

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



PROYECTO PROFESIONAL

**“PROYECTO DEL PUENTE EL TINGO SOBRE EL RIO GRANDE
CARRETERA LLUSHCAPAMPA BAJA - EL ALISO”**

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO CIVIL

PRESENTADO POR EL BACHILLER:

CALUA GAMARRA, ESTANISLAO

CAJAMARCA PERÚ 2013

Agradecimiento

Agradezco el gentil apoyo de los señores asesores, MCs. Ing. José Luis Marchena Araujo, MCs. Ing. José Francisco Huamán Vidaurre, por haberme guiado para culminar el presente Proyecto Profesional.

Así mismo, agradezco a las autoridades del Centro Poblado Rio Grande quienes fueron los promotores para el desarrollo del proyecto profesional.

Estanislao.

Dedicatoria

A mí querida madre Catalina Gamarra Vásquez, a la memoria de mi padre Rudecindo Calua Chávez, quienes con amor supieron guiarme, gracias a su apoyo se elaboró el proyecto profesional.

A mí hermano Flavio por su apoyo incondicional para la culminación del presente proyecto.

Estanislao.

ÍNDICE

RESUMEN	1
CAPITULO I: INTRODUCCIÓN	
1.1 Objetivos	3
1.2 Antecedentes	3
1.3 Alcances	4
1.4 Ubicación del Proyecto	4
1.5 Características Locales	5
1.6 Vías de Acceso	5
1.7 Clima	5
1.8 Servicios Básicos- Estado actual	5
1.9 Aspectos Socio- Económicos	6
1.10 Justificación	6
CAPITULO II: REVISIÓN DE LITERATURA	
2.1 Topografía	8
2.2 Estudio de Suelos	10
2.2.1 Estudio Geológico	10
2.2.2 Estudio de Mecánica de Suelos	11
2.2.3 Ubicación y Estudio de Canteras	24
2.2.4 Determinación de la Densidad de Tráfico	24
2.3 Estudio Hidrológico	26
2.3.1 Introducción	26
2.3.2 Sistema Hidrológico	26
2.3.3 Cuenca Hidrográfica	26
2.3.4 Modelamiento para transferencia de Intensidades Máximas	32
2.3.5 Gastos de Diseño para diversas Obras de Ingeniería.	32
2.3.5.1. Modelamiento probabilístico de variables aleatorias Extremas	34

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

PROYECTO DEL PUENTE "EL TINGO" SOBRE EL RÍO GRANDE CARRETERA LLUSHCAPAMPA BAJA – EL ALISO

2.3.5.2. Valor extremo de la distribución I de Gumbel	36
2.3.6 Determinación del Caudal Máximo	38
2.3.7 Cálculo del Tirante	40
2.3.8 Estimación de la Profundidad de Socavación	41
2.3.9 Planteamiento del Sistema de Drenaje	46
2.4 Diseño Geométrico	46
2.4.1 Geometría General	46
2.4.2 Geometría de Detalles	47
2.5 Diseño Estructural	48
2.5.1 Método de Resistencia Última para Puentes	48
2.5.2 Elementos Estructurales	49
2.5.3 Cargas que actúan en los Puentes	50
2.5.4 Diseño de la Superestructura	53
2.5.5 Diseño de la Subestructura	57
2.5.6 Diseño de Apoyos	59
 CAPITULO III: METODOLOGÍA Y PROCEDIMIENTO	
3.1 LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO	62
3.1.1 Reconocimiento de la Zona en Estudio	62
3.1.2 Trabajo de Gabinete	62
3.1.3 Determinación de la Densidad de Tráfico	64
3.2 ESTUDIO DE SUELOS Y CANTERAS	65
3.2.1 Descripción Geológica de la Zona en Estudio	65
3.2.2 Estudio de Canteras	66
3.2.3 Estudio de Mecánica de Suelos	67
A.- Contenido de Humedad	67
B.- Análisis Granulométrico	68
Cuadro 3.10 Análisis Granulométrico de la Calicata I Estrato I	68
Cuadro 3.11 Análisis Granulométrico de la Calicata I Estrato II	69

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

PROYECTO DEL PUENTE "EL TINGO" SOBRE EL RÍO GRANDE CARRETERA LLUSHCAPAMPA BAJA – EL ALISO

Cuadro 3.12 Análisis Granulométrico de la Calicata II Estrato I	70
Cuadro 3.13 Análisis Granulométrico de la Calicata II Estrato II	71
C.- Plasticidad de los Suelos	72
Cuadro 3.14 Limite Liq. Límite Plástico de Calicata I Estrato I	73
Cuadro 3.15 Limite Liq. Límite Plástico de Calicata I Estrato II	73
Cuadro 3.16 Limite Liq. Límite Plástico de Calicata II Estrato I	74
Cuadro 3.17 Limite Liq. Límite Plástico de Calicata II Estrato II	75
D.- Peso Especifico	76
E.- Peso Especifico Aparente	77
F.- Clasificación de Suelos	78
Cuadro 3.24 Resumen de Resultados y Clasificación de Suelos	78
G.- Cálculo de la Resistencia de Terreno	78
Cuadro 3.25 Calculo de la Capacidad portante del Suelo	79
Perfil Estratigráfico Calicatas 1, 2	80
3.3 ESTUDIO HIDROLÓGICO	81
3.3.1 Parámetros Geomorfológicos	81
3.3.1.1 Análisis de los Parámetros Geomorfológicos	85
3.3.2 Modelamiento de Intensidades de Diseño	86
Cuadro 3.30 Intensidades de la estación fuente A. Weberbauer	86
Cuadro 3.31 Transferencia de Intensidades a la Cuenca del Proyecto	87
Cuadro 3.32 Estimación de los Parámetros de la Ecuación de Gumbel	
Cuadro 3.33 Probabilidades Observada y Similada	88
Cuadro 3.34 Prueba de Smirnov - Kolmogorov	89
Cuadro 3.35 Simulación del Modelo de Gumbel	90
3.3.3 Cálculo del Caudal Máximo	91
3.3.4 Cálculo del Tirante	94
3.3.5 Cálculo de la Profundidad de Socavación	95

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

PROYECTO DEL PUENTE "EL TINGO" SOBRE EL RÍO GRANDE CARRETERA LLUSHCAPAMPA BAJA – EL ALISO

3.4 DISEÑO GEOMÉTRICO	99
3.4.1 Determinación de la Luz de Puente	99
3.4.2 Determinación de la Altura de Puente	99
3.4.3 Estudio de los Accesos	99
3.4.4 Diseño Geométrico de la Calzada y Veredas	100
3.5 DISEÑO ESTRUCTURAL	101
 CAPITULO IV: PRESENTACIÓN DE LOS RESULTADOS	
4.1 Topografía	163
4.2 Estudio de Suelos	163
Cuadro 4.1 Resumen de Resultados del Estudio de Suelos	163
4.3 Resultados del estudio Geológico, Geotécnico y Cantera	164
4.4 Estudio Hidrológico	164
4.5 Diseño Geométrico y Estructural de la Superestructura	165
4.6 Diseño Geométrico y Estructural de la Subestructural	168
4.7 Apoyos	168
 CAPITULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	
5.1 Conclusiones	170
5.2 Recomendaciones	171
 APÉNDICE	
• Tablas y cuadros de metodología y procedimiento	172
 BIBLIOGRAFÍA	
	194
 ANEXOS	
- Certificado de Laboratorio de Mecánica de Suelos	
- Panel Fotográfico	
- Datos de la Estación Agrícola Principal Augusto Weberbauer	
- Oficio de SENAMHI	

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

PROYECTO DEL PUENTE "EL TINGO" SOBRE EL RÍO GRANDE CARRETERA LLUSHCAPAMPA BAJA – EL ALISO

EXPEDIENTE TECNICO	195
- Memoria Descriptiva	196
- Especificaciones Técnicas	200
- Planilla de Metrados	218
- Presupuesto	231
- Análisis de Costos Unitarios	234
- Formula Polinómica	246
- Programación de Obra	248
- Cronograma Valorizado de Obra	249
- Calculo de Gastos Generales	252
- Cronograma de Ejecución de Obra	253
- Planos	Tomo 1

RELACIÓN DE TABLAS GRÁFICOS Y CUADROS

Tabla N° 2.1: Elección de la Equidistancia para el Plano Topográfico.....	9
Tabla N° 2.2: Selección de la Equidistancia para Curvas de Nivel.....	10
Tabla N° 2.3: Sistema Unificado de Clasificación; Símbolos de Grupo para Suelos Tipo Grava.....	17
Tabla N° 2.4: Sistema Unificado de Clasificación; Símbolos de Grupo para Suelos Arenosos.....	17
Tabla N° 2.5: Sistema Unificado de Clasificación; Símbolos de Grupo para Suelos Limosos y Arcillosos.....	18
Tabla N° 2.6: Factores de Forma, Profundidad e Inclinación.....	19
Tabla N° 2.7: Parámetros Característicos del Suelo.....	21
Tabla N° 2.8: Factores de Capacidad de Carga.....	22
Figura N° 2.1: Carta de Plasticidad.....	23
Tabla N° 2.9: Forma de la Cuenca.....	28
Tabla N° 2.10: Valores Críticos Δt para la Prueba de Smirnov – Kolmogorov de Bondad de Ajuste.....	36
Tabla N° 2.11: Coeficientes de Escorrentía para el Método Racional.....	39
Tabla N° 2.12: Coeficiente de Rugosidad de Manning para varias Superficies de Canales Abiertos.....	41
Tabla N° 2.13: Valores de la Velocidad de Arrastre.....	42
Tabla N° 2.14: Coeficiente de Contracción μ	44
Tabla N° 2.15: Valores de X para Suelos Cohesivos y No Cohesivos.....	45
Tabla N° 2.16: Valores del coeficiente β	45
Figura N° 2.2: Características del Camión de Diseño.....	52
Tabla N° 2.17: Peso específico, Ángulo de Fricción Interna y Coeficiente de Fricción...	59
Cuadro N° 3.1: Longitud de los Lados de la Poligonal.....	62
Cuadro N° 3.2: Ángulos de la Poligonal.....	63
Cuadro N° 3.3: Azimuts de la Poligonal.....	63
Cuadro N° 3.4: Proyecciones de los Lados de la Poligonal.....	63
Cuadro N° 3.5: Coordenadas de los Vértices de la Poligonal.....	64

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

PROYECTO DEL PUENTE “EL TINGO” SOBRE EL RÍO GRANDE” CARRETERA LLUSHCAPAMPA BAJA – EL ALISO

Cuadro N° 3.6: Cotas de los Vértices de la Poligonal.....	64
Cuadro N° 3.7: Densidad de Tráfico.....	65
Cuadro N° 3.8: Determinación del Contenido de Humedad Natural Calicata 1.....	67
Cuadro N° 3.9: Determinación del Contenido de Humedad Natural Calicata 2.....	67
Cuadro N° 3.10: Análisis Granulométrico de la Calicata 1 – Estrato 1.....	68
Cuadro N° 3.11: Análisis Granulométrico de la Calicata 1 – Estrato 2.....	69
Cuadro N° 3.12: Análisis Granulométrico de la Calicata 2 – Estrato 1.....	70
Cuadro N° 3.13: Análisis Granulométrico de la Calicata 2 – Estrato 2.....	71
Cuadro N° 3.14: Límite Líquido y Límite Plástico de Calicata 1 - Estrato 1.....	72
Cuadro N° 3.15: Límite Líquido y Límite Plástico de Calicata 1 - Estrato 2.....	73
Cuadro N° 3.16: Límite Líquido y Límite Plástico de Calicata 2 - Estrato 1.....	74
Cuadro N° 3.17: Límite Líquido y Límite Plástico de Calicata 2 - Estrato 2.....	75
Cuadro N° 3.18: Peso Específico de Arena Gruesa y Grava Calicata 1 – Estrato 1.....	76
Cuadro N° 3.19: Peso Específico de Arena Gruesa y Grava Calicata 2 – Estrato 1.....	76
Cuadro N° 3.20: Peso Específico de Material Fino Calicata 1 – Estrato 1.....	76
Cuadro N° 3.21: Peso Específico de Material Fino Calicata 1 – Estrato 2.....	77
Cuadro N° 3.22: Peso Volumétrico de Material Fino Calicata 1.....	77
Cuadro N° 3.23: Peso Volumétrico de Material Fino Calicata 2.....	77
Cuadro N° 3.24: Resumen de los Resultados y Clasificación de Suelos.....	78
Cuadro N° 3.25: Cálculo de la Capacidad Portante del Suelo.....	79
Cuadro N° 3.26: Tabulación de Datos para Obtención del Área de la Cuenca.....	81
Cuadro N° 3.27: Tabulación de Datos para Obtención de Longitud y Pendiente del Cauce Principal.....	82
Cuadro N° 3.28: Tabulación de Datos para Obtención de la Pendiente de la Cuenca.....	83
Cuadro N° 3.29: Resumen de Parámetros Geomorfológicos.....	84
Cuadro N° 3.30: Intensidades de la Estación Fuente A. Weberbauer.....	86
Cuadro N° 3.31: Transferencia de Intensidades a la Cuenca del Proyecto.....	87
Cuadro N° 3.32: Estimación de los Parámetros de la Ecuación Gumbel.....	87
Cuadro N° 3.33: Probabilidades Observada y Simulada.....	88
Cuadro N° 3.34: Prueba de Smirnov – Kolmogorov.....	89
Cuadro N° 3.35: Simulación del Modelo de Gumbel.....	90

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

PROYECTO DEL PUENTE "EL TINGO" SOBRE EL RÍO GRANDE" CARRETERA LLUSHCAPAMPA BAJA – EL ALISO

Cuadro N° 3.36: Análisis Granulométrico Mediante tamizado en Seco.....	92
Cuadro N° 4.1: Resumen de Resultados de Estudio de Suelos.....	163
Cuadro N° 4.3: Principales Parámetros Geomorfológicos de la Cuenca.....	165
Cuadro N° 4.4: Propiedades del Cauce Principal.....	165
Cuadro N° 4.5: Resultados de Diseño Geométrico y Estructural de la Superestructura...	166
Cuadro N° 4.6: Resultados de Diseño Estructural de la Baranda.....	166
Cuadro N° 4.7: Resultados de Diseño Estructural de la Vereda.....	166
Cuadro N° 4.8: Resultados de Diseño Estructural de la Losa.....	166
Cuadro N° 4.9: Resultados de Diseño Estructural de las Vigas Longitudinales.....	167
Cuadro N° 4.10: Resultados de Diseño del Diafragma Interior.....	167
Cuadro N° 4.11: Resultados de Diseño del Diafragma Exterior.....	167
Cuadro N° 4.12: Resultados de Diseño Estructural de Estribos.....	168

RESUMEN

El presente proyecto profesional tiene como objetivo realizar el estudio del puente el "TINGO SOBRE EL RIO GRANDE" en el Caserío de Llushcapampa Baja, Distrito Provincia y Departamento de Cajamarca.

El puente diseñado de concreto armado, es de 16.00 m de luz libre y forma un ángulo aproximado de 90° con respecto al eje del cauce, esta diseñado para una vía de 3.60m de ancho, dos veredas en los extremos de 0.20m x 0.45m. La estructura portante esta conformada por dos vigas longitudinales, de sección 1.20m x 0.60m, separadas entre ejes 2.60m, además tres vigas transversales de sección 0.70m x 0.30m, separadas entre ejes 8.40m y una losa de 0.25m de espesor.

La Subestructura, está conformada por dos Estribos de concreto ciclópeo, con una altura total de 7.00m, con sus alas paralelas a las márgenes del cauce.

El puente diseñado, solucionará los problemas de comunicación vial de los caseríos El Aliso Colorado, Llushcapampa Baja y la ciudad de Cajamarca, mejorando la situación del tráfico vehicular y peatonal.

El costo total de la obra asciende a S/ 341,153.25 (treientos cuarentiun mil ciento cincuenta y tres y 25/100 nuevo soles), lo cual permitirá a la Municipalidad de Río Grande, gestionar el financiamiento ante las instituciones locales. El Tiempo estimado para la ejecución de la obra es dos meses.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

FACULTAD DE INGENIERIA

ESCUELA ACADEMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

PROYECTO DEL PUENTE "EL TINGO" SOBRE EL RÍO GRANDE CARRETERA LLUSHCAPAMPA BAJA – EL ALISO

CAPITULO I

INTRODUCCIÓN

El puente es una estructura que sirve para cruzar por encima de un precipicio, quebrada o río, por las necesidades del ser humano para poder desplazarse y salvar los desniveles del terreno y dar continuidad a los caminos y carreteras, los cuales son muy importantes para el transporte terrestre que se realiza por vías que en su mayoría están interrumpidas y que son complementadas con los puentes, área importante que le compete a la ingeniería civil contribuir a la solución del transporte.

El presente proyecto está ubicado en el centro poblado Río Grande caserío Llushcapampa Baja perteneciente al Distrito, Provincia y Departamento de Cajamarca, el cual beneficiará a los caseríos El Aliso, Quinamayo, Collotán y otros aledaños.

1.1 OBJETIVO:

1.1.1 Objetivo General

Realizar el estudio del puente carrózable sobre el Río Grande, caserío Llushcapampa Baja, Distrito, Provincia y Departamento de Cajamarca.

