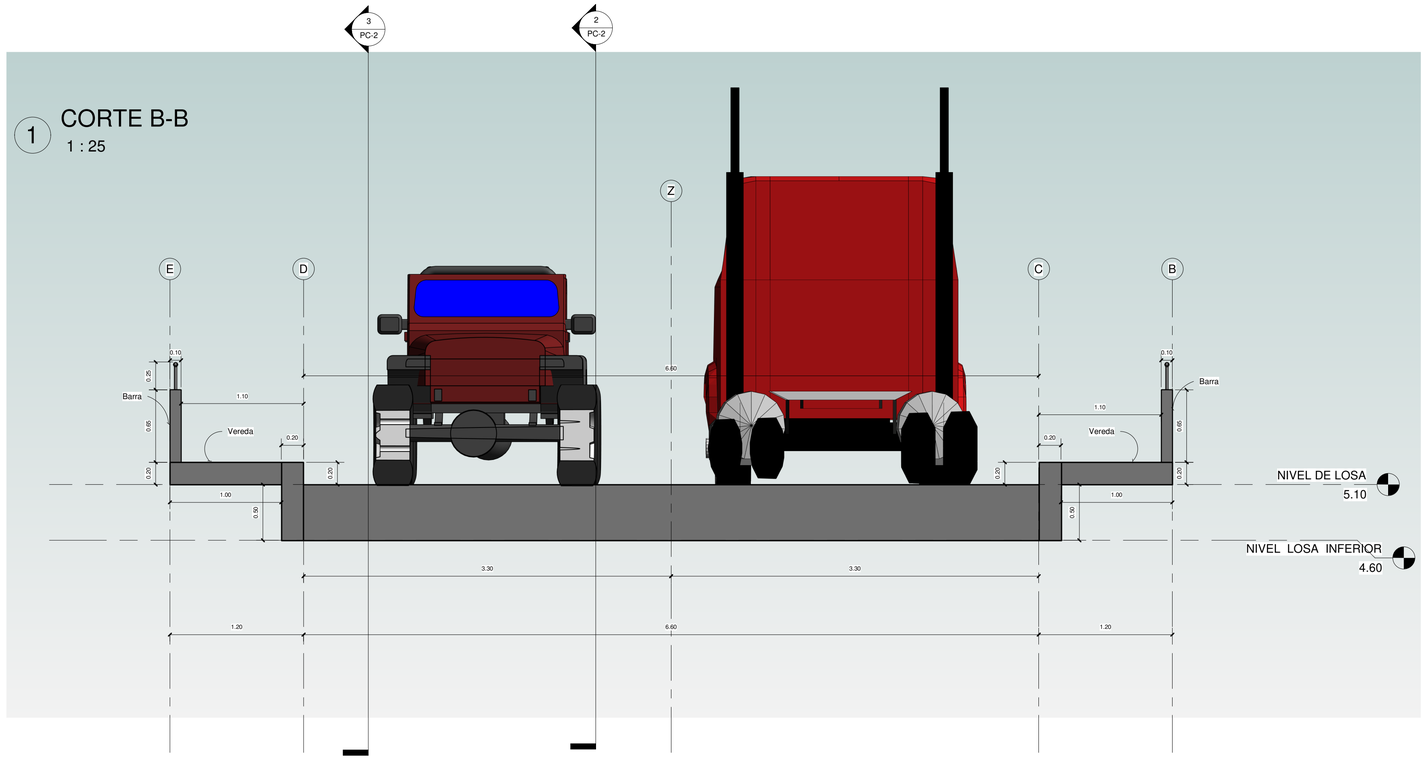
2 CORTE A-A
1 : 50



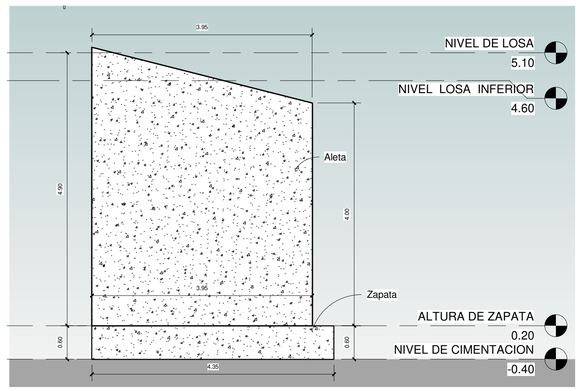
3 CORTE C-C
1 : 50



4 CORTE D-D
1 : 50

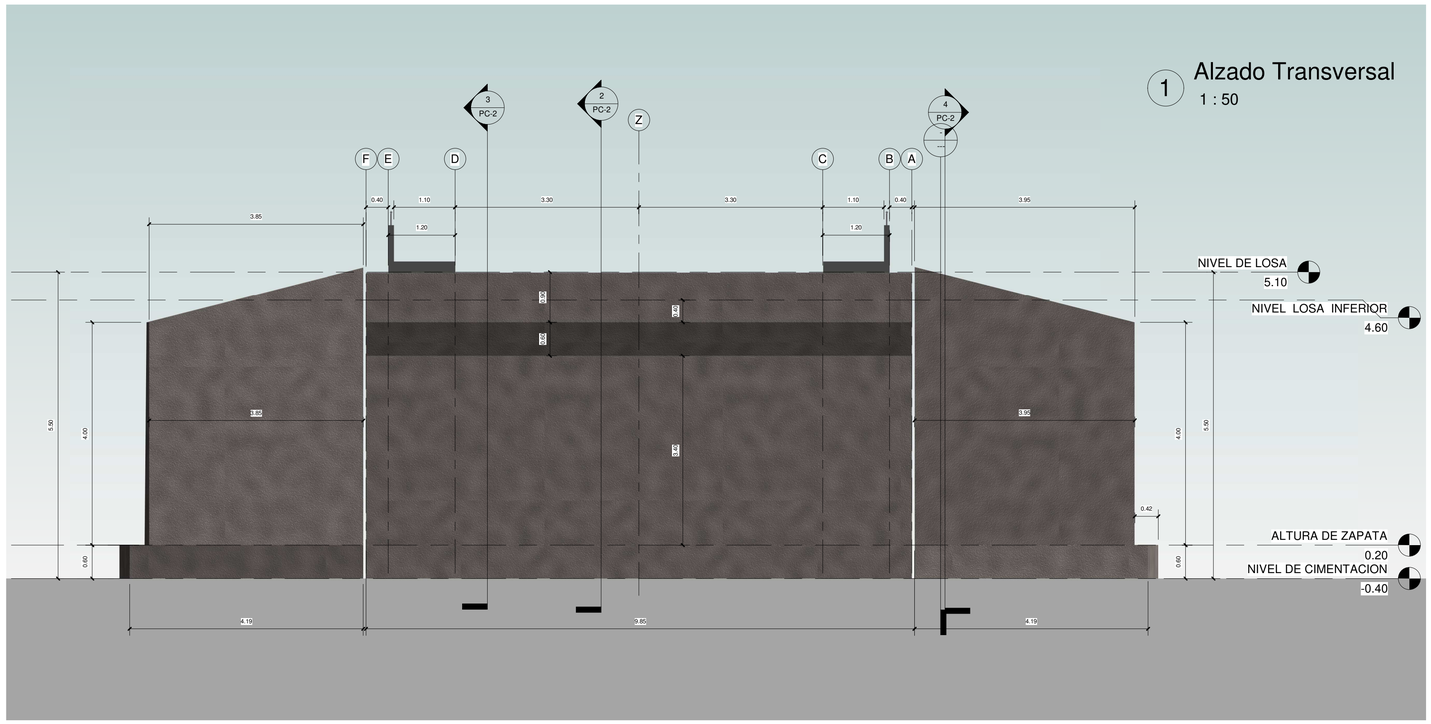


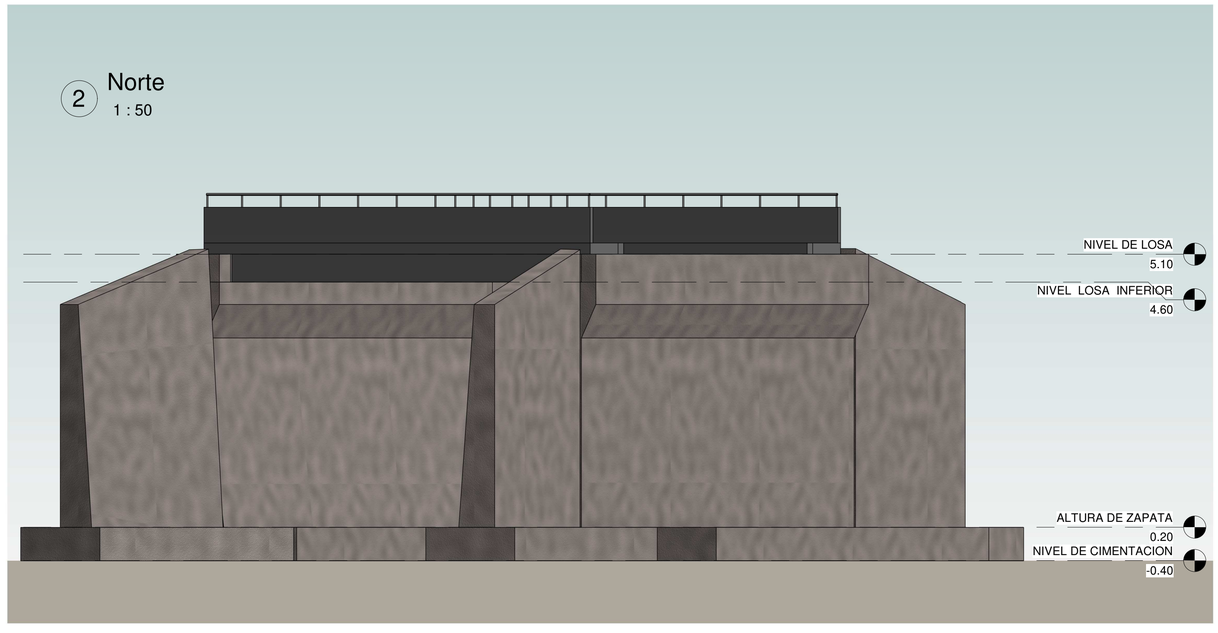
1 CORTE B-B
1 : 25



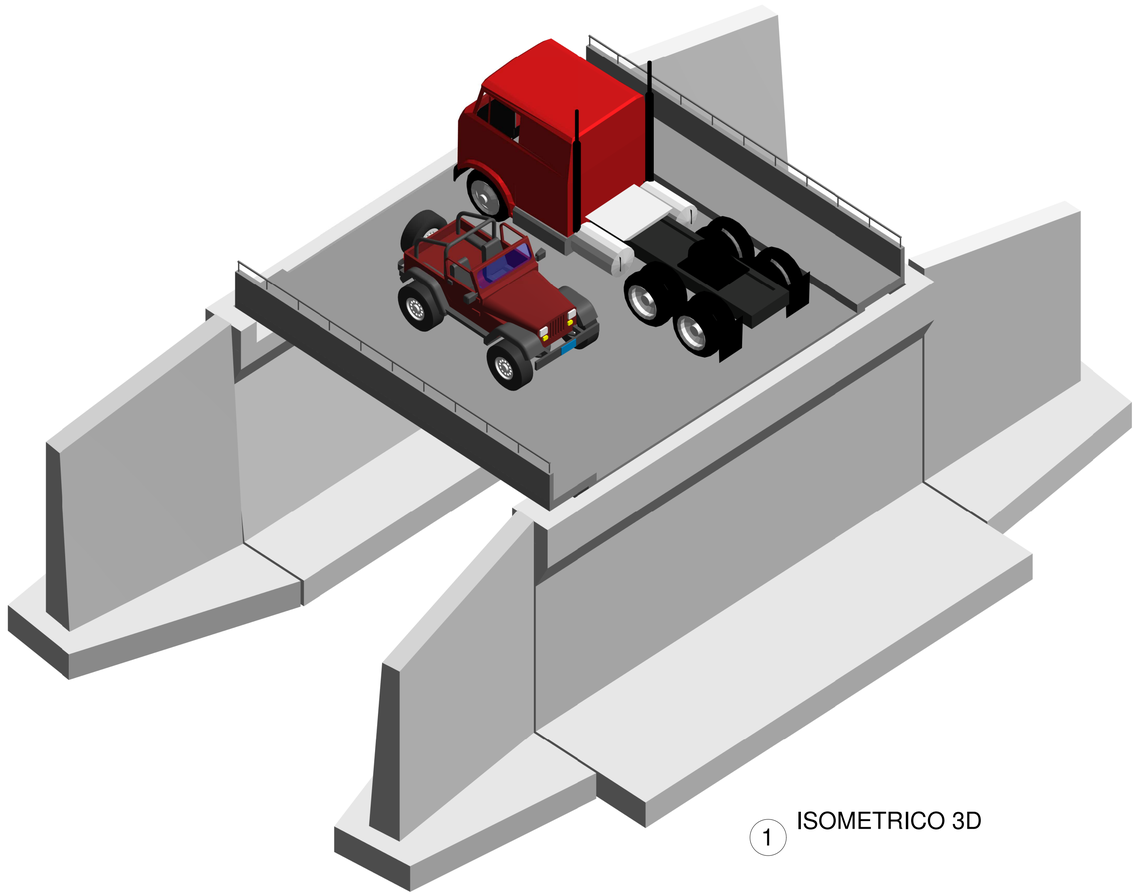
5 CORTE E-E
1 : 50

PROYECTO:	NOMBRE DE PLANO:	DISEÑADOR:	NUMERO DE PLANO:	ESCALA:	FECHA:
Evaluación de la Condición Global y Funcionalidad Técnica de las Obras de Arte de la Carretera CA-105, KM65+000 al KM68+000, Chota.	