1.1.2 Objetivos específicos

- Realizar el estudio socio – económico
- Realizar el levantamiento topográfico
- Estudio hidrológico e hidráulico
- Geológico e geotécnico
- Diseñar la geometría y estructura del puente
- Hacer la ingeniería de costos del proyecto

1.2 ANTECEDENTES

Actualmente para dar continuidad a la carretera Llushcapampa Baja el Aliso, sobre el río Grande, existe un puente de concreto armado de 12 m. de luz, por 3.60 m de ancho construido a fines del año 2001, permitiendo el tránsito vehicular para que los pobladores de la zona, puedan trasladar productos de agricultura y ganadería así como el recojo de leche por las empresas acopiadoras Nestlé, Gloria y otras. Observamos que el ancho del río ha sido reducido con la ubicación de los dos estribos, lo cual puede dar origen a una posible falla en la estructura. Sabemos que durante las grandes avenidas en épocas de invierno los ríos tratan de recuperar el ancho que les corresponde, entonces

podría ocurrir graves fallas en la estructura del puente.

La Universidad Nacional de Cajamarca, realizando la proyección y extensión universitaria a través de su graduado y asesores en beneficio de las comunidades de nuestra región, tienen a bien en la formulación de un nuevo expediente técnico y la ejecución posterior de la obra con el financiamiento de alguna institución de nuestra localidad, en el caso de ocurrir grave falla en el puente.

1.3 ALCANCES:

Elaboración de un expediente técnico de un puente de una longitud de 16 m de luz, con un ancho de 3.6 m con veredas laterales de 0.45 m de ancho.

El diseño se realizó teniendo en cuenta los estudios topográficos, tránsito, hidrológico e hidráulico, geológico e geotécnico y estructural.

1.4 UBICACIÓN DEL PROYECTO.

a. Ubicación Política

Centro Poblado	:	Río Grande
Caserío	:	Llushcapampa Baja
Distrito	:	Cajamarca
Provincia	:	Cajamarca
Departamento	:	Cajamarca.

b. Ubicación Geográfica.

Coordenadas UTM		
Este	:	773 790 m.
Norte	:	9 216 150 m.
Altitud	:	2900.00 m.s.n.m.

c. Ubicación Hidrológica.

Microcuenca de las quebradas Corral Blanco, Callejón y Encajón, Quishuar Corral, los cuales forman el Río Grande.

d. Topografía.

La zona en estudio presenta una topografía ondulada.

1.5 CARACTERÍSTICAS LOCALES

El Caserío de Llushcapampa Baja tiene las siguientes características geográficas y ambientales:

- Altitud	: 2850 m.s.n.m.
- Latitud	: 7° 74'30"
- Longitud	: 92° 15'00"
- Temperatura promedio	: 10 °C.
- Humedad relativa promedio	: 60 %
- Precipitación promedio anual	: 850mm.
- Clima	: Templado

1.6 VÍAS DE ACCESO

Para llegar al sitio del proyecto, se tiene que recorrer la carretera asfaltada Cajamarca – Bambamarca hasta la altura del Km. 4.50 y continuando por la trocha carrozable Callejón- Llushcapampa Baja a 4.30 Km del inicio de la trocha se encuentra el río, lugar donde se proyecta construir el puente. El tiempo aproximado del recorrido en vehículo de Cajamarca al puente es de 25 minutos.

1.7 CLIMA

La zona de influencia del proyecto se ubica, a 2850 metros sobre el nivel del mar, presentando un clima templado, con período de lluvias de octubre-abril llegando a una precipitación promedio de anual de 850 mm; tiene una temperatura mínima de 5°C y máxima de 24°C.

1.8 SERVICIOS BÁSICOS- ESTADO ACTUAL

a. ALIMENTACION.

La alimentación de los moradores de esta zona es generalmente regular. Mayormente se consume productos propios del lugar.

b. VIVIENDA.

La mayoría de viviendas son construcciones de adobe y tapial, con coberturas de teja y calamina, también hay viviendas con sistema de albañilería confinada mediante columnas y vigas de concreto. Su distribución es dispersa.

La generalidad de las viviendas consta de 1 planta y cuentan con agua potable, letrinas y luz eléctrica.

c. EDUCACIÓN.

En la localidad se cuenta con nivel Inicial, nivel Primario y nivel Secundario.

d. SALUD.

Referente a salud, en el caserío se cuenta con Puesto de Salud, bien implementada para casos de primeros auxilios y curaciones.

Por lo general los enfermos, son derivados hacia los centros de salud aledaños o a la ciudad de Cajamarca

Las enfermedades más frecuentes son las respiratorias y las estomacales.

1.9 ASPECTOS SOCIO- ECONÓMICOS

ACTIVIDAD ECONÓMICA.

La economía del caserío el Aliso Colorado y alrededores, depende principalmente de la producción agrícola, ganadera y de sus recursos naturales.

1.10 JUSTIFICACIÓN

La elaboración del expediente técnico del PROYECTO DEL PUENTE EL TINGO SOBRE EL RIO GRANDE CARRETERA LLUSHCAPAMPA BAJA - EL ALISO", con una luz de 16 m, mayor a la actual de 12 m. de longitud, permitirá contar con un expediente técnico en caso de suscitarse falla en el puente a causa grandes avenidas en épocas de invierno, actualmente el transporte vehicular en la zona ha logrado el desarrollo socio – económico de los caseríos Llushcapampa Baja, El Aliso, Quinuamayo, Collotán y otros, logrando la integración con el circuito vial con la ciudad de Cajamarca. .

CAPITULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

Para los propósitos de estudio, se consultó bibliografía para extraer la información necesaria para nuestro estudio.

2.1 TOPOGRAFÍA

ESTUDIO TOPOGRÁFICO

Según el manual de diseño de puentes DGCF – MTC. Perú - 2009

La topografía tiene por objeto medir extensiones de tierra, tomando los datos necesarios para poder representar sobre un plano a escala su forma, dimensiones y áreas.

El estudio topográfico nos permite:

- El reconocimiento de la zona para poder evaluar y determinar las condiciones de trabajo para elaborar los planos topográficos.
- Proporcionar información de base para los estudios de hidrología e hidráulica, geología, geotecnia.
- Posibilitar la definición precisa de la ubicación y las dimensiones de los elementos estructurales.
- Establecer puntos de referencia para el replanteo antes y durante la construcción

LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO

Conjunto de actividades que se necesita realizar para poder confeccionar una correcta representación gráfica planimétrica, o plana, de una extensión cualquiera de terreno, sin dejar de considerar las diferencias de cotas o desniveles que represente dicha extensión. Este plano es esencial para emplazar correctamente cualquier obra que se desee llevar a cabo, así como lo es para elaborar cualquier proyecto. Para el presente levantamiento de la pequeña área de terreno se utilizó un teodolito sami-electrónico.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

FACULTAD DE INGENIERIA

ESCUELA ACADEMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

PROYECTO DEL PUENTE "EL TINGO" SOBRE EL RÍO GRANDE CARRETERA LLUSHCAPAMPA BAJA - EL ALISO

POLIGONACIÓN

Usada en terrenos de pequeña y mediana extensión, siempre y cuando la topografía no obstaculice la medición de los lados de la poligonal. La técnica de la poligonación a ejecutarse es la poligonal abierta, que es usada cuando el levantamiento es de forma alargada y con ancho corto, La desventaja en este método es que no se puede comprobar el error de cierre

CLASIFICACION DE LA TOPOGRAFIA DEL TERRENO:

TABLA N° 2.1 ELECCIÓN DE LA EQUIDISTANCIA PARA EL PLANO TOPOGRÁFICO

ÁNGULO RESPECTO A LA HORIZONTAL DEL TERRENO	TIPO DE TOPOGRAFÍA
0° a 10°	Llana
10° a 20°	Ondulada
20° a 30°	Accidentada
Mayor a 30°	Montañosa.

ELECCION DE LA EQUIDISTANCIA

El valor de la equidistancia depende del carácter altimétrico .el valor de la equidistancia toma valores mayores para terrenos accidentados, para terrenos con ondulaciones poco pronunciadas o casi llanos, como lo es para nuestro caso, se asume valores pequeños como, 1, 2,5m.

TABLA N° 2.2 SELECCIÓN DE LA EQUIDISTANCIA PARA CURVAS DE NIVEL

Según Félix E. Garcia Gálvez (1998).

ESCALA DEL PLANO	TIPO DE TOPOGRAFÍA	EQUIDISTANCIA (m)
Grande 1/1000	Llana	0.10 a 0.25
	Ondulada	0.25 a 0.50
	Accidentada	0.50 a 1.00
Mediana 1/1000 a 1/10000	Llana	0.25, 0.50, 1.00
	Ondulada	0.50, 1.00, 2.00
	Accidentada	2.00, 5.00
Pequeña 1/10000 ó Menor	Llana	0.50, 1.00, 2.00
	Ondulada	2.00, 5.00
	Accidentada	5.00, 10.00, 20.00
	Montañosa	10.00, 20.00, 50.00

2.2 ESTUDIO DE SUELOS

2.2.1 ESTUDIO GEOLÓGICO

El presente reporte, corresponde a las acciones tomadas para realizar el estudio de suelos, con la finalidad de evaluar la condición geotécnica, de los terrenos involucrados en el proyecto, determinando las características y propiedades de los suelos, de vital importancia para el proceso de análisis, diseño y construcción de la estructura proyectada y su posterior mantenimiento.

Los Principales objetivos del estudio geológico son:

- Determinar las características geodinámicas de los terrenos de la zona que interesan al proyecto, evaluando la estabilidad de taludes o de ladera donde se ubica la estructura, fenómenos geodinámicos que puedan afectar en el futuro a la estructura.
- Determinar el perfil estratigráfico del subsuelo en el lugar donde se cimentará el puente, determinando los diferentes tipos de suelo y sus propiedades índices, sobre todo del horizonte de suelo que servirá de apoyo a los estribos del puente.
- Determinar el tipo de material, con fines de prever el equipo necesario para el movimiento de tierras y presupuesto del proyecto.

2.2.2 ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS

Según José M. Rodríguez Ortiz (1993).

El estudio de suelos, del lugar donde se ubicara la estructura, es de suma importancia, porque nos permite determinar la naturaleza y propiedades del terreno, necesarias para definir el tipo y condiciones de cimentación.

Para el presente estudio, la prospección del terreno se lo efectuará mediante calicatas o pozos lo cual nos permitirá una observación directa del terreno así como la toma de muestras para los ensayos de laboratorio.

ENSAYOS DE LABORATORIO

Con las muestras, procedentes de prospección geotécnica se realizan los ensayos de laboratorio, los cuales se realizan con la finalidad de identificación y clasificación de los suelos, para poder determinar su capacidad portante.

Los ensayos a realizar son: humedad natural, análisis granulométrico, plasticidad y peso específico.

ENSAYOS DE CLASIFICACIÓN:

A. CONTENIDO DE HUMEDAD

La humedad o contenido de agua, de una muestra de suelo en su estado natural, es la relación del peso de agua, contenida en dicha muestra al peso de la muestra secada al horno a una temperatura de 105 °C, expresado en tanto por ciento.

$$w(\%) = \left(\frac{P_{sh} - P_{ss}}{P_{ss}} \right) * 100 \quad (2.1)$$

Donde:

W (%): contenido de humedad.

Psh: peso de suelo húmedo.

Pss: peso de suelo seco.

B. ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

Para clasificar un suelo, es fundamental determinar la distribución del tamaño de las partículas, lo que se logra mediante el análisis granulométrico.

El análisis granulométrico estudia la distribución de las partículas que conforman un suelo según su tamaño, lo cual ofrece un criterio para su clasificación.

Coefficiente de uniformidad (C_u).- El coeficiente de uniformidad, se define como el tamaño en mm, del 60% dividido por el tamaño del 10% que pasa. Se determina la intersección de la curva con la línea del 60% que pasa y se anota el tamaño de las partículas correspondientes a este punto. Se repite para la línea 10% y se calcula el coeficiente de uniformidad.

Es un valor que define o cuantifica el grado de no uniformidad del suelo:

$$C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}} \quad (2.2)$$

Según el coeficiente de uniformidad un suelo puede ser:

- | | |
|-----------|----------------------------------|
| $C_u < 3$ | suelo uniforme. |
| $C_u > 3$ | suelo no uniforme o heterogéneo. |

Coefficiente de curvatura (C_c).- Este coeficiente define la graduación de un suelo, es decir, si un suelo es bien o mal graduado.

$$C_c = \frac{(D_{30})^2}{D_{60} * D_{10}} \quad (2.3)$$

- D_{30} : Diámetro en mm correspondiente al 30% que pasa.
- $1 < C_c < 3$ bien graduado.
- Caso contrario mal graduado.

C. PLASTICIDAD DE LOS SUELOS

La plasticidad, es la propiedad que presentan los suelos cohesivos, por la cual son capaces de soportar deformaciones rápidas, sin variación volumétrica apreciable y sin desmoronarse ni agrietarse, esta propiedad es circunstancial porque depende del contenido de humedad del suelo. Para conocer la plasticidad de los suelos se hace uso de los límites de Atterberg.

LIMITES DE CONSISTENCIA

Por consistencia, se entiende el grado de cohesión de las partículas de un suelo y su resistencia a aquellas fuerzas exteriores que tienden a deformar o destruir su estructura. Los límites de consistencia de un suelo, están representados por contenidos de humedad. Los principales se conocen con los nombres de: Límite Líquido, Límite Plástico y Límite de contracción. Todos los límites de consistencia se determinan empleando suelo que pase la malla N° 40. Los límites líquido y plástico dependen generalmente de la cantidad de arcilla, cuando no se puede determinar el límite plástico de un suelo se dice que es no plástico (NP) y en este caso se dice que el índice plástico es igual a cero.

LÍMITE LÍQUIDO (LL): Contenido de humedad, que corresponde al límite arbitrario entre los estados de consistencia semilíquido y plástico de un suelo. El suelo con contenido de humedad menor a su límite líquido se comporta como material plástico.

LÍMITE PLÁSTICO (LP): Contenido de humedad, que corresponde al límite arbitrario entre los estados de consistencia plástico y semisólido de un suelo. El suelo con contenido de humedad menor a su LP se considera como material no plástico.

ÍNDICE DE PLASTICIDAD (IP): Indica el rango de humedad, a través del cual los suelos con cohesión tienen propiedades de un material plástico, se define como la diferencia del LL y LP, un índice de plasticidad elevado, indica mayor plasticidad. Cuando un material no tiene plasticidad (arena por ejemplo), se considera el *IP* como cero y se indica: $IP = NP$ (no plástico).

D. PESO ESPECÍFICO

Es la relación, del peso de las partículas minerales de un suelo y el peso del agua destilada a 4°C, considerando un mismo volumen. La determinación del peso específico de un suelo se hace por medio de picnómetros o frascos calibrados. Los ensayos se realizan según el tipo de material: grava gruesa o piedra, arena gruesa y/o grava, material fino.

CLASIFICACIÓN DE SUELOS MÉTODO S. U. C. S.

Este sistema para la clasificación de suelos toma en cuenta lo siguiente:

- a. Porcentaje de la fracción que pasa por el tamiz N° 200 (0.075 mm).
- b. Forma de la curva de distribución granulométrica.
- c. Características de Plasticidad y Compresibilidad.

Los suelos se dividen en tres grandes grupos para su mejor comprensión:

- Suelos de grano grueso.
- Suelos de grano fino.
- Suelos altamente orgánicos.

A continuación lo explicamos cada uno de ellos con mayor detalle:

SUELOS DE GRANO GRUESO

Un suelo se considera grueso si más del 50% de sus partículas son retenidas por la malla N° 200. Estos a su vez se dividen en gravas (G) y arenas (S):

◆ **Gravas (G).**

Si más del 50% de la fracción gruesa queda retenida en el tamiz N° 4.

◆ **Arenas (S).**

Si más del 50% de la fracción gruesa pasa por el tamiz N° 4.

Tanto las gravas como las arenas se dividen en cuatro grupos secundarios: GW, GP, GM, GC, SW, SP, SM, SC respectivamente, según la cantidad, el tipo de los finos y la forma de la curva granulométrica, así tenemos:

- Si menos del 5% del material pasa a través del tamiz N° 200, los suelos son gravas o arenas limpias, bien o mal graduadas: GW, GP, ó SW, SP. La designación bien o mal graduadas depende de dos valores característicos que son el coeficiente de uniformidad C_u y el coeficiente de curvatura C_c , así para GW y SW, $C_u > 4$ y $1 < C_c < 3$, los suelos GP y SP no cumplen estos requisitos.
- Si más del 12% del material pasa a través del tamiz N° 200, los suelos son gravas o arenas con finos: GM, GC, ó SM, SC; M = limo; C = arcilla. La designación limo o arcilla se determina después de obtener los valores de los límites líquido y plástico de la fracción menor al tamiz N° 40 y utilizando los criterios de la Carta de Plasticidad, la cual es otra de las contribuciones de Casagrande al sistema. Así tenemos que para

los suelos GM y SM los límites deben encontrarse bajo la línea "A" ó el índice de plasticidad $I_p < 4$, para GC y SC los límites deben encontrarse sobre la línea "A" o el índice de plasticidad $I_p > 7$.

- Si entre 5 y 12% del material pasa a través del tamiz N° 200, las gravas y las arenas se pueden clasificar en:

GW – GC	SW – SC	GP – GC	SP – SC
GW – GM	SW – SM	GP – GM	SP – SM

SUELOS DE GRANO FINO

Un suelo se considera fino si pasa más del 50% de sus partículas por el tamiz N° 200. Los suelos de grano fino se subdividen en limos (M) y arcillas (C), según su límite líquido y su índice de plasticidad.

El limo y la arcilla se dividen a su vez en dos grupos secundarios, basados en el hecho que el suelo tiene un límite líquido bajo (L = Low) o alto (H = High). En tal sentido:

- **Los Grupos CL y CH (constituidos por arcillas inorgánicas)**

- a) CL comprende a la zona sobre la línea "A", $LL < 50\%$ e $I_p > 7\%$.
- b) CH corresponde a la zona arriba de la línea "A", $LL > 50\%$.

- **Los Grupos ML y MH (limos inorgánicos)**

- a) El grupo ML comprende la zona bajo la línea "A" con $LL < 50\%$ y una porción sobre la línea "A" con $I_p < 4\%$.
- b) El grupo MH corresponde a la zona abajo de la línea "A" con $LL > 50\%$.

Los suelos finos que caen sobre la línea "A", con $4\% < I_p$ se considera como casos de frontera, asignándoles el símbolo doble CL – ML.

- **Grupos OL y OH (suelos orgánicos):** Las zonas correspondientes son las mismas que las de los grupos ML y MH. Una pequeña adición de materia orgánica coloidal, hace que el límite líquido de una arcilla crezca, sin apreciable cambio de su índice plástico.

SUELOS ALTAMENTE ORGÁNICOS.

Son usualmente muy compresibles y tienen características inadecuadas para la construcción. Se clasifican dentro del grupo designado por el símbolo Pt: Turba (del inglés Peat). El humus y los suelos de pantano son ejemplos típicos de este grupo de suelos.

A continuación, se presenta las tablas para la clasificación de suelos.

TABLA N° 2.3 Según Braja M. Das. (2001).G

SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACIÓN; SIMBOLOS DE GRUPO PARA SUELOS TIPO GRAVA

Símbolo de grupo	Criterios
GW	Menos de 5% pasa la malla N° 200; $Cu = D_{60}/D_{30} \geq 4$; $Cc = (D_{30})^2 / (D_{10} * D_{60})$ entre 1 y 3
GP	Menos de 5% pasa la malla N° 200; no cumple ambos criterios para GW.
GM	Más de 12% pasa la malla N° 200; los límites se grafican debajo de la línea A; $IP < 4$.
GC	Más de 12% pasa la malla N° 200; los límites se grafican debajo de la línea A; $IP > 7$.
GC-GM	Más de 12% pasa la malla N° 200; los límites caen en área sombreada marcada CL-ML.
GW-GM	El porcentaje que pasa la malla N° 200 está entre 5 y 12; cumple los criterios para GW-GM.
GW-GC	El porcentaje que pasa la malla N° 200 está entre 5 y 12; cumple los criterios para GW-GC.
GP-GM	El porcentaje que pasa la malla N° 200 está entre 5 y 12; cumple los criterios para GP-GM.
GP-GC	El porcentaje que pasa la malla N° 200 está entre 5 y 12; cumple los criterios para GP-GC.

TABLA N° 2.4

SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACIÓN; SIMBOLOS DE GRUPO PARA SUELOS ARENOSOS

Símbolo de grupo	Criterios
SW	Menos de 5% pasa la malla N° 200; $Cu = D_{60}/D_{30} \geq 4$; $Cc = (D_{30})^2 / (D_{10} * D_{60})$ entre 1 y 3
SP	Menos de 5% pasa la malla N° 200; no cumple ambos criterios para SW.
SM	Más de 12% pasa la malla N° 200; los límites se grafican debajo de la línea A; $IP < 4$.
SC	Más de 12% pasa la malla N° 200; los límites se grafican debajo de la línea A; $IP > 7$.
SC-SM	Más de 12% pasa la malla N° 200; los límites caen en área sombreada marcada CL-ML.
SW-SM	El porcentaje que pasa la malla N° 200 está entre 5 y 12; cumple los criterios para SW y SM.
SW-SC	El porcentaje que pasa la malla N° 200 está entre 5 y 12; cumple los criterios para SW y SC.
SP-SM	El porcentaje que pasa la malla N° 200 está entre 5 y 12; cumple los criterios para SP y SM.
SP-SC	El porcentaje que pasa la malla N° 200 está entre 5 y 12; cumple los criterios para SP y SC.

TABLA N° 2.5

SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACIÓN; SIMBOLOS DE GRUPO PARA SUELOS LIMOSOS Y ARCILLOSOS

Símbolo de grupo	Criterios
CL	Inorgánico; LL<50; IP >7; se grafica arriba de la línea A (véase zona CL en la carta de plasticidad).
ML	Inorgánico; LL<50; IP >7; se grafica abajo de la línea A (véase zona ML en la carta de plasticidad).
OL	Orgánico; (LL –seco en horno) / (LL – sin secar): < 0.75; LL< 50 (véase zona OL).
CH	Inorgánico; LL ≥ 50; IP se grafica sobre la línea A (véase zona CH en la carta de plasticidad).
MH	Inorgánico; LL ≥ 50; IP se grafica debajo de la línea A (véase la zona MH en la carta de plasticidad).
OH	Orgánico; (LL –seco en horno) / (LL – sin secar): < 0.75; LL ≥ 50 (véase zona OH).
CL-ML	Inorgánico; se grafica en la zona sombreada de la carta de plasticidad.
Pt	Turba, lodos y otros suelos altamente orgánicos.

CÁLCULO DE LA RESISTENCIA DEL TERRENO

Según Braja M. Das (2001)

Dentro de los estudios de mecánica de suelos, tenemos los que se realizan con la finalidad de establecer el ángulo de fricción interna, la cohesión y la capacidad de carga de los suelos de fundación, lo cual es imprescindible para el diseño.

Para el instante de falla el Dr. Terzaghi, expreso la siguiente ecuación de la capacidad de carga ultima, de una cimentación corrida o continua, para falla por corte general:

$$q_u = C \cdot N_c + \gamma_m \cdot D_f \cdot N_q + 0.5 \gamma_m \cdot B \cdot N_\gamma \quad (\text{Kg/cm}^2) \quad (2.6)$$

Donde:

q_u : presión por unidad de área por debajo de la cimentación (presión de contacto) en el límite de provocar la falla (Kg/cm²)

C : cohesión del suelo (kg/ cm²)

N_c : coeficiente adimensional relativo a la cohesión

γ_m : peso volumétrico del suelo (densidad aparente en Kg/cm³)

D_f : profundidad de cimentación (cm.)

N_q : coeficiente adimensional relativo a la sobrecarga

B : ancho de la cimentación en cm.

N_γ : coeficiente adimensional relativo al peso del suelo y ancho de cimentación

Los valores de N_c , N_q , N_γ se pueden obtener de la tabla (2.8)

La teoría descrita anteriormente, se refiere únicamente para cimentaciones continuas o corridas y no se aplica al caso de cimentaciones rectangulares ($0 < B/L < 1$) para lo cual se modifico la ecuación general de capacidad de carga:

$$Q_u = C * N_c * F_{cs} * F_{cd} * F_{ci} + \gamma_m * D_f * N_q * F_{qs} * F_{qd} * F_{qi} + \frac{1}{2} \gamma_m * B * N_w * F_{\gamma s} * F_{\gamma d} * F_{\gamma i} \quad (\text{kg/cm}^2) \quad (2.7)$$

F_{cs} , F_{qs} , $F_{\gamma s}$: Factores de forma

F_{cd} , F_{qd} , $F_{\gamma d}$: Factores de Profundidad

F_{ci} , F_{qi} , $F_{\gamma i}$: Factores por inclinación de carga

Las formulas para determinar los diversos factores dados en la ecuación (2.7) están descritas en la tabla (2.6) y se aplicaran algunos de ellos o todos de acuerdo a los requerimientos del tipo de cimentación y carga.

TABLA N° 2.6 FACTORES DE FORMA, PROFUNDIDAD E INCLINACIÓN

FACTOR	RELACIÓN	FUENTE
FORMA	$F_{cs} = 1 + (B / L)(N_q / N_c)$ $F_{qs} = 1 + (B / L) * \tan \phi$ $N_{\gamma s} = 1 - 0.4B/L$ donde L = longitud de la cimentación (L>B)	De Beer (1970)
PROFUNDIDAD	Condición (a): $D_f / B \leq 1$ $F_{cd} = 1 + 0.4 D_f / B$ $F_{qd} = 1 + 2 \tan \phi (1 - \text{sen} \phi)^2 * D_f / B$ $N_{\gamma d} = 1$ Condición (b): $D_f / B > 1$ $F_{cd} = 1 + 0.4 \tan^{-1}(D_f / B)$ $F_{qd} = 1 + 2 \tan \phi (1 - \text{sen} \phi)^2 \tan^{-1}(D_f / B)$ $N_{\gamma d} = 1$	Hansen (1970)
INCLINACIÓN	$F_{ci} = F_{qi} = (1 - \beta^\circ / 90^\circ)^2$ $F_{\gamma i} = (1 - \beta / \phi)^2$ Donde β = inclinación de la carga sobre la cimentación con respecto a la vertical	Meyerhof (1963) Hanna y Meyerhof (1981)
El factor $\tan^{-1}(D_f/B)$ está en radianes.		

CARGA ADMISIBLE.- También conocida como Presión de Trabajo, Presión de Diseño o Presión Admisible, y se calcula con la siguiente fórmula:

$$q_a = \frac{q_u}{FS} \text{ (kg/cm}^2\text{)} \quad (2.8)$$

En donde:

q_a = capacidad de carga admisible (kg / cm²).

q_u = capacidad de carga última (kg/cm²).

FS = factor de seguridad (Por lo menos igual a 3 en todos los casos).

El factor de seguridad ($FS \geq 3$) por las siguientes razones:

- La capacidad de carga se ha calculado usando fórmulas empíricas.
- En el momento de la construcción, por factores fortuitos, puede ocurrir una disminución de la capacidad portante.
- Posibles asentamientos perjudiciales en la cimentación.
- La magnitud de FS debe depender de las incertidumbres y riesgos implicados en las condiciones encontrados.

A continuación se muestra la tabla 2.7: Parámetros Característicos del Suelo.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

FACULTAD DE INGENIERIA

ESCUELA ACADEMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

PROYECTO DEL PUENTE "EL TINGO" SOBRE EL RÍO GRANDE CARRETERA LLUSHCAPAMPA BAJA – EL ALISO

TABLA N° 2.7 PARÁMETROS CARACTERÍSTICOS DEL SUELO
Según José M. Rodríguez Ortiz. (1993).

TIPO DE SUELO	GRANULOMETRÍA		LÍMITES DE ATTERBERG			PESO ESPECÍFICO		HUMED. NATURAL	PROCTOR NORMAL		DEFORMABILIDAD		RESISTENCIA AL CORTE			PERMEABILIDAD
	< 0.06	< 2.00	(fracción < 0.04 mm)			γ	γ _{sum}		w	D.Sec	w _{PN}	Es = E _o (σ/σ _{at}) ⁿ		φ	C	
	N° 200	N° 10	wL	wP	Ip			T/m3				T/m3	%			T/m3
	%	%	%	%	%											
Grava	< 5	< 60	-	-	-	1.6	0.95	5	1.7	8	400	0.6	34	-	32	2.1E-01
			-	-	-	1.9	1.05	2	1.9	5	900	0.4	42	-	35	1.1E-02
Grava arenosa con pocos finos	< 5	< 60	-	-	-	2.1	1.15	7	2	7	400	0.7	35	-	32	1.1E-02
			-	-	-	2.3	1.35	3	2.25	4	1100	0.5	45	-	35	1.1E-06
Grava arenosa con finos limosos o arcillosos que no alteran la estructura granular	8	< 60	20	16	4	2.1	1.15	9	2.1	7	400	0.7	35	1	32	1.1E-05
	15		45	25	25	2.4	1.45	3	2.35	3	1200	0.5	43	0	35	1.1E-08
Mezcla de gravas y arenas envueltas por finos	20	< 60	20	16	4	2	1.05	13	1.9	10	150	0.9	28	3	22	1.1E-08
	40		50	25	30	2.25	1.3	5	2.2	5	400	0.7	35	0.5	30	1.1E-11
Arena uniforme fina	< 5	100	-	-	-	1.6	0.95	22	1.6	15	150	0.75	32	-	30	2.1E-04
			-	-	-	1.9	1.1	8	1.75	10	300	0.6	40	-	32	1.1E-05
Arena uniforme gruesa	< 5	100	-	-	-	1.6	0.95	16	1.6	13	250	0.7	34	-	30	5.1E-03
			-	-	-	1.9	1.1	6	1.75	8	700	0.55	42	-	34	2.1E-04
Arena bien graduada y arena con grava	< 5	60	-	-	-	1.8	1	11	1.9	10	200	0.7	33	-	32	5.1E-04
			-	-	-	2.1	1.2	5	2.15	6	600	0.55	41	-	34	2.1E-05
Arena con finos que no alteran la estructura granular	8	> 60	20	16	4	1.9	1.05	15	2	13	150	0.8	32	1	30	1.1E-05
	15		45	25	25	2.25	1.3	4	2.2	7	500	0.65	40	0	32	1.1E-07
Arena con finos que alteran la estructura granular	20	> 60	20	16	4	1.8	0.9	20	1.7	18	50	0.9	25	5	22	1.1E-07
	40		50	30	30	2.15	1.1	8	2	12	250	0.75	32	1	30	1.1E-10
Limo poco plástico	> 50	> 80	25	20	4	1.75	0.95	28	1.6	22	40	0.8	28	2	25	1.1E-05
			35	28	11	2.1	1.1	15	1.8	15	110	0.6	35	0.5	30	1.1E-08
Limo de plasticidad media a alta	> 80	> 100	35	22	7	1.7	0.85	35	1.55	23	30	0.9	25	3	22	2.1E-06
			50	25	20	2	1.05	20	1.75	16	70	0.7	33	1	29	1.1E-09
Arcilla de baja plasticidad	> 80	100	25	15	7	1.9	0.95	28	1.65	20	20	1	24	6	20	1.1E-07
			35	22	16	2.2	1.2	14	1.85	14	50	0.9	32	1.5	28	2.1E-09
Arcilla de plasticidad media	> 90	100	40	18	16	1.8	0.85	38	1.55	23	10	1	20	8	10	5.1E-08
			50	25	28	2.1	1.1	18	1.75	17	30	0.95	30	2	20	1.1E-10
Arcilla de alta plasticidad	100	100	60	20	33	1.65	0.7	55	1.45	27	6	1	17	10	6	1.1E-09
			85	35	55	2	1	20	1.65	20	20	1	27	3	15	1.1E-11
Limo o arcilla orgánicos	> 80	100	45	30	10	1.55	0.55	60	1.45	27	5	1	20	7	15	1.1E-09
			70	45	30	1.9	0.9	30	1.7	18	20	0.85	26	2	22	1.1E-11
Turba	-	-	-	-	-	1.04	0.04	800	-	-	3	1	25	1.5	-	1.1E-05
	-	-	-	-	-	1.3	0.3	100	-	-	8	1	30	0.5	-	1.1E-08
Fango	-	-	100	30	50	1.25	0.25	200	-	-	4	1	22	2	-	1.1E-07
	-	-	250	80	170	1.6	0.6	50	-	-	15	0.9	28	0.5	-	1.1E-09

$$\sigma_{at} = 0.1 \text{ kp/cm}^2$$

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

FACULTAD DE INGENIERIA

ESCUELA ACADEMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

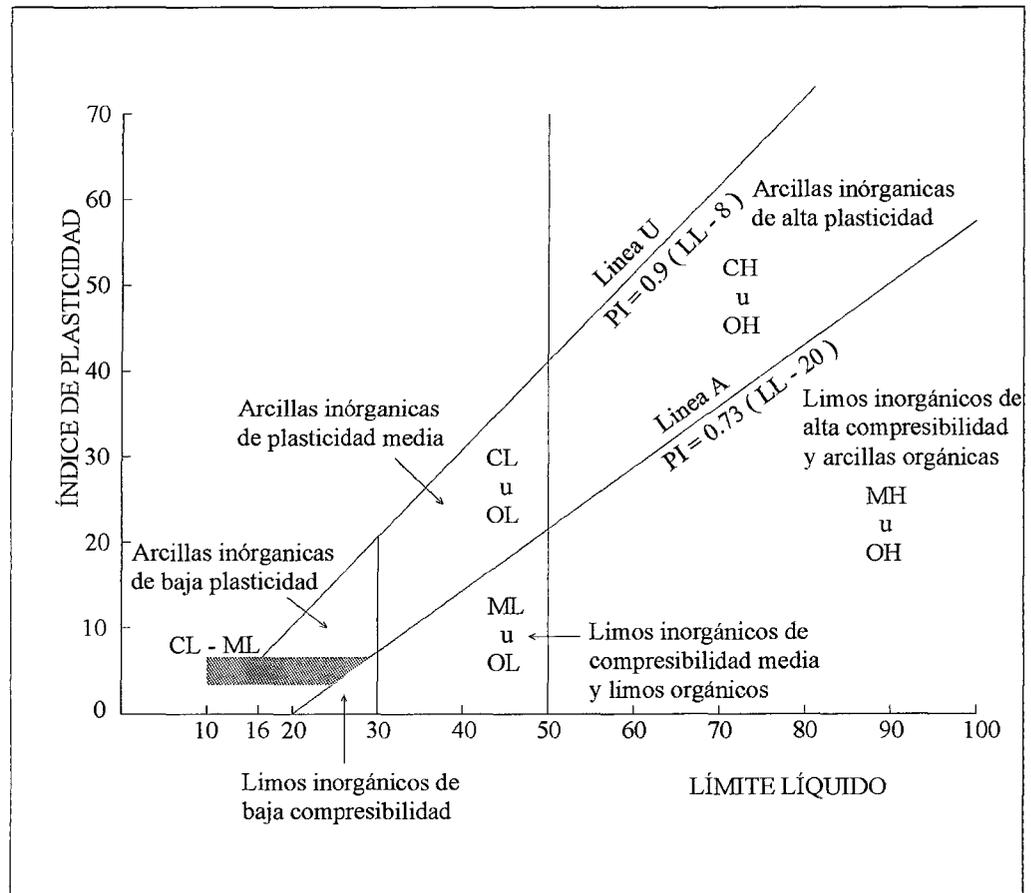
PROYECTO DEL PUENTE "EL TINGO" SOBRE EL RÍO GRANDE CARRETERA LLUSHCAPAMPA BAJA – EL ALISO