*PLANO DE CORTES*	*BACH. ING. Neiser Aldair Idrogo Delgado*	*PC-2*	*Como se indica*	*10/01/2022*

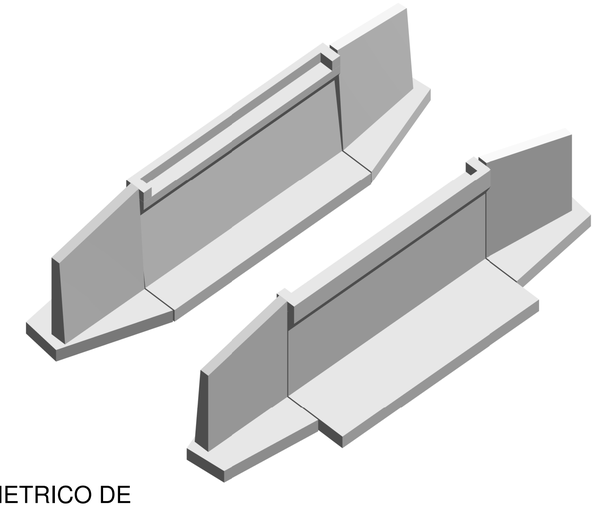




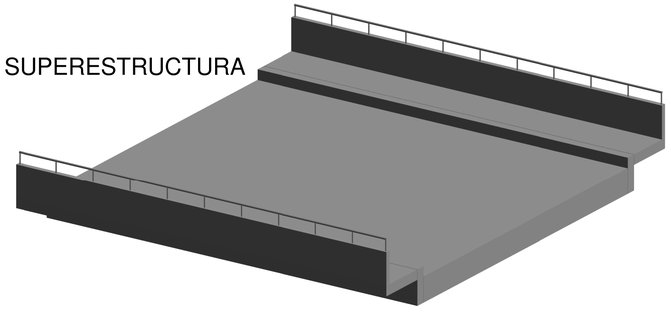
PROYECTO:	NOMBRE DE PLANO:	DISEÑADOR:	NUMERO DE PLANO:	ESCALA:	FECHA:
Evaluación de la Condición Global y Funcionalidad Técnica de las Obras de Arte de la Carretera CA-105, KM65+000 al KM68+000, Chota.	*PLANO DE ELEVACIONES*	*BACH. ING. Neiser Aldair Idrogo Delgado*	*PE-3*	*1 : 50*	*10/01/2022*