TABLA N° 2.8 FACTORES DE CAPACIDAD DE CARGA
Según Braja M. Das. (2001)

ϕ	N_c	N_q	N_γ	N_q/N_c	$\tan \phi$
0	5.14	1.00	0.00	0.20	0.00
1	5.38	1.09	0.07	0.20	0.02
2	5.63	1.20	0.15	0.21	0.03
3	5.90	1.31	0.24	0.22	0.05
4	6.19	1.43	0.34	0.23	0.07
5	6.49	1.57	0.45	0.24	0.09
6	6.81	1.72	0.57	0.25	0.11
7	7.16	1.88	0.71	0.26	0.12
8	7.53	2.06	0.86	0.27	0.14
9	7.92	2.25	1.03	0.28	0.16
10	8.35	2.47	1.22	0.30	0.18
11	8.80	2.71	1.44	0.31	0.19
12	9.28	2.97	1.69	0.32	0.21
13	9.81	3.26	1.97	0.33	0.23
14	10.37	3.59	2.29	0.35	0.25
15	10.98	3.94	2.65	0.36	0.27
16	11.63	4.34	3.06	0.37	0.29
17	12.34	4.77	3.53	0.39	0.31
18	13.10	5.26	4.07	0.40	0.32
19	13.93	5.80	4.68	0.42	0.34
20	14.83	6.40	5.39	0.43	0.36
21	15.82	7.07	6.20	0.45	0.38
22	16.88	7.82	7.13	0.46	0.40
23	18.05	8.66	8.20	0.48	0.42
24	19.32	9.60	9.44	0.50	0.45
25	20.72	10.66	10.88	0.51	0.47
26	22.25	11.85	12.54	0.53	0.49
27	23.94	13.20	14.47	0.55	0.51
28	25.80	14.72	16.72	0.57	0.53
29	27.86	16.44	19.34	0.59	0.55
30	30.14	18.40	22.40	0.61	0.58
31	32.67	20.63	25.99	0.63	0.60
32	35.49	23.18	30.22	0.65	0.62
33	38.64	26.09	35.19	0.68	0.65
34	42.16	29.44	41.06	0.70	0.67
35	46.12	33.30	48.03	0.72	0.70
36	50.59	37.75	56.31	0.75	0.73
37	55.63	42.92	66.19	0.77	0.75
38	61.36	48.93	78.03	0.80	0.78
39	67.87	55.96	92.25	0.82	0.81
40	75.31	64.20	109.41	0.85	0.84
41	83.86	73.90	130.22	0.88	0.87
42	93.71	85.38	155.55	0.91	0.90
43	105.11	99.02	186.54	0.94	0.93
44	118.37	115.31	224.64	0.97	0.97
45	133.88	134.88	271.76	1.01	1.00
46	152.10	158.51	330.35	1.04	1.04
47	173.64	187.21	403.67	1.08	1.07
48	199.26	222.31	496.01	1.12	1.11
49	229.93	265.51	613.16	1.15	1.15
50	266.89	319.07	762.89	1.20	1.19

FIGURA N° 2.1 CARTA DE PLASTICIDAD

Según Braja M. Das. (2001)



La línea A separa las arcillas inorgánicas de los limos inorgánicos, las arcillas inorgánicas se encuentran sobre la línea A y los limos inorgánicos debajo de ésta.

Los limos orgánicos se grafican en la misma región (debajo de la Línea A y con LL variando entre 30 y 50) que los limos inorgánicos de compresibilidad media.

Las arcillas orgánicas se grafican en la misma región que los limos inorgánicos de alta compresibilidad (debajo de la Línea A y con LL mayor que 50).

La línea U es aproximadamente el límite superior de la relación del índice de plasticidad respecto al límite líquido para cualquier suelo encontrado hasta ahora.

2.2.3 UBICACIÓN Y ESTUDIO DE CANTERAS.

Según Dimitri P. Krynine. (1961)

El estudio de las canteras, se realiza con el propósito de ubicar fuentes o zonas de donde se pueda extraer áridos y rocas, que se puedan usar en la construcción de la obra y también para mejorar los suelos existentes, destinados a soportar cargas, como terreno de fundación; en tal sentido es necesario conocer las características de los diferentes tipos de áridos que componen los materiales de la cantera cercana al lugar del Proyecto, para posteriormente ser utilizadas como material de construcción o de reemplazo, si cumplen con las condiciones de soportar cargas mayores y resistir el desgaste por rozamiento de superficie.

Las propiedades de los agregados de una cantera son diferentes a las de otras canteras por diversos factores, tales como son los de origen geológico, composición mineralógica, estratigrafía, etc.

Para la determinación de la cantera a utilizar, se tendrá en cuenta factores básicos como la calidad de los agregados, la cantidad que se requiera y la economía de la extracción y transporte hasta la ubicación del puente. También se preferirá utilizar agregados de río para preparar concreto.

2.2.4 DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD DE TRÁFICO

Estudio del Tráfico: Según Ing. Roger Becerra Suárez. (UNC)

Tiene por objeto, determinar las dimensiones apropiadas del puente, en lo que se refiere, principalmente, al ancho de calzada, de veredas, por otro lado también, el peso y frecuencia del tránsito, nos fijará la elección del tren de cargas.

Antes de realizar el mejoramiento de una carretera o el proyecto para la construcción de un puente, es importante tener conocimiento del número y tipo de vehículos por unidad de tiempo, que razonablemente puede esperarse que pase por un tramo de un carril o de un camino, en un sentido o en dos, tratándose de caminos de

dos o mas carriles; esto puede ser tan variable como pueden serlo las variables físicas del camino.

Básicamente, existen dos métodos para el conteo de vehículos, que transitan en una vía. Dentro del primer método, están los de **observación directa con conteos manuales**; en el segundo están los que se apoyan en el uso de células fotoeléctricas.

Después de realizado el estudio de tránsito, haber determinado el número y tipo de vehículos que transitan, va a ser posible determinar las características geométricas y estructurales del camino o puente a construir. Para el presente estudio se realizó el conteo de vehículos, mediante observación directa.

CLASIFICACION DE LA CARRETERA

Según Manual de diseño Geométrico de Carreteras DGCF – MTC - Perú (2001)

- Clasificación de acuerdo a la demanda:
- **Autopista.** – Carretera IMDA > 4000 veh / día, de calzadas separadas, cada una con dos o más carriles, con control total de los accesos (ingresos y salidas) que proporciona flujo vehicular completamente continuo, se le denomina con la sigla A.P.
- **Carreteras Duales o Multicarril.**- de IMDA mayor de 4000 veh / día de calzadas separadas, cada una con dos o más carriles; con control parcial de accesos. Se le denominará con la sigla MC (Multicarril).
- **Carretera de Primera Clase**
Son aquellas con un IMDA entre 4000 – 2001 veh / día de una calzada de dos carriles (DC).
- **Carretera de Segunda Clase**
Son aquellas de una calzada de dos carriles (DC) que soportan entre 2000 – 400 veh / día
- **Carretera de Tercera Clase**
Son aquellas de una calzada que soportan menos de 400 veh / día.
- **Trochas Carrozables**
- Es la categoría más baja de camino transitable para vehículos automotores. Construido con un mínimo de movimiento de tierras, que permite el paso de un solo vehículo.

2.3 ESTUDIO HIDROLÓGICO

Según Ven Te Chow. (2001)

2.3.1 INTRODUCCIÓN

Las ciencias hídricas están relacionadas con las aguas de la tierra: su distribución y circulación, sus propiedades físicas y químicas, su interacción con el ambiente y con los seres vivos y en particular con los seres humanos. Puede considerarse que la hidrología abarca todas las ciencias hídricas. En una forma más estricta, puede definirse como el estudio del ciclo hidrológico, es decir, la circulación ininterrumpida del agua entre la tierra y la atmósfera.

La hidrología de una región está determinada por sus patrones de clima tales como la topografía, la geología y la vegetación.

2.3.2 SISTEMA HIDROLÓGICO

Un sistema es un conjunto de partes conectadas entre sí, que forman un todo. El ciclo hidrológico puede tratarse como un sistema cuyos componentes son precipitación, evaporación, escorrentía, y otras fases del ciclo hidrológico. El ciclo hidrológico global como un sistema se puede dividir en tres subsistemas: el sistema de agua atmosférica, sistema de agua superficial, y el sistema de agua subsuperficial.

Un sistema hidrológico se define como un volumen en el espacio, que acepta agua y otras entradas, opera en ellas internamente y las produce como salidas.

MODELO DEL SISTEMA HIDROLÓGICO

El objetivo del análisis del sistema hidrológico es estudiar el proceso del sistema y predecir su salida. En un modelo de sistema hidrológico sus entradas y salidas son variables hidrológicas mensurables y su estructura es un conjunto de ecuaciones que relacionan las entradas y salidas

2.3.3 CUENCA HIDROGRÁFICA

Según Ing. Oswaldo Ortiz Vera. (UNC)

Se llama así a la parte del territorio cuyas aguas de escorrentía confluyen en un solo punto del curso de agua. El límite o frontera de la cuenca hidrográfica es conocido como *divortium aquarum* o divisoria de aguas y el punto más bajo o de total confluencia como punto emisor.

Una cuenca es considerada como un sistema hidrológico, puesto que no existe pérdida de masa hídrica. La cuenca y cada una de sus partes constitutivas, se representan adecuadamente mediante modelos que van desde los más simples hasta los más sofisticados, dependiendo de la cantidad y calidad de la información hidrológica. La bondad del modelo hidrológico depende de la cantidad, pero sobre todo de la calidad de la información.

CARACTERÍSTICAS FISIAGRÁFICAS

Para definir las características fisiográficas de una cuenca, se requiere información cartográfica de la zona de estudio y conocimientos de topografía. En hidrología Superficial, existe una relación muy estrecha entre variables y parámetros, relaciones que muchas veces solucionan problemas, referentes a la carencia de datos hidrológicos en la zona de estudio.

PARÁMETROS GEOMORFOLÓGICOS

Tiene que ver con la forma y tamaño de la cuenca y tiene influencia marcada en el efecto de los procesos dinámicos que en ella ocurren. Permiten predecir la capacidad erosiva y de transporte de sedimentos. Los principales parámetros geomorfológicos que definen la fisiografía de la cuenca son:

➤ ÁREA DE LA CUENCA (A)

Este factor tiene importancia efectiva en la hidrografía de una cuenca, se expresa generalmente en Km^2 . Para ponderar el área es necesario delimitar la cuenca, haciendo uso de la Carta Nacional o plano a curvas de nivel, siguiendo la línea divisoria de aguas "divortium aquarum" teniendo en cuenta que las líneas de flujo son perpendiculares a las curvas de nivel del terreno, hasta un punto del cauce que sirve como emisor de las aguas.

➤ PERÍMETRO DE LA CUENCA (P)

Es la longitud de la curva cerrada correspondiente al divortium aquarum, se expresa generalmente en Km.

➤ **INDICE DE COMPACIDAD (Kc)**

Llamado también índice de Gravelius o coeficiente de compactación, el cual mide el grado de circularidad de la cuenca, es adimensional, sólo depende de la forma de cuenca mas no así de su tamaño

La fórmula correspondiente es:

$$Kc = 0.28PA^{-1/2} \quad (2.9)$$

Donde:

P: perímetro de la cuenca (Km.)

A: área de la cuenca (Km²)

Valores de Kc, próximos a la unidad indican una similar distribución de las áreas respecto a un punto. Valores mayores que 2 corresponden a cuencas muy alargadas. Es importante notar la forma de la cuenca pues influye en los tiempos de concentración.

A continuación se presenta un cuadro con valores de Kc que permite clasificar la forma de la cuenca.

TABLA N° 2.9 FORMA DE LA CUENCA

COEFICIENTE DE COMPACIDAD	RANGO	FORMA DE LA CUENCA
Kc	1.0 a 1.25	Casi redonda a oval redonda
Kc	1.25 a 1.50	Oval redonda a oval oblonga
Kc	1.50 a 1.75	Oval oblonga a rectangular oblonga
Kc	>2	Alargada

➤ **LONGITUD DEL CAUCE PRINCIPAL (L)**

Es la distancia entre el punto emisor y el punto más alto de la cuenca medida sobre el cauce principal. Generalmente se expresa en Km.

➤ **FACTOR DE FORMA (F)**

Parámetro adimensional que denota el efecto combinado de la cuenca y la configuración neta del drenaje. Se expresa mediante:

$$F = \frac{A}{L^2} = \frac{B}{L} \quad (2.10)$$

Donde:

A: área de la microcuenca (Km²)

L: longitud del cauce principal (Km)

B: ancho promedio de la cuenca (Km)

Una cuenca con valor de **F** pequeño esta sujeta a la ocurrencia de menores crecientes que otra de igual tamaño y con un valor de **F** mayor

➤ **PENDIENTE DEL CAUCE PRINCIPAL (S)**

Es el promedio de las pendientes del cauce principal, esta relacionado con la magnitud de socavamiento del cauce y la capacidad del transporte de sedimentos. En general, la pendiente del cauce principal varía a lo largo de toda su longitud, siendo necesario usar un método adecuado para estimar una pendiente representativa. Para salvar este inconveniente, se han desarrollado métodos basados en el uso del perfil longitudinal del cauce y considerando una pendiente equivalente mediante la siguiente expresión:

$$S = \left[\frac{\sum_{i=1}^n L_i}{\sum_{i=1}^n \left(\frac{L_i^2}{S_i} \right)^{1/2}} \right]^2 \quad (2.11)$$

Donde:

L_i = longitud de cada tramo de pendiente S_i .

n = número de tramos en que se ha dividido el perfil del cauce.

➤ PENDIENTE DE LADERAS (S_c)

La pendiente de las laderas de una cuenca, influye directamente en la velocidad de escurrimiento superficial, afectando por consiguiente al tiempo que el agua precipitada tarda para concentrarse en los lechos fluviales, que forman la red de drenaje de la cuenca. Utilizaremos la expresión siguiente para estimar su valor.

$$S_c = \frac{e \times \sum L_i}{A} \quad (2.12)$$

Donde:

S_c = pendiente de la cuenca

e = equidistancia entre curvas de nivel (Km).

L_i = longitud parcial de cada curva de nivel donde está delimitada la Cuenca (Km).

A = área de la cuenca (Km²).

➤ TIEMPO DE CONCENTRACIÓN (T_c)

Llamado también tiempo de equilibrio o tiempo de viaje, es el tiempo que toma la partícula hidráulicamente más lejana en viajar hasta el punto emisor. Se supone que ocurre una lluvia uniforme sobre toda la cuenca durante un tiempo, por lo menos, igual al tiempo de concentración.

Según Hathaway, podemos estimarlo con la siguiente expresión:

$$T_c = 0.606 \frac{Ln^{0.467}}{S^{0.234}} \quad (2.13)$$

Donde

T_c : tiempo de concentración (hrs)

L : longitud del cauce principal (Km)

n : coeficiente que depende de la naturaleza del suelo

S : pendiente del cauce principal

Según Linsley podemos estimarlo con la siguiente expresión:

$$T_c = C_t \left[\frac{L * L_c}{S^{1/2}} \right]^{0.38} \quad (2.14)$$

Donde

T_c : tiempo de concentración (hrs.)

C_t : coeficiente que depende de la pendiente de la cuenca, varía entre 0.30 y 0.40, correspondiendo el valor mínimo para pendientes altas y viceversa.

L : longitud del cauce principal (Km.)

L_c : longitud al centroide (Km.)

S : pendiente del cauce principal

➤ ALTITUD MEDIA DE LA CUENCA (\bar{H})

Este importante parámetro es muy útil para la generación de datos en regiones sin información. Este valor viene a ser una tendencia central, que está influenciada por la cantidad de área que se encuentra entre las diferentes curvas de nivel. Se expresa de la siguiente manera:

$$\bar{H} = \frac{1}{A} \sum_{i=1}^n H_i \times A_i \quad (2.15)$$

Donde:

\bar{H} = altitud media en m.s.n.m

H_i = altura media correspondiente al área A_i

A = área de la microcuenca

n = número de áreas parciales de la cuenca

➤ NÚMERO DE ORDEN DE LA CUENCA (N)

Está relacionado con el número de ramificaciones de los tributarios y guarda relación estrecha con la densidad o frecuencia de los cursos menores lo cual facilita el rápido drenaje de las aguas superficiales, ocasionando problemas erosivos en mayor o menor grado, según sea mayor o menor el orden de la cuenca. Se determina directamente de la Carta Nacional.

2.3.4 MODELAMIENTO PARA TRANSFERENCIA DE INTENSIDADES MÁXIMAS

La ecuación deducida mediante, análisis dimensional, para sistemas hidrológicos similares es:

$$I_B = \frac{I_A H_B}{H_A} \quad (2.16)$$

Donde:

I_B : Intensidad en la cuenca del proyecto.

I_A : Intensidad en la Estación Fuente.

H_B : Altitud media de cuenca del proyecto.

H_A : Altitud de la Estación Fuente.

2.3.5 GASTOS DE DISEÑO PARA DIVERSAS OBRAS DE INGENIERIA

Según Ing. Oswaldo Ortiz Vera. (UNC)

El análisis de máximos eventos hidrológicos tiene singular importancia, puesto que permite predecir el comportamiento de descargas límite, para el dimensionamiento de estructuras hidráulicas muy diversas, con fines de control, conducción, almacenamiento y otros relacionados directa o indirectamente con el control y/o manejo de avenidas.

La predicción de descargas pico, además de ser útil para fijar los gastos de diseño de un gran número de estructuras hidráulicas, tiene especial importancia en la atenuación de daños por inundaciones.

Los Ingenieros que tienen que ver con la toma de decisiones en recursos de agua, a menudo están relacionados con el problema que representa la estimación de variables aleatorias extremo con pequeñas probabilidades de ocurrencia.

La elección del gasto de diseño tiene relación con el tiempo o período de retorno, el que a su vez depende de la vida útil de la estructura y del riesgo de falla considerado.

Para la estimación de los gastos de diseño, se usa el modelo probabilístico que mejor describa la muestra hidrológica, para luego extrapolar para el nivel de probabilidad deseado de acuerdo con el período de retorno y vida útil de la estructura.

Toda obra de Ingeniería Hidráulica, debe proyectarse para un cierto período de vida útil de la estructura y cuyo diseño debe basarse en probabilidades anuales. El período de vida útil se estima teniendo en cuenta básicamente consideraciones de orden económico, técnico y social. Sin embargo, tal durabilidad no es posible fijarla con toda certeza, puesto que la estructura está expuesta a riesgos permanentes de fallas por ocurrencias de eventos mayores que los previstos.

A. RIESGO DE FALLA (J)

Representa el peligro o la probabilidad de que el gasto considerado para el diseño sea superado por otro evento de magnitudes mayores.

Si llamamos **P** a la probabilidad acumulada de que no ocurra tal evento, es decir, que la descarga considerada no sea igualada o superada por otra, entonces la probabilidad de que si ocurra dicho evento en **N** años consecutivos de vida, representa el riesgo de falla **J** y esta dado por:

$$J = 1 - P^N \quad (2.17)$$

B. TIEMPO O PERIODO DE RETORNO (Tr)

Es el tiempo transcurrido para que un evento de magnitud dada se repita, en promedio. Se expresa en función de la probabilidad **P** de no ocurrencia, la probabilidad de ocurrencia está dada por $1 - P$, y el tiempo de retorno **Tr** se expresa mediante:

$$Tr = \frac{1}{1 - P} \quad (2.18)$$

Eliminando el parámetro **P** de entre las ecuaciones (2.17) y (2.18) Se tiene:

$$Tr = \frac{1}{1 - (1 - J)^{1/N}} \quad (2.19)$$

Ecuación que se utiliza para estimar el tiempo de retorno **Tr** para diversos riesgos de falla **J** y vida útil **N** de la estructura.

C. VIDA UTIL (N)

Vida útil de la estructura es un concepto económico en relación con las depreciaciones y costos de las mismas. La vida física de las estructuras puede ser mayor y, en algunos casos es conveniente que sea la máxima posible para no provocar conflictos en generaciones futuras.

2.3.5.1 MODELAMIENTO PROBABILÍSTICO DE VARIABLES ALEATORIAS EXTREMAS - Según Ing. Oswaldo Ortiz Vera. (UNC)

Varios son los modelos probabilísticas que se usan para estimar las máximas descargas, entre los cuales se pueden mencionar:

- Log Normal de Tres Parámetros.
- Log Pearson Tipo III.
- Valor Extremo de Gumbel Tipo I (EV1).

No existen razones justificatorias como para sostener que un determinado modelo, es mejor que otros y más bien dicha preferencia está supeditada a aquél que represente o describa mejor los datos muestrales.

Tratándose de series anuales, la práctica ha demostrado que la distribución del Valor Extremo de Gumbel da buenos resultados cuando la cantidad y calidad de la información son buenas. Debe tenerse siempre presente que un modelamiento, en ningún caso, es mejor que los datos de partida, lo cual implica que si la información es falseada, no obstante el ajuste sea bueno, los resultados no ofrecerán garantía y la simulación guardará poca o nula identidad con los valores reales.

Las etapas de un modelamiento probabilístico de variables aleatorias son:

- a) Selección del modelo.
- b) Estimación de los parámetros del modelo o calibración.
- c) Ajuste del modelo.
- d) Simulación del modelo.

PRUEBA DE AJUSTE DE SMIRNOV - KOLMOGOROV

Esta prueba tienen por finalidad, verificar que la variable aleatoria se distribuye según una cierta función de probabilidades. Se aplica a datos sin agrupar.

PROCEDIMIENTO:

1. Ordenar los datos de menor a mayor.
2. Asignar una probabilidad empírica a cada dato. La probabilidad empírica más usada en hidrología es la de **WEIBULL**.

$$P(\mathbf{x} \leq \mathbf{x}_m) = \frac{m}{N+1} \quad (2.20)$$

Donde:

$P(\mathbf{x} \leq \mathbf{x}_m)$ = probabilidad que tiene el valor \mathbf{x}_m de no ser superado, cuando la serie ha sido ordenada en forma ascendente.

m = número de orden asignado a cada valor de la secuencia

ordenada: $r = 1, 2, 3, \dots, N$

N = tamaño muestral de los datos no agrupados.

3. Obtener la desviación máxima entre la probabilidad de distribución empírica $P(\mathbf{x} \leq \mathbf{x}_m)$ y la distribución ajustada $F(\mathbf{x} \leq \mathbf{x}_m)$.

$$F(\mathbf{x} \leq \mathbf{x}_m) = e^{-e^{-\alpha(\mathbf{x}_m - \beta)}} \quad (2.21)$$

$e = 2,7172\dots$ Ctte. de **NEPER**

Según la ecuación:

$$\Delta c = \text{máx} | F(\mathbf{x} \leq \mathbf{x}_m) - P(\mathbf{x} \leq \mathbf{x}_m) | \quad (2.22)$$

Donde:

Δc = estadístico de **Smirnov – Kolmogorov**.

$F(\mathbf{x} \leq \mathbf{x}_m)$ = probabilidad de la distribución de ajuste.

$P(\mathbf{x} \leq \mathbf{x}_m)$ = probabilidad empírica de datos no agrupados

4. Obtener el valor crítico del estadístico Δt , el mismo que se encuentra tabulado para diferentes niveles de significación (α) y tamaño de muestra (N) en la tabla 2.10

**TABLA N° 2.10 VALORES CRÍTICOS DE Δt PARA LA PRUEBA DE SMIRNOV –
KOLMOGOROV DE BONDAD DE AJUSTE**

Según Francisco J. A. Mijares. (1997)

TAMAÑO DE LA MUESTRA (N)	$\alpha = 0.10$	$\alpha = 0.05$	$\alpha = 0.01$
5	0.51	0.56	0.67
10	0.37	0.41	0.49
15	0.30	0.34	0.40
20	0.26	0.29	0.35
25	0.24	0.26	0.32
30	0.22	0.24	0.29
40	0.19	0.21	0.25
N grande	$1.22/\sqrt{N}$	$1.36/\sqrt{N}$	$1.63/\sqrt{N}$

5. Se toman los criterios de decisión siguientes:

- Si $\Delta c \leq \Delta t$ Se acepta la Hipótesis Planteada (HP) en vista de que el ajuste es bueno para el nivel de significación seleccionado ($\alpha = 0.05$).
- Si $\Delta c > \Delta t$ Se rechaza HP para el nivel de significación seleccionado y se prueba con otra distribución teórica.

NIVEL DE SIGNIFICACIÓN (α)

En proyectos de ingeniería, los errores de hasta el 5% son aceptables. Pero en general, mientras mayor sea la exigencia del proyecto en cuanto a confiabilidad, menor debe ser el nivel de significación del error (α), esto es:

$$\text{Nivel de confianza (\%)} = (1 - \alpha) (100).$$

Frecuentemente, en Ingeniería Hidrológica es suficiente usar un valor máximo de $\alpha = 0.05$ ó lo que es lo mismo un nivel de confianza de 95%.

2.3.5.2 VALOR EXTREMO DE LA DISTRIBUCION I DE GUMBEL (EV1)

El modelo EV1 de Gumbel, es la distribución que más se adecua para valores extremos de variables aleatorias y ha dado muy buenos resultados para series anuales largas y buena calidad de la información.

El modelo probabilístico EV1, representado mediante la ecuación (2.23), corresponde a la distribución de una variable aleatoria, definida como la mayor de una

serie de N variables aleatorias independientes e idénticamente distribuidas, con una distribución tipo exponencial. En el campo de la Ingeniería Hidráulica, se hace imprescindible el conocimiento de las descargas máximas de diseño, sus probabilidades de ocurrencia y tiempos de retorno.

En este sentido los modelos probabilísticos juegan un papel importante. Se asume que los datos observados, corresponden a una muestra homogénea y representativa de la población de caudales agrupados en una serie anual. Ajustados estos datos el modelo EV1, permite generar descargas extrapoladas para diferentes períodos de retorno y probabilidades de riesgo.

La expresión matemática de este modelo es:

$$F(x \leq x_m) = e^{-e^{-\alpha(x_m - \beta)}} \quad (2.23)$$

Donde:

$F(x \leq x_m)$ = Es la Probabilidad que no ocurrirán valores x_m mayores que x

El modelo EV1 permite, con mucha eficiencia, estimar las máximas descargas de diseño en relación al período de retorno, vida útil de las estructuras y riesgos de falla; todo lo cual constituye un problema muy frecuente en la práctica de la Ingeniería Hidráulica.

ECUACION DE PREDICCION:

$$x_m = \beta - \frac{1}{\alpha} \text{Ln} \{ - \text{Ln} [F(x \leq x_m)] \} \quad (2.24)$$

$$F(x \leq x_m) = 1 - \frac{1}{T_r} \quad (2.25)$$

La aplicación simultánea de las ecuaciones (2.19) y (2.24), permite obtener los eventos máximos para riesgos de falla J y períodos de vida útil N adoptados.

Los parámetros α y β del modelo se estiman a partir de la muestra hidrológica, ya sea utilizando el método de máxima verosimilitud o el método de momentos.

Las relaciones entre los parámetros del modelo y los estadísticos muestrales (media y desviación estándar), obtenidos por el método de momentos son:

$$\alpha = \frac{1.28255}{\hat{S}} \quad (2.26)$$

$$\beta = \bar{X} - 0.45005\hat{S} \quad (2.27)$$

Donde:

\bar{X} : media muestral estimada.

\hat{S} : desviación estándar estimada.

α, β : parámetros estimados a partir de la muestra.

2.3.6 DETERMINACIÓN DEL CAUDAL MÁXIMO

Se han desarrollado diversos métodos que permiten relacionar la escorrentía superficial con la precipitación, es decir, relacionar causa-efecto. Mientras mayor sea el número de variables que se tenga en cuenta (mayor complejidad) en la metodología se aumenta la precisión del modelo, siempre y cuando se disponga de la suficiente información tanto en cantidad como en calidad, de no contar con los datos suficientes es preferible recurrir a modelos sencillos en concordancia con la información disponible. Uno de estos modelos es el racional, del cual trataremos a continuación:

MÉTODO RACIONAL

Es el modelo lluvia-escorrentía más antiguo que se conoce. La idea detrás del método racional es que si una lluvia con intensidad **I** empieza en forma instantánea y continúa en forma indefinida, la tasa de escorrentía continuara hasta que se llegue al tiempo de concentración **Tc**, en el cual toda la cuenca esta contribuyendo al flujo de salida. El producto de la intensidad de lluvia **I** y el área de la cuenca **A** es el caudal de entrada al sistema, **I*A** y la relación entre este caudal y el caudal pico **Q** (que ocurre en el tiempo **Tc**) se conoce como el coeficiente de escorrentía **C** ($0 \leq C \leq 1$)

$$Q = C * I * A / 3.6 \quad (2.28)$$

Donde:

C: coeficiente de escorrentía, tabla N° 2.11

I: intensidad máxima (mm/h)

A: área de la cuenca (Km²)

Q: caudal (m³/s)

La duración utilizada para la determinación de la intensidad de precipitación de diseño **I**, es el tiempo de concentración de la cuenca **Tc**.

TABLA N° 2.11 COEFICIENTES DE ESCORRENTÍA PARA EL MÉTODO RACIONAL Según Ven Te Chow. (2001)

CARACTERÍSTICAS DE LA SUPERFICIE		Periodo de retorno (años)						
		2	5	10	25	50	100	500
ÁREAS DESARROLLADAS	Asfáltico	0.73	0.77	0.81	0.86	0.90	0.95	1.00
	Concreto/techo	0.75	0.80	0.83	0.88	0.92	0.97	1.00
	Zonas Verdes (jardines, parques, etc.)							
	Condición pobre (cubierta de pasto menor del 50% del área)							
	Plano, 0 - 2%	0.32	0.34	0.37	0.40	0.44	0.47	0.58
	Promedio, 2 - 7%	0.37	0.40	0.43	0.46	0.49	0.53	0.61
	Pendiente, superior a 7%	0.40	0.43	0.45	0.49	0.52	0.55	0.62
	Condición promedio (cubierta de pasto del 50% al 75% del área)							
	Plano, 0 - 2%	0.25	0.28	0.30	0.34	0.37	0.41	0.53
	Promedio, 2 - 7%	0.33	0.36	0.38	0.42	0.45	0.49	0.58
	Pendiente, superior a 7%	0.37	0.40	0.42	0.46	0.49	0.53	0.60
	Condición buena (cubierta de pasto mayor del 75% del área)							
	Plano, 0 - 2%	0.21	0.23	0.25	0.29	0.32	0.36	0.49
	Promedio, 2 - 7%	0.29	0.32	0.35	0.39	0.42	0.46	0.56
Pendiente, superior a 7%	0.34	0.37	0.40	0.44	0.47	0.51	0.58	
ÁREAS NO DESARROLLADAS	Áreas de cultivo							
	Plano, 0 - 2%	0.31	0.34	0.36	0.40	0.43	0.47	0.57
	Promedio, 2 - 7%	0.35	0.38	0.41	0.44	0.48	0.51	0.60
	Pendiente, superior a 7%	0.39	0.42	0.44	0.48	0.51	0.54	0.61
	Pastizales							
	Plano, 0 - 2%	0.25	0.28	0.30	0.34	0.37	0.41	0.53
	Promedio, 2 - 7%	0.33	0.36	0.38	0.42	0.45	0.49	0.58
	Pendiente, superior a 7%	0.37	0.40	0.42	0.46	0.49	0.53	0.60
	Bosques							
	Plano, 0 - 2%	0.22	0.25	0.28	0.31	0.35	0.39	0.48
	Promedio, 2 - 7%	0.31	0.34	0.36	0.40	0.43	0.47	0.56
	Pendiente, superior a 7%	0.35	0.39	0.41	0.45	0.48	0.52	0.58

TRANSPORTE DE SEDIMENTOS

Según Arturo Rocha Felices. (1998)

La capacidad de transporte del material sólido de arrastre, será estimado mediante la ecuación de Schoklitsch:

$$Q_s = \frac{T_s}{\gamma_s} \times B \quad (2.29)$$

Donde:

Q_s : gasto sólido (m³/seg.)

γ_s : peso específico del material de arrastre (kg/m³)

B : ancho del cauce (m)

T_s : gasto sólido específico (Kg./seg. por metro de ancho)

$$T_s = 2500 \times S^{3/2} (q - q_0) \quad (2.30)$$

Donde:

T_s : gasto líquido específico (Kg/seg. por metro de ancho)

S : pendiente del cauce

q :gasto específico del río (m^3 /seg. por metro de ancho)

$$q = \frac{Q_{\text{liquido}}}{B} \quad (2.31)$$

Además:

$$q_0 = 0.26 \left(\frac{\gamma s - \gamma}{\gamma} \right) \frac{d^{3/2}}{S^{7/6}} \quad (2.32)$$

Donde:

q_0 : gasto crítico de fondo

d : diámetro promedio de la partícula en el fondo del cauce (m)

γ : peso específico del agua (kg/m^3)

2.3.7 CALCULO DEL TIRANTE:

Para obtener el tirante del cauce en el lugar donde se proyectará la ubicación del Puente, se emplea la fórmula de Manning, para lo cual asumiré una sección rectangular y pendiente constante; la expresión de Manning es la siguiente:

$$Q = \frac{A * R^{2/3} * S^{1/2}}{n} \quad (2.33)$$

Donde:

Q : caudal de diseño

A : área de la sección transversal = $b*y$

b : ancho del río

R : radio hidráulico. $R = b*y / (b+2y)$.

S : pendiente del Río.

n : coeficiente de rugosidad de manning (tabla 2.12)

Reemplazando valores en la fórmula de manning se obtiene y:

TABLA N° 2.12 COEFICIENTE DE RUGOSIDAD DE MANNING PARA VARIAS SUPERFICIES DE CANALES ABIERTOS

Según Ven Te Chow. (2001)

Material	Coefficiente de rugosidad de Manning típico
Concreto	0.012
Fondo de grava con lados de:	
concreto	0.020
piedra	0.023
riprap	0.033
Canales naturales	
Limpios y rectos	0.030
Limpios y curvos	0.040
Curvos con hierbas y piscinas	0.050
Con matorrales y árboles	0.100
Planicies de inundación	
Pastos	0.035
Cultivos	0.040
Hierbas y pequeños matorrales	0.050
Matorrales densos	0.070
Árboles densos	0.100

2.3.8 ESTIMACIÓN DE LA PROFUNDIDAD DE SOCAVACIÓN.

La socavación en general obedece al descenso del fondo del cauce durante una crecida, como consecuencia de la mayor capacidad que tiene la corriente para transportar sedimentos del fondo del lecho.

- Analizar este fenómeno es de singular importancia ya que permite garantizar el normal funcionamiento de una estructura.
- La profundidad de socavación se puede calcular mediante la fórmula, que a continuación se detalla:

$$X = 1.25 * h * [0.6 - (V^2/V)] \quad (2.34)$$

Donde:

X : socavación.

h : tirante máximo.

V²: velocidad de arrastre.

V : velocidad en la superficie de la corriente.