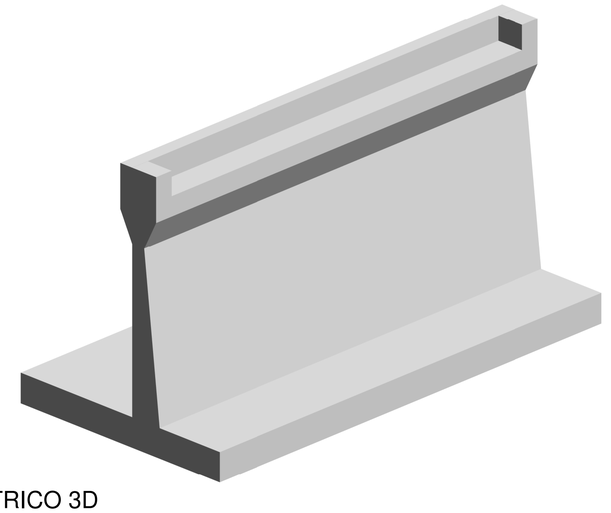
1 ISOMETRICO 3D



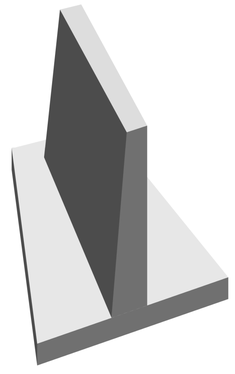
2 ISOMETRICO DE SUBESTRUCTURA



3 SUPERESTRUCTURA

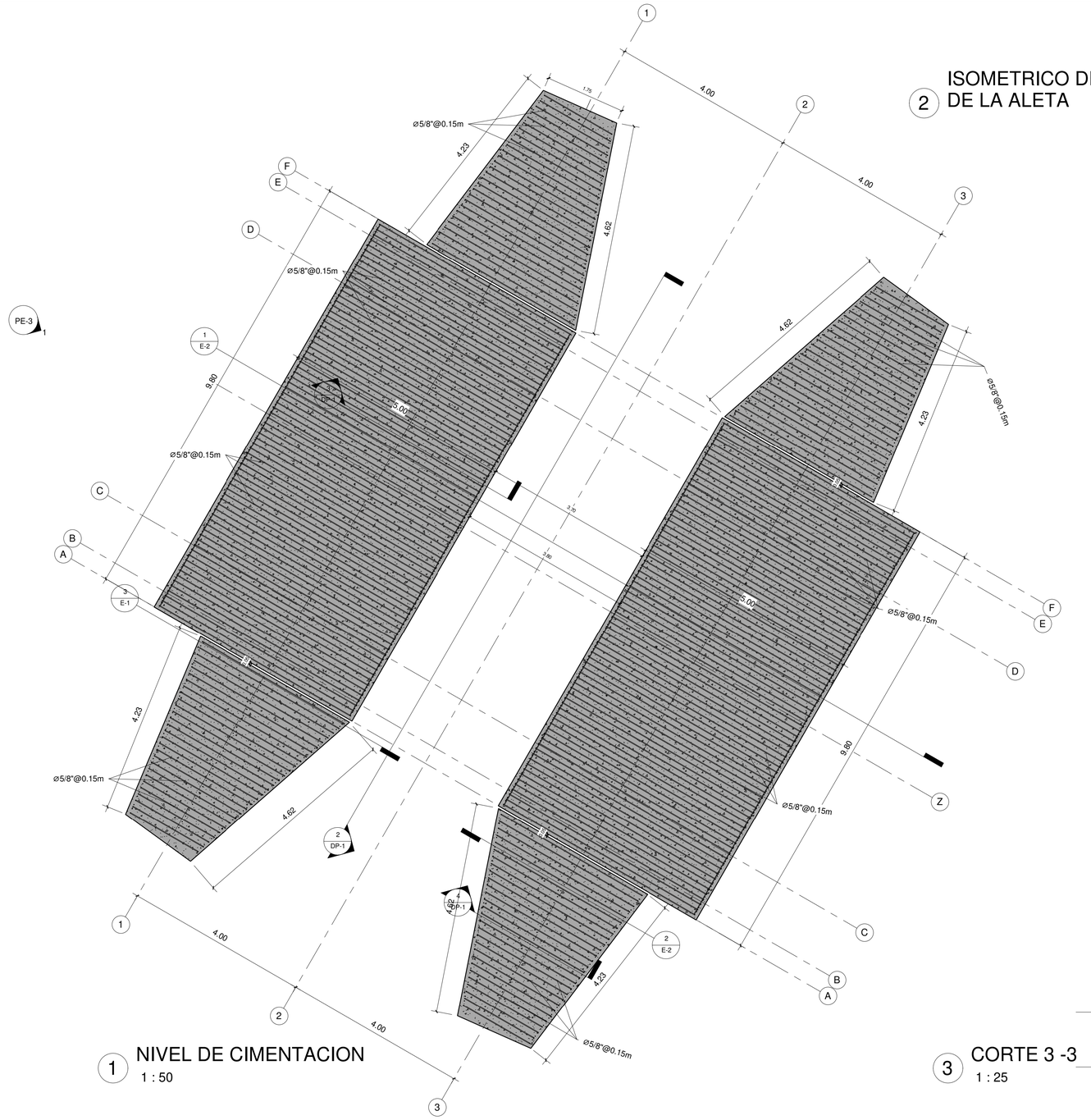


4 ISOMETRICO 3D ESTRIBOS



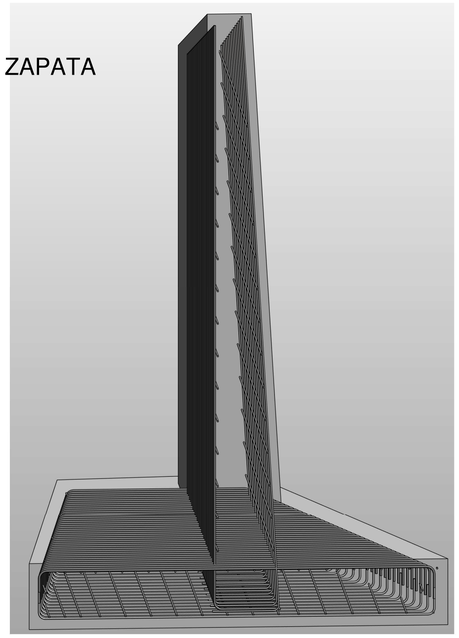
5 ALETASS

PROYECTO:	NOMBRE DE PLANO:	DISEÑADOR:	NUMERO DE PLANO:	ESCALA:	FECHA:
Evaluación de la Condición Global y Funcionalidad Técnica de las Obras de Arte de la Carretera CA-105, KM65+000 al KM68+000, Chota.	*PLANO DE ISOMETRICO DE PUENTE*	*BACH. ING. Neiser Aldair Idrogo Delgado*	*PI - 4*		*10/01/2022*



1 NIVEL DE CIMENTACION
1 : 50

2 ISOMETRICO DE ZAPATA DE LA ALETA



JUNTAS		
Junta Estribo/Aleta	e= 0.05	m
Junta Asfalto -Arena Estribo/Losa	e= 0.05	m

SUBESTRUCTURA	
ELEMENTO	Recubrimiento (cm)
Estribo (no incluye el cabezal)	7.5
Cabezal del Estribo	5.0
Zapata de estribo	7.5
Zapata de Aleros	7.5

SUBESTRUCTURA		
ELEMENTO	f'c (kg/cm2)	fy(kg/cm2)
Estribos	245	4200
Aletas	245	4200
Zapatas	245	4200

TRASLAPES	
DIAMETRO	LONGITUD
plg	cm
3/8	40
1/2	45
5/8	55
3/4	65
1	1.15

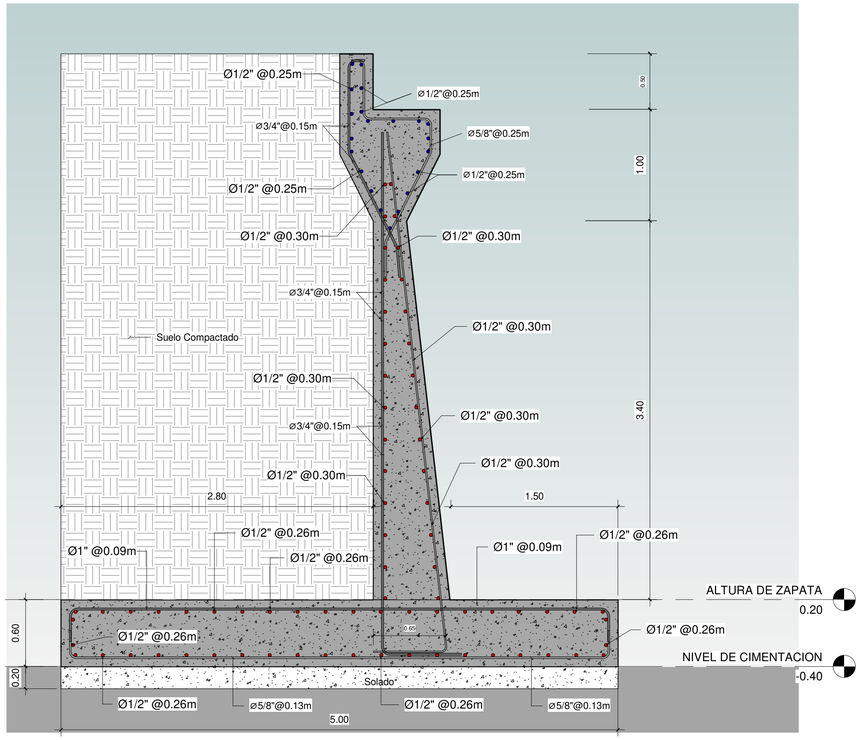
GANCHOS STANDARD	
ø	G(cm)
3/8	0.15
1/2	0.15
5/8	0.2
3/4	0.25
1	0.3

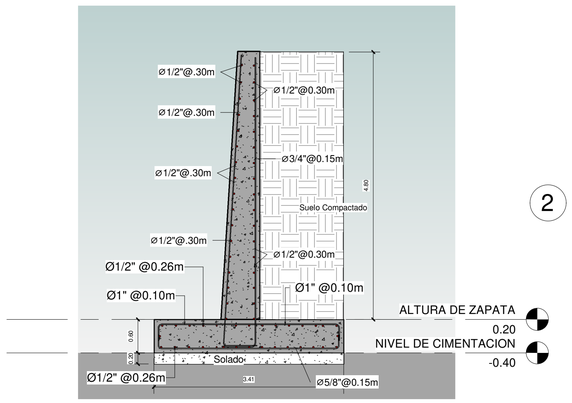
3 CORTE 3 -3
1 : 25

PROYECTO:	NOMBRE DE PLANO:	DISEÑADOR:	NUMERO DE PLANO:	ESCALA:	FECHA:
Evaluación de la Condición Global y Funcionalidad Técnica de las Obras de Arte de la Carretera CA-105, KM65+000 al KM68+000, Chota.	*PLANO DE ESTRUCTURAS*	*BACH. ING. Neiser Aldair Idrogo Delgado*	*E-1*	*Como se indica*	*10/01/2022*