La velocidad superficial se estima teniendo en cuenta, que la velocidad media es aproximadamente el 80% de la velocidad superficial. La velocidad media (V_m) se calcula con la expresión de Manning:

$$V_m = \frac{R^{2/3} * S^{1/2}}{n} \quad (2.35)$$

TABLA N° 2.13 VALORES DE LA VELOCIDAD DE ARRASTRE

Según E. Juárez Badillo. (Mec. Suelos Tomo 3)

MATERIALES	VELOCIDAD (m/seg.)
- Arena fina.	0.40
- Arena Arcillosa.	0.50
- Arcilla Pura, Limo de aluvión no coloidal.	0.60
- Limo de aluvión, Coloidal mezcla de grava, arena y ardua.	1.00
- Grava Gruesa.	1.20
- Canto y Grava.	1.50
- Esquistos tiernos.	1.80
- Rocas estratificadas.	2.40

La socavación que se produce en un río no puede ser calculada con exactitud, sólo estimada, muchos factores intervienen en la ocurrencia de este fenómeno, tales como el caudal, tamaño y conformación del material del cauce.

A continuación se desarrolla la metodología para el cálculo de la socavación general según el tomo III del texto de la referencia.

SOCAVACIÓN GENERAL DEL CAUCE.

Es aquella que se produce a todo lo ancho del cauce, cuando ocurre una crecida, para la determinación de la socavación general se empleará el criterio de Lischtvan - Lebediev:

Velocidad erosiva, que es la velocidad media que se requiere para degradar el fondo, esta dado por las siguientes expresiones:

$$V_e = 0.60 \gamma_d^{1.18} \beta H_s^x \quad (\text{m/seg.}) \quad \text{Suelos cohesivos} \quad (2.36)$$

$$V_e = 0.68 \beta d_m^{0.28} H_s^x \quad (\text{m/seg.}) \quad \text{Suelos no cohesivos} \quad (2.37)$$

Donde:

V_e : velocidad media suficiente para degradar el cauce (m/seg).

γ_d : peso volumétrico del material seco que se encuentra a una profundidad H_s , medida desde la superficie del agua (Tn/m³).

β : coeficiente que depende de la frecuencia con que se repite la avenida que se estudia, tabla 2.16

x : exponente variable que esta en función del peso volumétrico γ_s del material seco (Tn/m³) o del diámetro medio de los granos.

H_s : tirante considerado, a cuya profundidad se desea conocer que valor de V_e se requiere para arrastrar y levantar al material (m).

d_m : diámetro medio (mm.) de los granos del fondo obtenido según la expresión:

$$d_m = 0.01 \sum d_i p_i \quad (2.38)$$

Donde:

d_i : diámetro medio, en mm, de una fracción en la curva granulométrica de la muestra total que se analiza.

p_i : peso como porcentaje de esa misma porción, comparada respecto al peso total de la muestra. Las fracciones escogidas no deben necesariamente ser iguales entre sí.

Cálculo de la Profundidad de la Socavación:

$$\text{Suelos cohesivos:} \quad H_s = \left[\frac{\alpha * H_0^{5/3}}{0.60 \beta \gamma_d^{1.18}} \right]^{1/(1+x)} \quad (2.39)$$

$$\text{Suelos no cohesivos:} \quad H_s = \left[\frac{\alpha * H_0^{5/3}}{0.68 \beta d_m^{0.28}} \right]^{1/(1+x)} \quad (2.40)$$

Donde:

$$\alpha = Q_d / (H_m^{5/3} B_e \mu)$$

Q_d : caudal de diseño (m³/seg).

B_e : ancho efectivo de la superficie del liquido en la sección transversal.

μ : coeficiente de contracción, tabla 2.14

H_m : profundidad media de la sección = Área / B_e .

x : exponente variable que depende del diámetro del material y se encuentra en la tabla 2.15

d_m : diámetro medio (mm).

H_o : profundidad antes de la erosión.

TABLA N° 2.14 COEFICIENTE DE CONTRACCIÓN μ

Velocidad Media en la sección (m/seg.)	Longitud libre entre dos estribos												
	10	13	16	18	21	25	30	42	52	63	106	124	200
Menor de 1	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
1.00	0.96	0.97	0.98	0.99	0.99	0.99	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
1.50	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
2.00	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
2.50	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
3.00	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
3.50	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
4.00 ó Mayor	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

TABLA N° 2.15 VALORES DE X PARA SUELOS COHESIVOS Y NO COHESIVOS

SUELOS COHESIVOS		SUELOS NO COHESIVOS	
PEÑO VOLUMETRICO SECO γ_d (Tn/m ³)	X	dm (mm)	X
0.80	0.52	0.05	0.43
0.83	0.51	0.15	0.42
0.86	0.50	0.50	0.41
0.88	0.49	1.00	0.40
0.90	0.48	1.50	0.39
0.93	0.47	2.50	0.38
0.96	0.46	4.00	0.37
0.98	0.45	6.00	0.36
1.00	0.44	8.00	0.35
1.04	0.43	10.00	0.34
1.08	0.42	15.00	0.33
1.12	0.41	20.00	0.32
1.16	0.40	25.00	0.31
1.20	0.39	40.00	0.30
1.24	0.38	60.00	0.29
1.28	0.37	90.00	0.28
1.34	0.36	140.00	0.27
1.40	0.35	190.00	0.26
1.46	0.34	250.00	0.25
1.52	0.33	310.00	0.24
1.58	0.32	370.00	0.23
1.64	0.31	450.00	0.22
1.71	0.30	570.00	0.21
1.80	0.29	750.00	0.20
1.89	0.28	1000.00	0.19
2.00	0.27		

TABLA N° 2.16 VALORES DEL COEFICIENTE β

Probabilidad anual (%) que se presente el gasto de diseño	Coefficiente β
100	0.77
50	0.82
20	0.86
10	0.90
5	0.94
2	0.97
1	1.00
0.3	1.03
0.2	1.05
0.1	1.07

2.3.9 PLANTEAMIENTO DEL SISTEMA DE DRENAJE

El Drenaje, es un factor importante en el diseño de puentes, debe estudiarse problemas de eliminación del agua superficial del tablero, alejamiento y regulación del agua subterránea. El agua superficial causa la erosión y deterioro prematuro de la estructura, se infiltra en el suelo dejando a la estructura sin sostén, amenazando su estabilidad.

El objetivo fundamental del drenaje, es la eliminación del agua que en cualquier forma pueda perjudicar a la estructura, esto se logra evitando que el agua llegue hacia ella, o de lo contrario dar una salida a las aguas que inevitablemente lleguen.

SISTEMA DE DRENAJE

Bombeo de la losa del puente

Esto evitará que las aguas de lluvia se estanquen en la losa y produzcan daños a la estructura, para puentes se considerará en la losa un bombeo de 1 a 2 %.

Dren con tubería

Según Ing. R. Becerra S. (UNC)

Está Constituido por drenaje mediante tubería PVC-SAP, con diámetro de 2” que irá a una distancia de 2m o con diámetro de 3” cada 3m de distancia.

2.4 DISEÑO GEOMÉTRICO

La integración con la vía y el medio ambiente es el objetivo principal del proyecto geométrico del puente. Se consideran dos aspectos dentro de la geometría del proyecto de un puente: geometría general y geometría de detalles.

2.4.1 GEOMETRÍA GENERAL

Desarrollo en Perfil Longitudinal: El puente debe estar integrado completamente al desarrollo geométrico de la carretera, tanto en planta como en perfil.

Desarrollo en Planta del Puente: Será en lo posible aquel que cruce el obstáculo, río o camino transversal aproximadamente a 90°.

En caso de puentes esviados relativamente grandes, la dirección trasversal de los elementos de la subestructura deben ser paralelas a la dirección del cauce, en este caso los estribos deberán ser en lo posible paralelos a los márgenes de los cauces.

2.4.2 GEOMETRÍA DE DETALLES

En esta sección se presentan los detalles y los elementos a ser considerados para su empleo y funcionamiento.

Secciones Transversales.- El ancho no será menor que el ancho del acceso del puente y será proyectada con los siguientes elementos: vía de tráfico, veredas, barandas y elementos de drenaje. Además, para drenaje del tablero las secciones transversales deberán tener pendiente transversal mínima de 2%, para las superficies de rodadura.

Dispositivos Básicos de Protección (barandas). Las barandas deben ser seguras, económicas y estéticas. Las soluciones mixtas de barandas de metal mas concreto satisfacen generalmente estos requisitos.

Dispositivos Básicos de Transición y Contención. De acuerdo a los tipos de apoyos que tendrá el puente, se deberán disponer los elementos que constituyan la transición con la vía, los cuales son principalmente estribos, y alas.

a) Estribos.- Serán dimensionados considerando la función de servir como transición entre el puente y la vía, a demás de servir como apoyo de los extremos de la superestructura y como elementos de contención y estabilización de los terraplenes de acceso.

b) Alas.- Son estructuras laminares con una geometría adecuada para la contención lateral de los terraplenes de acceso. Las alas deben tener un espesor no menor a 0.25 m.

DETERMINACIÓN DE LA LUZ DEL PUENTE

Se determina después de haber realizado el levantamiento topográfico, midiendo directamente el ancho del río que es atravesada por la vía.

DETERMINACIÓN DE LA ALTURA DEL PUENTE

La altura del puente queda determinada, después de haber realizado el estudio hidrológico y geotécnico; los parámetros más importantes a tomar en cuenta del estudio hidrológico son el tirante y profundidad de socavación. La altura se determina sumando el tirante máximo y la profundidad de cimentación, que depende de la socavación y tipo de suelo.

DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA CALZADA Y VEREDAS

Según Ing. R. Becerra S. (UNC)

Según las normas AASHTO el ancho de diseño de una vía de tráfico es de 3.60 m, la carga viva equivalente o la del camión de diseño se asume que ocupa un ancho de 3.00m durante el análisis transversal del puente, para efectos de calcular los esfuerzos máximos por carga viva.

En los bordes de la calzada del puente, se debe contemplar la presencia de veredas y barandas, veredas de 20cm de alto por 45cm de ancho y barandas de 70cm de alto como mínimo.

ESTUDIO DE ACCESOS

Según DGCF – MTC. (2003)

Después de haber determinado la cantidad y tipos de vehículos que transitan por la carretera, se elegirán las características geométricas y estructurales de la misma, las que se tomarán en cuenta para la elaboración del proyecto del puente. Cuando la carretera no reúne las características necesarias, en el proyecto del puente se tiene que plantear el mejoramiento de las vías de acceso en una distancia prudencial, lo que permitirá una ubicación más exacta de la estructura. Dejando la elaboración del proyecto de mejoramiento de la vía en su totalidad como un proyecto aparte.

2.5 DISEÑO ESTRUCTURAL

2.5.1 MÉTODO DE RESISTENCIA ÚLTIMA PARA PUENTES

Según las disposiciones de diseño de la AASHTO, ha tomado como modelo el código ACI, un informe del ACI COMITE 343 recomienda que se utilice el método de diseño a la Resistencia Última o de Rotura, utilizando cargas incrementadas.

Un puente durante su vida útil estará sometido a la acción simultánea de varios tipos de carga, la combinación recomendada para el diseño de puentes carreteros es:

$$U = 1.3 [D + 1.67 (L + I)] \quad (2.42)$$

Donde:

U: carga de diseño.

D: carga muerta.

L: carga viva.

I: carga por impacto.

2.5.2 ELEMENTOS ESTRUCTURALES

A. SUPERESTRUCTURA

Es el sistema estructural compuesto de Tablero y Estructura portante principal.

TABLERO: Está constituido por una losa, es el elemento sobre el cual se aplica las cargas móviles de los vehículos, siendo sus efectos transmitidos a la estructura portante. La losa puede ser armada en una de las tres formas siguientes:

- a. Perpendicular al tránsito, apoyándose sobre las vigas principales.
- b. Paralela al tránsito, apoyándose en viguetas transversales puestas especialmente con este objeto.
- c. En ambos sentidos, apoyándose sobre las vigas principales y viguetas transversales.

La primera disposición es la más común y casi siempre la más económica.

ESTRUCTURA PORTANTE: Es el elemento resistente sobre el cual el tablero, aplica el efecto de las cargas móviles. Es a través de este componente que se transmiten las cargas a la subestructura. En un puente viga losa, la losa de concreto es el tablero del puente, mientras que las vigas longitudinales y las transversales (Diafragmas) forman la estructura portante.

B. SUBESTRUCTURA

Compuesta por elementos que soportan las cargas transmitidas por la superestructura, para ser transmitidas a la cimentación. Esta conformado por estribos y pilares.

ESTRIBOS: Son los apoyos extremos de un puente, el cual recibe la reacción de un tramo de puente y soporta a su vez el empuje de tierras del relleno de los accesos.

PILARES: Son los apoyos intermedios, reciben las reacciones de dos tramos de puente transmitiéndolas a la cimentación.

C. CIMENTACIÓN

Existen básicamente dos tipos:

SUPERFICIAL: Mediante zapatas se transmiten las cargas al terreno, se emplea este tipo de cimentación cuando mediante excavaciones sea posible llegar a niveles con suficiente capacidad portante.

PROFUNDAS: Cuando el estrato resistente se encuentra a niveles profundos, se emplea este tipo de cimentación en base a pilotes y cajones de cimentación.

D. ELEMENTOS AUXILIARES

Además de las partes mencionadas anteriormente, un puente consta con elementos auxiliares o elementos complementarios, los que varían con la clase de puente tales como:

Dispositivos de Apoyo o Conexiones: Que son elementos de conexión entre la superestructura y la subestructura, estos elementos deben ser analizados y diseñados cuidadosamente, por cuanto su comportamiento es de suma importancia durante los sismos, vientos, huaycos y cambios de temperatura. Por lo general sirven para soportar y anclar la superestructura en la subestructura.

Diafragmas: Son elementos que pueden considerarse como parte de la superestructura y son vigas transversales que sirven para absorber momentos de torsión, que se producen en las vigas principales y para arriostrar éstas.

Accesorios de Tablero: Un puente como una estructura de servicio debe satisfacer requisitos de funcionalidad, que se establecen en las normas y especificaciones, para lo cual en el tablero se deben colocar elementos accesorios como, barandas, veredas, viga sardinel, juntas de dilatación, sistemas de drenaje, etc.

2.5.3 CARGAS QUE ACTUAN EN LOS PUENTES

Según el Manual de Diseño de Puentes del MTC (artículo 2.4.1) las cargas se clasifican en permanentes, variables y excepcionales.

A. CARGAS PERMANENTES: Son aquellas que actúan durante toda la vida útil de la estructura sin variar significativamente, o que varían en un solo sentido hasta alcanzar un valor límite. Corresponden a este grupo el peso propio de los elementos

estructurales y las cargas muertas adicionales tales como peso de la superficie de rodadura. También se consideran cargas permanentes el empuje de tierra, los efectos debidos a la contracción de fragua y el flujo plástico, deformaciones permanentes originadas por efectos de asentamientos de apoyo.

Peso Propio y Cargas Muertas: Peso propio considerando todos los elementos que sean indispensables, para que la estructura funcione como tal. Las cargas muertas incluirán el peso de todos los elementos no estructurales, tales como veredas, superficie de rodadura, barandas, postes tuberías.

Empuje de Tierra: Los estribos y otras partes de la estructura que retienen tierra, deberán diseñarse para resistir las correspondientes presiones, calculadas de acuerdo con los principios de mecánica de suelos y utilizando los valores medios de las propiedades del material de relleno. El empuje no será en ningún caso menor que el equivalente a la presión de un fluido con un peso específico de 5 kN/m^3 (510 kgf/m^3).

Deformaciones Impuestas: Deformaciones y esfuerzos originados por contracción de fragua o por flujo plástico en elementos de concreto, los desplazamientos de apoyo de diverso origen y otras fuentes de deformación serán considerados como cargas permanentes

B. CARGAS VARIABLES: Son aquellas que observan variaciones frecuentes y significativas en términos relativos a su valor medio. Las cargas variables incluyen los pesos de los vehículos y personas, los efectos dinámicos, las fuerzas de frenado y aceleración, las fuerzas centrífugas, fuerzas debidas a empuje de agua y subpresiones, efectos de variaciones de temperatura, acciones de sismo y viento.

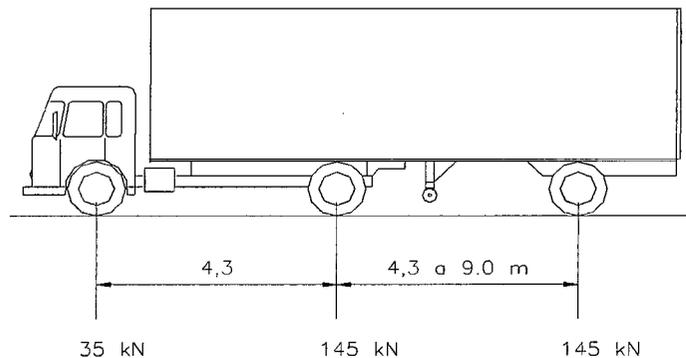
Cargas Vivas de Vehículos: Para efectos de diseño debe considerarse el número de vías cuyo ancho de cada vía se supondrá igual a 3.60 m. la carga viva correspondiente a cada vía será la del camión de diseño o tándem o la sobrecarga distribuida.

Camión de Diseño: La distancia entre los dos ejes de 145 kN (14.78 tn) será tomada la que resulte en los mayores efectos.

FIGURA N° 2.2 CARACTERISTICAS DEL CAMION DE DISEÑO

Según Manual de Diseño de Puentes. DGCF – MTC. Perú – 2009.

CARGA POR CAMION DE DISEÑO



Tándem de Diseño: Conjunto de dos ejes, cada uno con una carga de 110 kN (11.2 tn) espaciados a 1.20 m. la distancia entre las ruedas de cada eje, en dirección transversal, será de 1.80 m.