1 CORTE 2-2

1 : 25

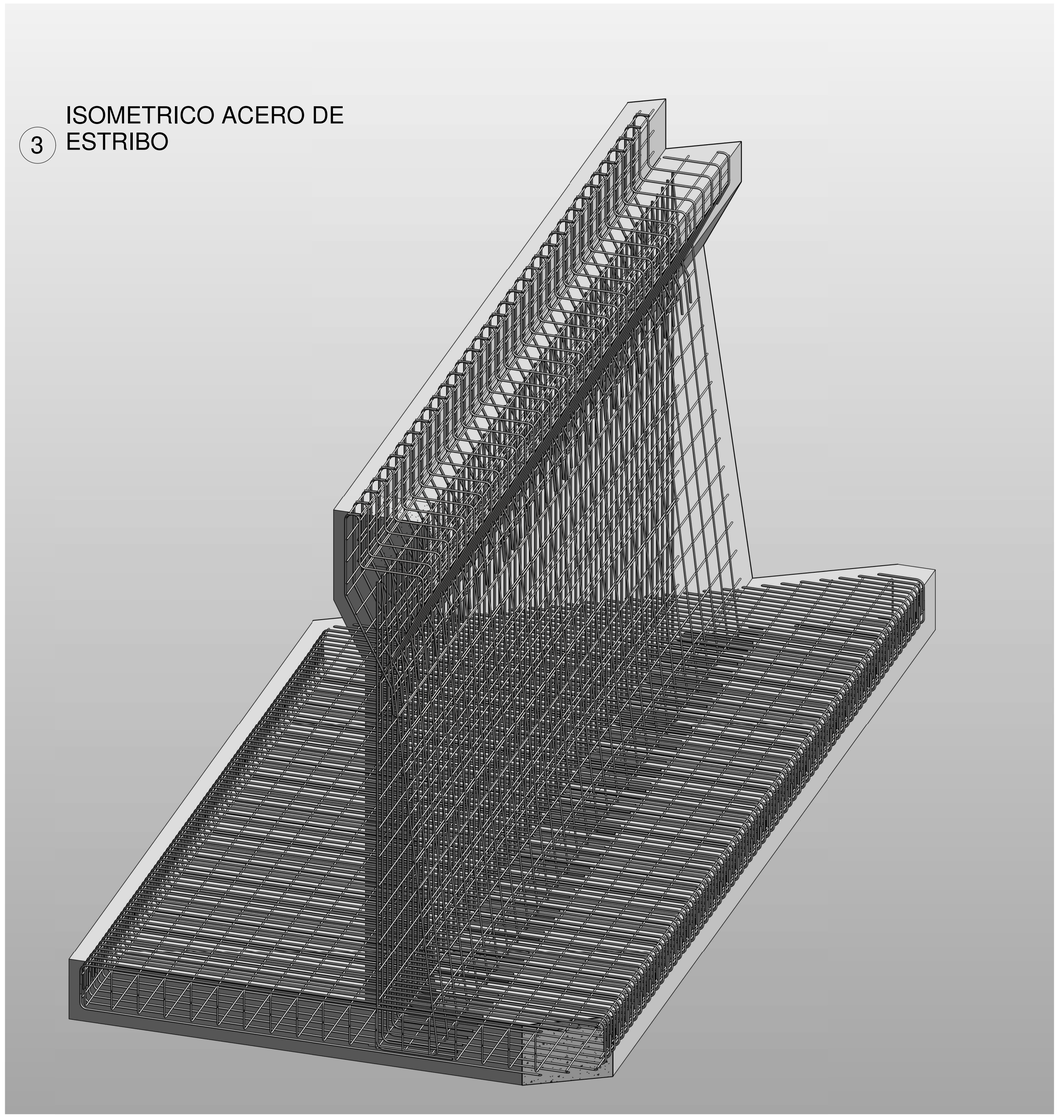




2 CORTE-4-4

1 : 50

3 ISOMETRICO ACERO DE ESTRIBO



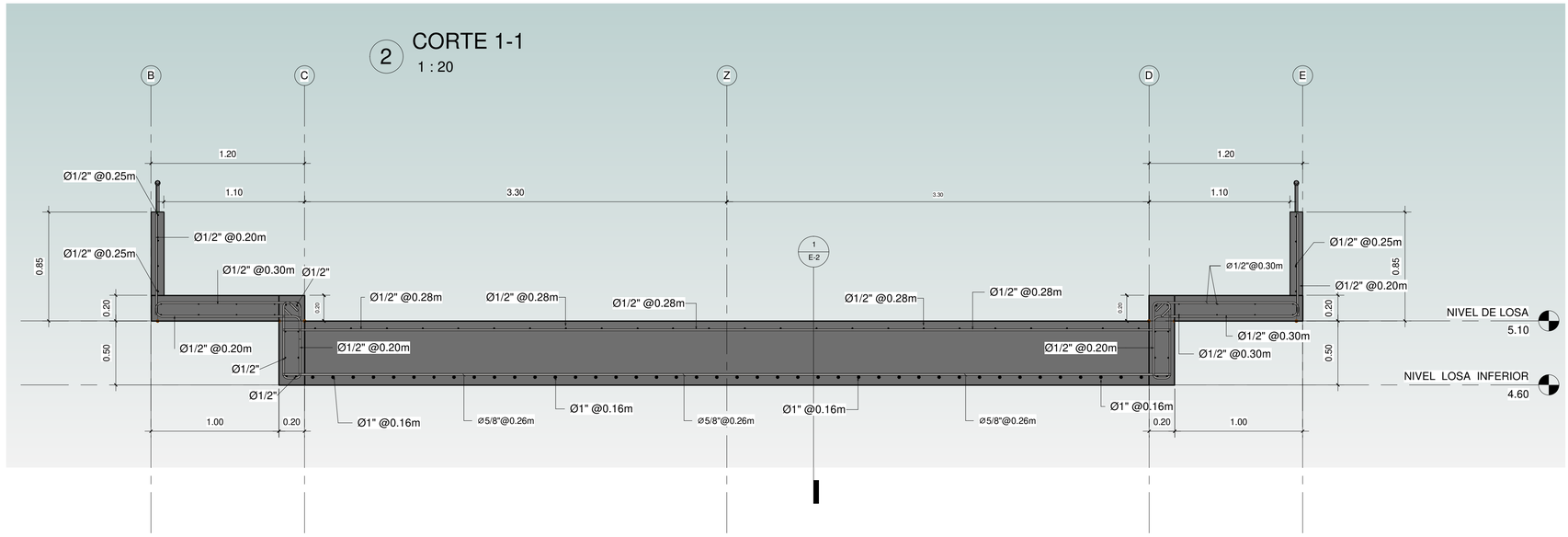
GANCHOS STANDARD	
Ø	G(cm)
3/8	0.15
1/2	0.15
5/8	0.2
3/4	0.25
1	0.3

SUBESTRUCTURA		
ELEMENTO	f'c (kg/cm2)	fy(kg/cm2)
Estribos	245	4200
Aletas	245	4200
Zapatas	245	4200

SUBESTRUCTURA	
ELEMENTO	Recubrimiento (cm)
Estribo (no incluye el cabezal)	7.5
Cabezal del Estribo	5.0
Zapata de estribo	7.5
Zapata de Aleros	7.5

TRASLAPES	
DIÁMETRO	LONGITUD
plg	cm
3/8	40
1/2	45
5/8	55
3/4	65
1	1.15

PROYECTO:	NOMBRE DE PLANO:	DISEÑADOR:	NUMERO DE PLANO:	ESCALA:	FECHA:
Evaluación de la Condición Global y Funcionalidad Técnica de las Obras de Arte de la Carretera CA-105, KM65+000 al KM68+000, Chota.	*PLANO DE ESTRUCTURAS*	*BACH. ING. Neiser Aldair Idrogo Delgado*	*E-2*	*Como se indica*	*10/01/2022*

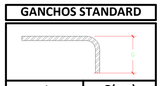


SUPERESTRUCTURA		
ELEMENTO	f'c (kg/cm2)	fy(kg/cm2)
Losa	280	4200
Baranda (Barra)	210	4200
Vereda	280	4200
Carpeta Asfáltica		
Peso Especifico	2250	(kg/m3)
Espesor	0.05	m

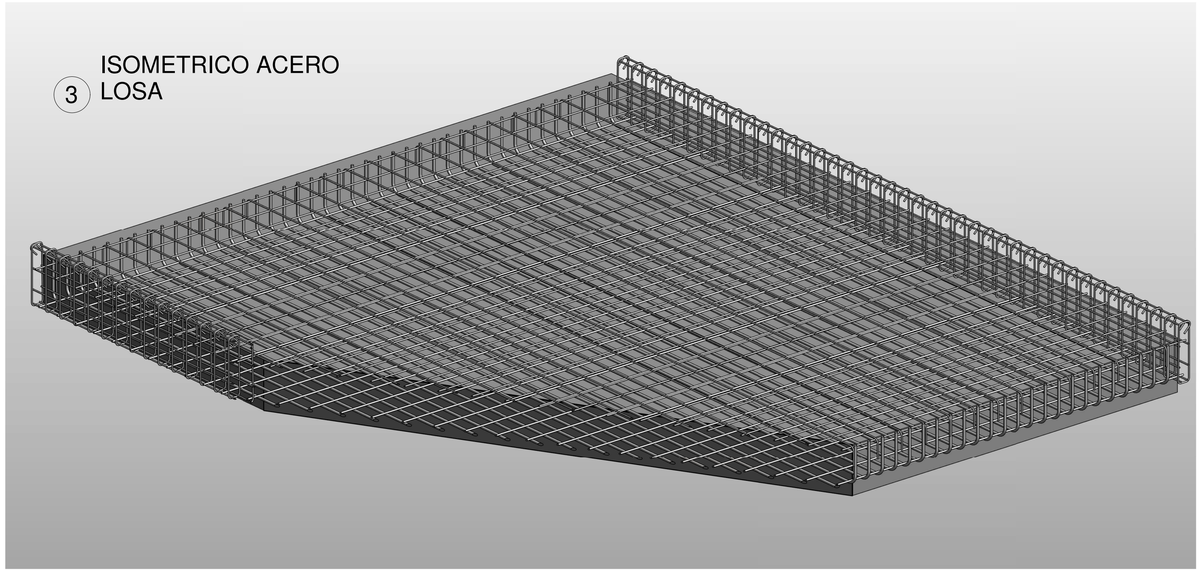
SUPERESTRUCTURA		
ELEMENTO	Recubrimiento (cm)	
Losa	Sup	5.0
	Inf	5.0
Baranda (Barra)	-	5.0
Vereda	Sup	3.0
	Inf	3.0