Sobrecarga Distribuida: Se considerara una sobrecarga de 9.3 kN/m (970 kgf/m), uniformemente distribuida en dirección longitudinal. Se supondrá que esta carga se distribuye uniformemente sobre un ancho de 3.00 m. en dirección transversal.

Efectos dinámicos: Según las especificaciones AASHTO se puede estimar el efecto dinámico o impacto con la siguiente expresión.

$$I = \frac{50}{3.28L + 125} \leq 0.30 \quad (2.43)$$

L: longitud cargada en m.

Este incremento no se incluirá en el computo de fuerzas centrífugas, frenado, ni se aplicará a la sobrecarga uniformemente distribuida y tampoco se considerará incrementos de carga viva por efectos dinámicos en el diseño de veredas, muros de contención, cimentaciones y otras estructuras totalmente enterradas.

Fuerzas de Frenado y Aceleración: Según las especificaciones AASHTO ésta fuerza se obtiene como un 5 % de la sobrecarga vehicular sin considerar impacto.

Sobrecargas en Veredas: las veredas deberán diseñarse para una sobrecarga de 3.5 kN/m² (360 kgf/m²). Se exceptúan las veredas de los puentes no urbanos cuyas veredas

tengan anchos menores que 0.60 m, para los cuales no será necesario considerar esta sobrecarga.

Fuerzas sobre Sardineles: Los sardineles serán diseñados para resistir una fuerza lateral no menor que 7.5 kN/m (760 kgf/m), aplicada en el tope del sardinel o a una elevación de 0.25 m sobre el tablero si el sardinel tuviera mayor altura.

Fuerzas sobre Barandas: Según las especificaciones AASHTO las fuerzas mínimas sobre barandas, una carga horizontal de 225 kg/m y una carga vertical de 150 kg/m.

Efectos de Sismo: Las disposiciones de esta sección son aplicables a puentes con una longitud total no mayor que 150 m y cuya superestructura esté compuesta por losas, vigas T o cajón, o tijerales. Para estructuras con longitudes mayores será necesario un estudio de riesgo sísmico del sitio. Se puede considerar como un porcentaje de la carga permanente, para el diseño de apoyos y como un porcentaje del empuje activo de los rellenos para el diseño de estribos o muros de contención.

En el caso de puentes simplemente apoyados, la fuerza de sismo no influye en la superestructura, pues ésta se mueve con libertad, siendo considerada únicamente para el diseño de los apoyos y la subestructura.

C. CARGAS EXCEPCIONALES: Son aquellas cuya probabilidad de ocurrencia es muy baja, pero que en determinadas condiciones deben ser consideradas, como por ejemplo las debidas a colisiones, explosiones o incendio.

2.5.4 DISEÑO DE LA SUPERESTRUCTURA

A. LOSA

La losa está constituida por la calzada y por las veredas.

Luz de cálculo (S)

La luz de cálculo para losas de concreto monolíticamente con las vigas es la luz libre entre los ejes.

Ancho efectivo de losa (E)

Por la rigidez de la losa, cuando las cargas se transmiten de los neumáticos a la losa, ésta acción puntual se extiende en un ancho mayor de la superficie de contacto del neumático con la losa. El ancho "E" en la cual se distribuye las cargas concentradas del tráfico, cuando la armadura principal de la losa es perpendicular a las vigas principales se calcula del siguiente modo.

$$\begin{aligned} E &= 0.60 S + 0.75 \quad \text{para} \quad 0.60 \text{ m} \leq S \leq 2.00 \text{ m} \\ E &= 0.40 S + 1.125 \quad \text{para} \quad S > 2.00 \text{ m}. \end{aligned} \quad (2.44)$$

Tomando $E_{\text{máx}} = 4.30 \text{ m}$.

Metrado de cargas: El metrado de la losa se hace para una franja de diseño de 1 m. de ancho ubicado en el sentido perpendicular a las vigas longitudinales.

Sobrecarga Vehicular: Fracción de la carga que trasmite cada neumático a la franja de diseño, será P/E.

Momentos flectores.

Los momentos flectores se calcularán para carga permanente y para sobrecarga vehicular por separado con las expresiones que se detallan en el ítem 3.5.

Fuerza cortante máxima

La fuerza cortante máxima se presenta cuando el vehículo de diseño, se encuentra lo más cerca posible al sardinel (a 0.30m). Cuando las luces de cálculo de la losa superen a 2.10 m será necesario chequear la losa por esfuerzo cortante.

Armadura sobre los Diafragmas: Se calculara con una cuantía de 0.003 y se podrá extender las barras, 90 cm. a ambas caras de diafragma.

B. VIGAS LONGITUDINALES

Son las vigas principales, las que soportan todo el peso de la superestructura y en ellas está permitido diseñar acero en compresión, además se puede hacer un diseño adecuado de estribos para absorber fuerzas excesivas de corte, siempre y cuando se asegure la resistencia y se cumpla con el chequeo por servicio. Las expresiones para el cálculo se detallan en el ítem 3.5.

Coefficiente de incidencia de sobrecarga vehicular (λ): La sobrecarga vehicular máxima, que soporta una viga se determina mediante el coeficiente de incidencia, que se calcula como la reacción de apoyo, considerando a la losa como simplemente apoyada sobre las vigas, cuando el vehículo o vehículos están lo mas cerca posible al sardinel mas próximo a la viga en estudio. λ Varía generalmente entre 1 y 2.

C. VIGAS TRANSVERSALES (DIAFRAGMAS)

Todo puente sustentado por vigas longitudinales, utiliza los diafragmas que son vigas que cumplen dos funciones importantes:

- Función de arriostramiento.
- Función de absorción de los momentos torsores que se presentan en las vigas principales por la aplicación no simétrica de las cargas vehiculares, momentos de torsión que para los diafragmas representan momentos flectores.

Los diafragmas deben diseñarse tanto por flexión como por cortante, teniendo en cuenta que son vigas apoyadas en las vigas longitudinales. La magnitud del momento flector en el diafragma será igual al momento negativo total de la losa dentro del área de influencia.

Número y Espaciamiento de Diafragmas. Cuando la luz del puente es mayor de 10 m se colocaran 3 diafragmas o más. La separación entre ejes de diafragmas debe cumplir:

$$\begin{aligned}L &\leq 25 b \\L &\leq 20 S'\end{aligned}\tag{2.45}$$

Donde:

L: separación entre ejes de diafragmas

b : ancho de viga Principal

S': distancia entre ejes de vigas principales

Dimensionamiento.

La longitud de cálculo: será la separación entre caras de las vigas principales.

Ancho del Diafragma se adopta por lo general entre 20 y 30 cm.

El peralte del Diafragma debe ser menor al de las vigas principales y no debe considerar el espesor de la losa.

Diseño de los diafragmas

Diseño por flexión

El momento flector de diseño de un diafragma interior está conformado por el momento de torsión que se presenta en las vigas longitudinales a lo largo del tramo de influencia del diafragma respectivo más el momento flector por efecto de su peso propio.

$$M(+)=T+M_{pp} \quad (2.46)$$

$$T=0.70 * M(-)_{LOSA} * L \quad (2.47)$$

Donde:

T: momento torsor en vigas.

Mpp: momento por peso propio.

L: longitud entre ejes de diafragmas.

Diseño por cortante

La fuerza cortante actuante se evalúa de la siguiente manera:

$$V=\frac{T}{S}+V_{pp} \quad (2.48)$$

Donde:

Vpp: Corte por peso propio.

S: Luz de cálculo del diafragma.

Se colocara estribos por montaje aunque el diafragma no requiera por cortante.

El diseño de diafragma extremo, se realiza con los mismos criterios que para diafragma intermedio y sólo debe tenerse en cuenta que su longitud de influencia es la mitad que para diafragma interior, por tanto el momento torsor tendrá el siguiente valor:

$$T = 0.35 * M(-)_{LOSA} * L \quad (2.49)$$

2.5.5 DISEÑO DE LA SUBESTRUCTURA

A. DISEÑO DE ESTRIBOS

Un estribo se compone de dos partes principales:

Elevación: Es la parte del estribo que sobresale del terreno soportando el empuje de tierras. La elevación del estribo comprende; el cuerpo y las alas. En el cuerpo del estribo está situada la cajuela en la cual se aloja la superestructura.

La cimentación: Es la parte enterrada, recibe el empuje de tierras por todos lados y que por consiguiente se anulan. Sirve para transmitir las cargas al terreno de fundación.

Las fuerzas que actúan sobre un estribo son las siguientes:

- a) Reacción de la superestructura, es una fuerza vertical considerada en el eje del apoyo cajuela y será la máxima reacción por concepto de carga muerta más sobrecarga vehicular sin incluir impacto.
- b) Peso propio del estribo.
- c) Peso del relleno, es una fuerza vertical que actúa sobre la zapata cuyo punto de aplicación es el centro de gravedad del relleno.
- d) Frenado de los vehículos sobre el puente
- e) Fuerza de fricción originados por dilataciones o contracciones de la superestructura
- f) Empuje de tierras, se puede calcular por cualquier método, recomendándose el método analítico de Rankine.

Para estribos de gravedad, los cuales se pueden construir de albañilería y de concreto ciclópeo, se usan para alturas no muy grandes, generalmente hasta 4.50 m.

Verificación de la estabilidad del estribo:

Teniendo el perfil inicial se procede a verificar la estabilidad por volteo,

deslizamiento y por presiones sobre el terreno de fundación. Esta verificación se realiza para dos estados de carga:

- Estribo sin puente (superestructura), con relleno sobrecargado y las fuerzas a considerar serán peso propio, peso del relleno, empuje de tierras y sobrecarga en el relleno.
- Estribo con puente, con relleno sobrecargado y considerando además de las fuerzas anteriores las fuerzas horizontales en los dispositivos de apoyo (frenado y fricción), la máxima reacción en los apoyos de la superestructura por carga muerta

Estabilidad al volteo:

El estribo por acción de las fuerzas horizontales trata de voltear sobre su arista, para que esto no suceda, es necesario que el momento estabilizador generado por las fuerzas verticales, sea mayor que el momento de volteo.

Coefficiente de seguridad al volteo:

$$CSV = \frac{Me}{Mv} \quad (2.50)$$

CSV debe ser ≥ 1.5 para suelos granulares y ≥ 2 para suelos cohesivos.

Estabilidad al deslizamiento:

Coefficiente de seguridad al deslizamiento:

$$CSD = \frac{Ep + \sum Fv \cdot f}{\sum Fh} \geq 2 \quad (2.51)$$

f: coeficiente de fricción entre la zapata y el terreno

En la tabla 2.17 se muestra algunos valores referenciales de peso volumétrico, coeficiente de fricción interna y coeficiente de fricción suelo-concreto.

TABLA 2.17 PESO ESPECÍFICO, ÁNGULO DE FRICCIÓN INTERNA Y COEFICIENTE DE FRICCIÓN

Según Ing. R. Becerra. S. (UNC).

TIPO DE SUELO	γ (kg/m ³)	ϕ	f
Arenas o gravas gruesas muy permeables	1760 – 1920	33° - 40°	0.55 – 0.60
Arenas y gravas con limos poco permeables	1920 – 2008	25° - 35°	0.45 – 0.55
Arenas con limos, arenas y gravas con alto contenido de arcilla	1760 – 1920	23° - 30°	0.30 – 0.45
Arcilla fuertemente compactado o muy consistente	1600 – 1920	25° - 35°	0.25 – 0.40
Arcilla blanda, limos	1440 – 1760	20° - 25°	0.20 – 0.30

Presiones sobre el terreno de fundación, este chequeo se hace para comprobar que las presiones transmitidas al suelo, sean menores a las que éste puede resistir.

B. DISEÑO DE ALETAS

La inclinación, longitud y alto esta en función de la topografía del terreno. Las alas son estructuras que se utilizan básicamente para contener el relleno de acceso al puente, en planta pueden ser perpendiculares al estribo o tener cierta inclinación con respecto a éstos. El diseño de las alas se realiza de igual modo que los estribos pero sin considerar las reacciones debido a carga muerta y carga viva.

2.5.6 DISEÑO DE APOYOS

La estructura de un puente, estará sometida constantemente a solicitaciones y movimientos que varían en el espacio y en el tiempo. Las funciones de un dispositivo de apoyo son:

Permitir la libre dilatación del puente.

Permitir las rotaciones.

Transmitir las cargas a los estribos.

Para puentes de concreto armado de un tramo simplemente apoyado y con luces menores que 20 m se podrá utilizar un apoyo fijo tipo dowels y un apoyo móvil de

simple resbalamiento.

Apoyo Fijo: Dispositivo que permite giros más no desplazamientos, el más adecuado y económico consiste en apoyar directamente la superestructura, en el estribo o pilar con bastones de anclaje entre ellos. El número y diámetro de los bastones se diseña de tal manera, que puedan absorber por cortante las fuerzas horizontales que tengan que ser transmitidas a la subestructura.

Apoyo móvil: Dispositivo que permite se produzca giros y movimientos horizontales, un apoyo de simple resbalamiento consiste en dos placas metálicas, una anclada a la superestructura y la otra a la subestructura colocando entre las dos placas un material que reduzca la fricción, en la actualidad el material más usado es el neopreno.

Los anclajes de las placas, consisten en varillas soldadas o pernos, cuya longitud debe ser por lo menos la longitud de desarrollo correspondiente de la varilla, el número y el diámetro de los anclajes, se calcula para absorber el cortante que origina la fuerza horizontal de fricción en dicho apoyo.

Para calcular el espesor de las placas de apoyo, se tiene que tener en cuenta que éstas deben resistir la presión y el cortante originado por máxima reacción del apoyo, para tal fin se considera que las placas actúan como un doble voladizo en su eje y con una reacción igual a la máxima reacción, en el apoyo correspondiente. Las dimensiones del neopreno que se colocará, serán las mismas que las calculadas para las placas de acero, para el espesor se podrán utilizar de 1". (Según Ing. R. Becerra S.- UNC).

CAPITULO III

METODOLOGÍA Y PROCEDIMIENTO

3.1 LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO

3.1.1 RECONOCIMIENTO DE LA ZONA EN ESTUDIO

El lugar donde se ubicará el puente está ya definido, debido a la existencia de la carretera y al cruce de ésta con el cauce natural. Se observó que el puente se ubicará en la parte baja de la cuenca, además que el eje de la carretera es perpendicular al del río y se requiere el diseño de un puente perpendicular de una longitud de 16 m, para lo cual es necesario diseñar adecuadamente las alas del estribo.

Luego del reconocimiento se concluyó que:

- Longitud libre del puente será 16.00 m.
- El puente será perpendicular al eje de la carretera y de concreto armado.
- Existe problemas de sedimentación en esta parte del cauce.

3.1.2 TRABAJO DE GABINETE

Se realizó el procesamiento de los datos obtenidos del levantamiento topográfico y el dibujo del plano topográfico, a continuación presento de una forma resumida los datos de campo y su procesamiento.

Medición de los lados de la Poligonal (L): Para esto se usó el método de medición indirecta, consistente en medir los lados de la poligonal con ayuda del teodolito. Los datos obtenidos en campo, fueron procesados y se obtuvo lo siguiente:

CUADRO N° 3.1 LONGITUD DE LOS LADOS DE LA POLIGONAL

LADO	LONGITUD (m)
E1 - E2	80.70
E2 - E3	109.00

Cálculo de los ángulos de la poligonal: Se utilizó el método de repetición, se obtuvieron dos mediciones, luego se determinó el promedio de estas dos, obteniéndose así los ángulos de la poligonal, la medición de los ángulos se realizó en sentido horario estos son:

CUADRO N° 3.2 ÁNGULOS DE LA POLIGONAL

LADO	ÁNGULO
E1 - E2	68.58°
E2 - E3	321.11°

Cálculo de los azimut (Z): Con el teodolito en la estación E1 de la poligonal y utilizando la brújula se halló el azimut del primer lado que fue 68° 34' 48" con respecto al norte magnético. Conociendo los ángulos y el azimut de uno de los lados se procede a obtener los azimut de los demás lados de la poligonal. A continuación se presenta los azimut de la poligonal.

CUADRO N° 3.3 AZIMUTS DE LA POLIGONAL

LADO	ÁNGULO
E1 - E2	68.58°
E2 - E3	150.31°

Cálculo de las proyecciones de los lados de la poligonal: Obtenidos los valores de los lados y azimut, se procedió a calcular las proyecciones empleando las siguientes relaciones:

$$\text{Proyección norte} = L \cdot \cos(Z)$$

$$\text{Proyección este} = L \cdot \sin(Z)$$

CUADRO N° 3.4 PROYECCIONES DE LOS LADOS DE LA POLIGONAL

LADO	PROYECCIONES (m)	
	ESTE	NORTE
E1 - E2	75.12	29.47
E2 - E3	53.99	-94.69

Cálculo de las coordenadas de los vértices: Conociendo las proyecciones en ambos ejes y sabiendolas coordenadas para la primera estación E1 (773776.16, 9216148.02), se obtuvieron las coordenadas en cada uno de los vértices de la poligonal, a continuación se presentan las coordenadas de los vértices de la poligonal.

CUADRO N° 3.5 COORDENADAS DE LOS VÉRTICES DE LA POLIGONAL

ESTACIÓN	COORDENADAS (m)	
	ESTE	NORTE
E1	773776.16	9216148.02
E2	773851.33	9216177.50
E3	773797.36	9216082.83

Cálculo de las cotas definitivas de los vértices: Conociendo la cota de la primera estación (2900.00), en base a los datos de campo como distancia, ángulo vertical, altura de instrumento y lecturas sobre la mira se llegan a determinar las cotas de las demás estaciones.