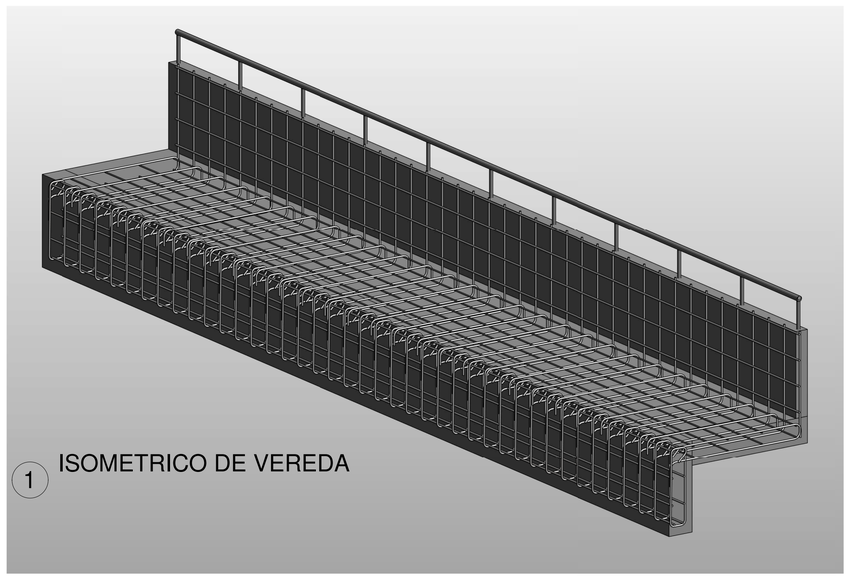
TRASLAPES	
DIÁMETRO	LONGITUD
plg	cm
3/8	40
1/2	45
5/8	55
3/4	65
1	1.15

GANCHOS STANDARD

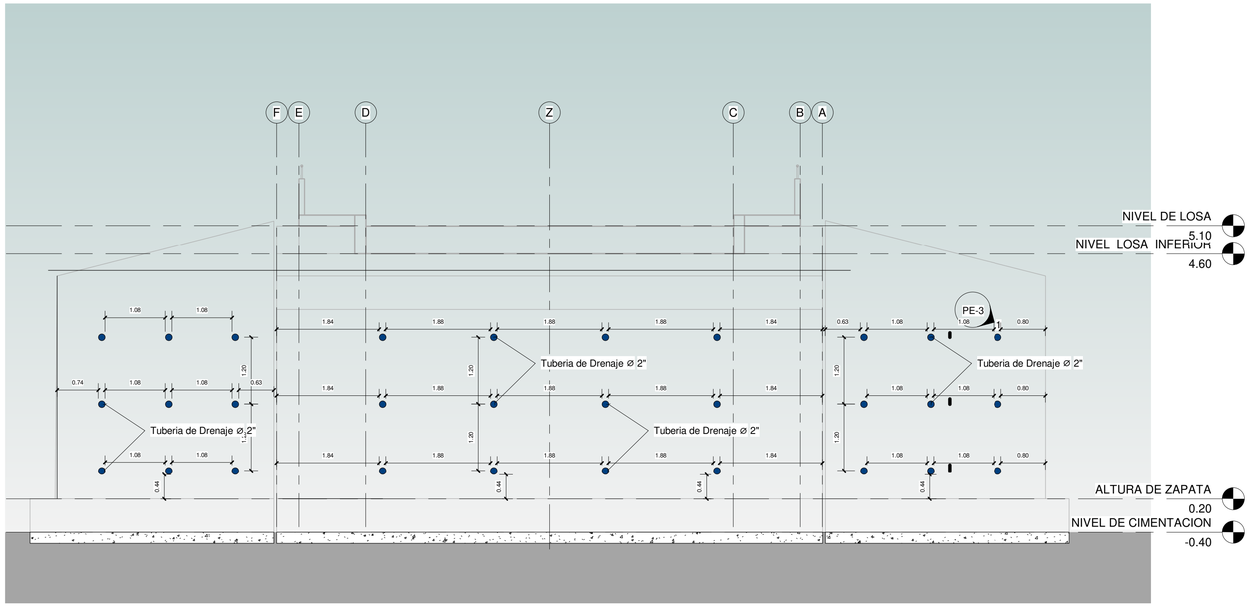


ø	G(cm)
3/8	0.15
1/2	0.15
5/8	0.2
3/4	0.25
1	0.3

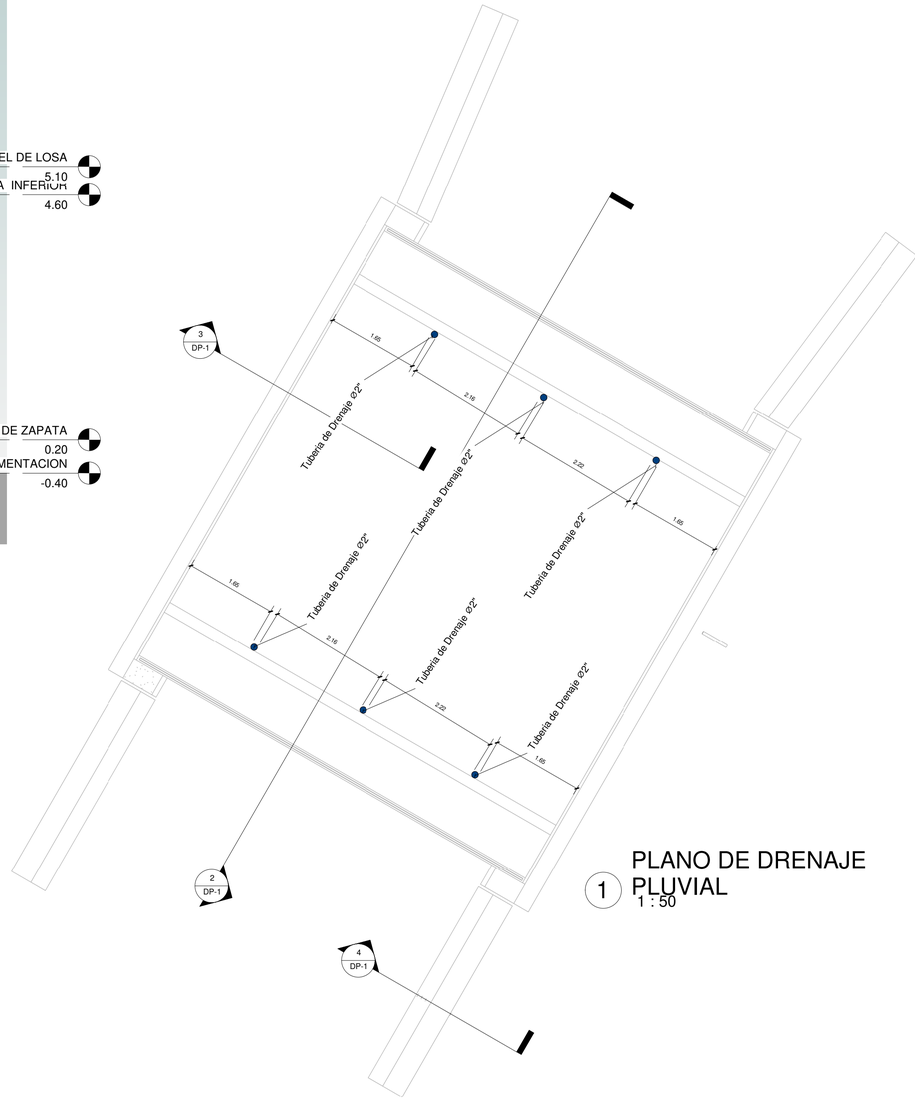




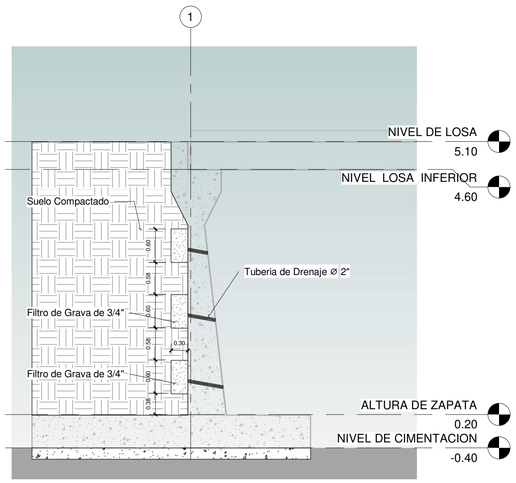
PROYECTO:	NOMBRE DE PLANO:	DISEÑADOR:	NUMERO DE PLANO:	ESCALA:	FECHA:
Evaluación de la Condición Global y Funcionalidad Técnica de las Obras de Arte de la Carretera CA-105, KM65+000 al KM68+000, Chota.	*DETALLES Y ISOMETRICOS ESTRUCTURALES*	*BACH. ING. Neiser Aldair Idrogo Delgado*	*E-3*	*Como se indica*	*10/01/2022*



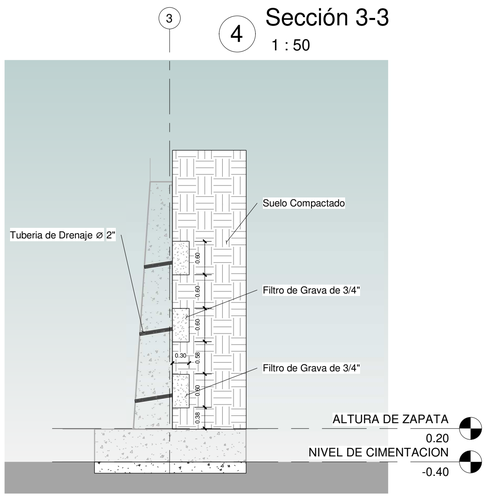
2 Sección 1-1
1 : 50



1 PLANO DE DRENAJE PLUVIAL
1 : 50



3 Sección 2-2
1 : 50



4 Sección 3-3
1 : 50

PROYECTO:	NOMBRE DE PLANO:	DISEÑADOR:	NUMERO DE PLANO:	ESCALA:	FECHA:
Evaluación de la Condición Global y Funcionalidad Técnica de las Obras de Arte de la Carretera CA-105, KM65+000 al KM68+000, Chota.	*PLANO DE DRENAJE PLUVIAL*	*BACH. ING. Neiser Aldair Idrogo Delgado*	*DP-1*	*1 : 50*	*10/01/2022*

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA

CONSTANCIA

El que suscribe Mg. Ing. Miguel Angel Silva Tarrillo, **JEFE DE LA UNIDAD DE INVESTIGACIÓN** de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional Autónoma de Chota:

HACE CONSTAR

Que el bachiller**: NEISER ALDAIR IDROGO DELGADO**, ha presentado la tesis denominada: **"EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN GLOBAL Y FUNCIONALIDAD TÉCNICA DE LAS OBRAS DE ARTE DE LA CARRETERA CA-105, KM 65+000 AL KM 78+000, CHOTA"**, para la verificación de su contenido en el programa antiplagio Turnitin de la Universidad Nacional Autónoma de Chota, indicando que la misma tiene un 16 % de similitud, estando dentro del límite permitido (25%) establecido en acápite g del artículo 20 del Reglamento de Grados y Títulos UNACH, aprobado mediante la Resolución C.O. Nº 120-2022-UNACH con fecha de 03 de marzo de 2022.

Sin otro particular.

Colpa Matara, 15 de agosto del 2022.

Miguel Angel SILVA TARRILLO
INGENIERO CIVIL

Ing. Miguel Angel Silva Tarrillo
Jefe de la unidad de investigación
FCI-UNACH