CUADRO N° 3.6 COTAS DE LOS VÉRTICES DE LA POLIGONAL

ESTACIÓN	COTA (m.s.n.m.)
E1	2900.00
E2	2904.50
E3	2900.50

Elección de la escala del plano topográfico: Las normas peruanas facultan al proyectista la opción de escoger la escala para estudios especiales, utilizare una escala funcional de 1:200, 1: 1000 y 1:500; esto con el fin de poder presentar el puente y los accesos al mismo.

Elección de la equidistancia (E): Del plano topográfico se pudo determinar que la topografía a la que pertenecía la zona es ondulada, puesto que el ángulo respecto a la horizontal del terreno varía entre 10° a 20°. Para esta clasificación se recomienda una equidistancia de 1.00 m.

3.1.3 DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD DE TRÁFICO

Para ésta determinación, se procedió a contar en forma directa el número de vehículos por día que transitan por la carretera, éste conteo se realizó durante 6 días entre las 8:00 a.m. y las 5:00 p.m. cuyas observaciones se presenta en el cuadro siguiente.

CUADRO N° 3.7 DENSIDAD DE TRÁFICO

VEHICULO	DIA 1	DIA 2	DIA 3	DIA 4	DIA 5	DIA 6
Camión C2	4	5	4	6	6	5
Camión C3	2	1	2	2	1	2
Camioneta	6	5	2	5	4	4
Combis y autos	5	4	4	2	6	3
TOTAL (veh/día)	17	15	12	15	17	14
PROMEDIO	15veh/día					

De los resultados de conteo vehicular se deduce que la carretera es transitada por vehículos pesados con poca frecuencia. El índice medio diario es $IMD = 15\text{veh/día}$. Por lo tanto, según las NPDC, se trata de una carretera de 3era categoría, perteneciente al sistema vecinal.

Como la zona es altamente agrícola, y previendo un gran ascenso en este campo, tomaré para el diseño del presente proyecto un tren de cargas tipo H20-S16.

3.2 ESTUDIO DE SUELOS Y CANTERAS

3.2.1 DESCRIPCIÓN GEOLÓGICA DE LA ZONA EN ESTUDIO

GEOMORFOLOGÍA

La cuenca colectora, tiene sus máximas altitudes en los cerros Quinuamayo (4000 m.s.n.m.), y Llanomayo (3600 m.s.n.m.), éstos conforman entre sus faldas el cauce principal del Río Grande; los cauces principales de la cuenca son las quebradas Callejón, Corral Blanca y Encajón, las cuales discurren sus aguas hacia el río Grande.

La pendiente de la cuenca es pronunciada lo que permite la erosión de los suelos, pero principalmente erosión de los taludes de los cauces, materiales que son depositados en la parte baja de la cuenca generando problemas de sedimentación.

En lo referente a la cobertura vegetal, podemos decir que, está compuesta por zonas de pastos y cultivos, además en los taludes de las quebradas, la existencia de árboles y vegetación menor, todo esto de la cuenca media hacia la parte baja, La parte alta de la cuenca se encuentra libre de vegetación.

ESTRATIGRAFÍA

El área que enmarca al Proyecto, se sitúa dentro de la faja volcánica Cretácea- Terciaria de los Andes del Perú, Sector Norte y con un alineamiento andino NW - SE. Litológicamente, estos volcánicos corresponden a tufos riolíticos e ignimbritasandesíticas, en general instruidas por rocas componentes del Batolito de la Costa y por Domo Plio-Pleistocénicos.

Los volcánicos en la región se sistematizan en las formaciones Porculla y Llama, las cuales se correlacionan litoestratigráficamente con el Grupo Calipuy. Se emplazan además sobreyaciendo a las formaciones de rocas volcánicas sistematizadas como volcánicos Huambos.

Depósitos Clásticos Cuaternarios: En esta zona se tiene dos tipos de depósitos, los aluviales y los fluviales.

Depósitos Aluviales.- En el lugar de emplazamiento del puente, yace sobre la formaciones aluviales, desde el pie del cerro callejón, éstos depósitos constituidos en su mayoría por rocas cuarcitas y areniscas, con una matriz areno-arcillosa, presentan formas subredondeadas y de diferentes tamaños, debido al poco transporte que estos han tenido.

Depósitos Fluviales.- Estos depósitos se presentan en el lecho del río Grande, así también en las terrazas dejadas por el río, la litología de estos depósitos es variada en la cual se encuentran cuarcitas, areniscas, dacitas, andesitas, calizas, etc. y esta conformada por los materiales como grava, hormigón, arena y piedra.

3.2.2 ESTUDIO DE CANTERAS

La cantera apropiada, por su cercanía y por la calidad de los materiales, es la del río Grande, dicha cantera está constituida por materiales de agregado fino (arena) y agregado grueso (grava y cantos rodados). Para la extracción y transporte del material, existe accesibilidad mediante la trocha carrozable. En el trayecto de la carretera asfaltada Cajamarca- Callejón existen 03 canteras en la actualidad, las cuales extraen material del Río Grande y Río Mashcón.

3.2.3 ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS

Por los requerimientos de cimentación, que exige una estructura como un puente, las deducciones respecto a las condiciones estáticas y dinámicas del suelo, sobre el cual se ubicará la estructura, exigen hacer un estudio in situ y en laboratorio del mismo, el cual se inicio con excavación de dos calicatas de 3.50 m de profundidad, sin llegar a encontrarse napa freática. Los ensayos de laboratorio se realizaron con la finalidad de identificación y clasificación de los suelos para determinar su capacidad portante.

A. CONTENIDO DE HUMEDAD

**CUADRO N° 3.8 DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL
CALICATA 1**

CALICATA	ESTRATO	
	E1	E2
C1		
W tara (g)	29.30	28.60
Wt + M. Húmeda (g)	341.50	283.90
Wt + M. Seca (g)	297.90	231.10
W agua (g)	43.60	52.80
W M. Seca (g)	268.60	202.50
W (%)	16.23	26.07

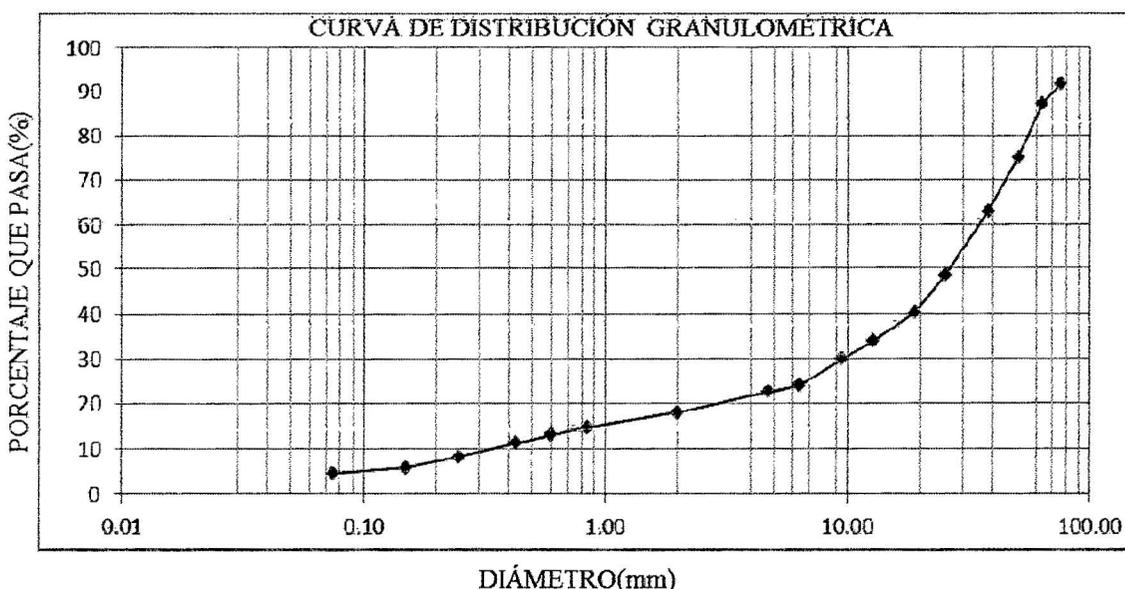
**CUADRO N° 3.9 DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL
CALICATA 2**

CALICATA	ESTRATO	
	E1	E2
C2		
W tara (g)	28.90	28.50
Wt + M. Húmeda (g)	317.50	262.90
Wt + M. Seca (g)	277.56	215.10
W agua (g)	39.94	47.80
W M. Seca (g)	248.66	186.60
W (%)	16.06	25.62

B. ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

CUADRO N° 3.10 ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE LA CALICATA 1 - ESTRATO 1

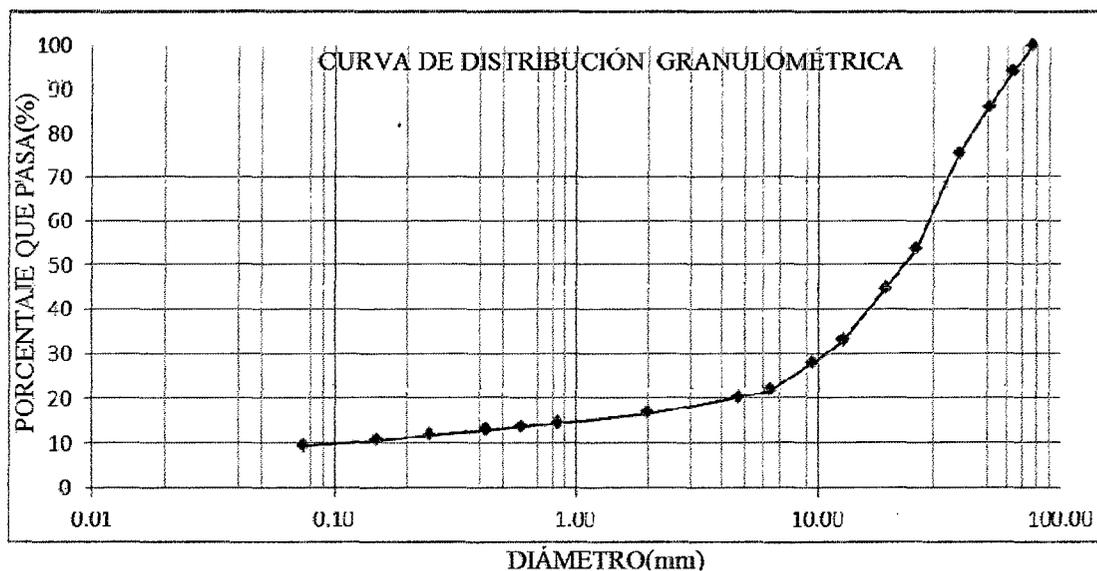
CALICATA: C1		ESTRATO: E1				PROFUNDIDAD 2.00m.	
Peso de muestra seca inicial (Ws)		9000.00 gr.					
N°	TAMIZ	PRP (gr)	%RP	%RA	% QUE PASA PASA	PORCENTAJE QUE PASA MALLA N° 200	
	ABERTURA (mm)						
3"	76.200	731.00	8.12	8.12	91.88	Peso seco + tara (gr)	9143.00
2 ½"	63.500	414.00	4.60	12.72	87.28	Peso seco lav.+ tara (gr)	8738.64
2"	50.800	1096.00	12.18	24.90	75.10	Peso tara (gr)	143.00
1 ½"	38.100	1098.00	12.20	37.10	62.90	Peso seco Ws (gr)	9000.00
1"	25.400	1286.00	14.29	51.39	48.61	Peso seco lavado (gr)	8595.64
¾"	19.050	752.00	8.36	59.74	40.26	Pérdida de peso (gr)	404.36
½"	12.700	578.00	6.42	66.17	33.83	% QUE PASA MALLA N° 200	
3/8"	9.500	355.00	3.94	70.11	29.89	4.49	
¼"	6.350	522.00	5.80	75.91	24.09	GRAVA	GRUESA 3" - ¾"
N° 4	4.750	118.00	1.31	77.22	22.78		FINA ¾" - N° 4
N° 10	2.000	417.17	4.64	81.86	18.14	ARENA	GRUESA N° 4 - N° 10
N° 20	0.850	296.73	3.30	85.15	14.85		MEDIA N° 10 - N° 40
N° 30	0.600	155.80	1.73	86.89	13.11		FINA N° 40 - N° 200
N° 40	0.425	161.44	1.79	88.68	11.32	LIMO Y ARCILLA < N° 200	
N° 60	0.250	279.83	3.11	91.79	8.21	D ₁₀ = 0.32	
N° 100	0.150	204.49	2.27	94.06	5.94	D ₃₀ = 9.50	
N° 200	0.075	130.18	1.45	95.51	4.49	D ₆₀ = 33.00	
PÉRDIDA POR LAVADO		404.36	4.49	100.00	0.00	Cu = 103.13	
TOTAL		9000.00 gr.				Cc = 8.55	



Observaciones: La muestra en estudio ha sido clasificada utilizando el método S.U.C.S. y corresponde a una Grava limpia mal graduada (GP), grava de T.M. 3".

CUADRO N° 3.11 ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE LA CALICATA 1 – ESTRATO 2

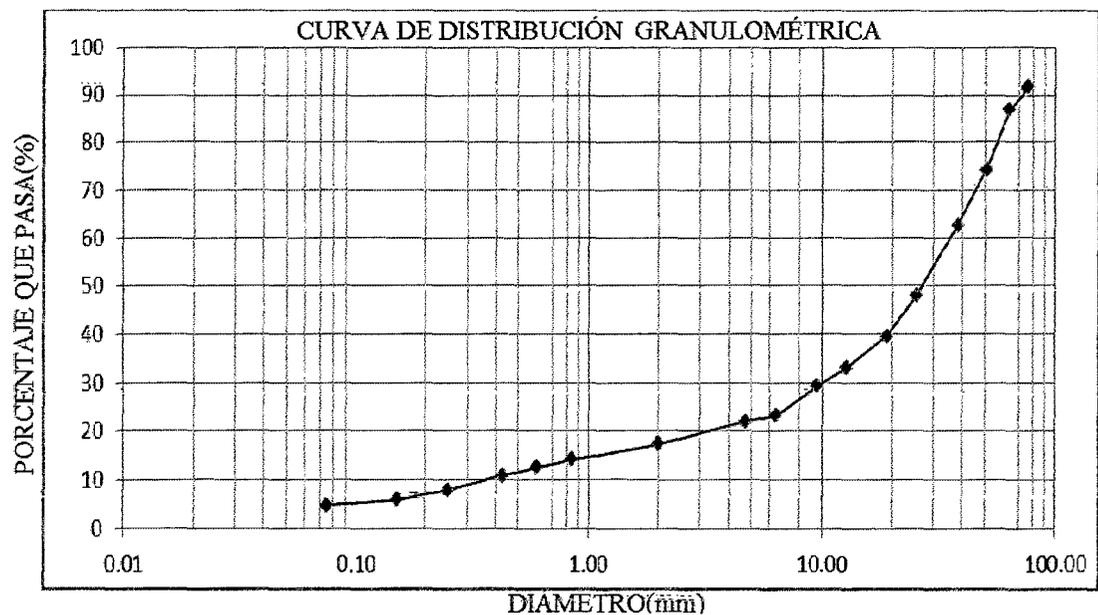
CALICATA: C1			ESTRATO: E2			PROFUNDIDAD		
Peso de muestra seca inicial (Ws)			9000.00 gr.			3.50 m.		
TAMIZ		PRP (gr)	%RP	%RA	% QUE PASA	PORCENTAJE QUE PASA MALLA N° 200		
N°	ABERTURA (mm)							
3"	76.200	0.00	0.00	0.00	100.00	Peso seco + tara (gr)	9143.00	
2 ½"	63.500	517.00	5.74	5.74	94.26	Peso seco lav.+ tara (gr)	8307.25	
2"	50.800	744.00	8.27	14.01	85.99	Peso tara (gr)	143.00	
1 ½"	38.100	951.00	10.57	24.58	75.42	Peso seco Ws (gr)	9000.00	
1"	25.400	1963.00	21.81	46.39	53.61	Peso seco lavado (gr)	8164.26	
¾"	19.050	810.00	9.00	55.39	44.61	Pérdida de peso (gr)	835.74	
½"	12.700	1065.00	11.83	67.22	32.78	% QUE PASA MALLA N° 200	9.29	
3/8"	9.500	436.00	4.84	72.07	27.93			
¼"	6.350	568.00	6.31	78.38	21.62	GRAVA	GRUESA	3" - ¾"
N° 4	4.750	126.00	1.40	79.78	20.22		FINA	¾" - N° 4
N° 10	2.000	325.05	3.61	83.39	16.61	ARENA	GRUESA	N° 4 - N° 10
N° 20	0.850	205.66	2.29	85.67	14.33		MEDIA	N° 10 - N° 40
N° 30	0.600	69.89	0.78	86.45	13.55		FINA	N° 40 - N° 200
N° 40	0.425	62.97	0.70	87.15	12.85	LIMO Y ARCILLA		< N° 200
N° 60	0.250	106.29	1.18	88.33	11.67	D ₁₀ = 0.10		
N° 100	0.150	103.38	1.15	89.48	10.52	D ₃₀ = 10.50		
N° 200	0.075	111.02	1.23	90.71	9.29	D ₆₀ = 26.00		
PÉRDIDA POR LAVADO		835.74	9.29	100.00	0.00	Cu = 260.00		
TOTAL		9000.00 gr.				Cc = 42.40		



Observaciones: La muestra en estudio ha sido clasificada utilizando el método S.U.C.S. y corresponde a una Grava mal graduada con arcilla (GP-GC), grava de T.M. 3".

CUADRO N° 3.12 ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE LA CALICATA 2 – ESTRATO 1

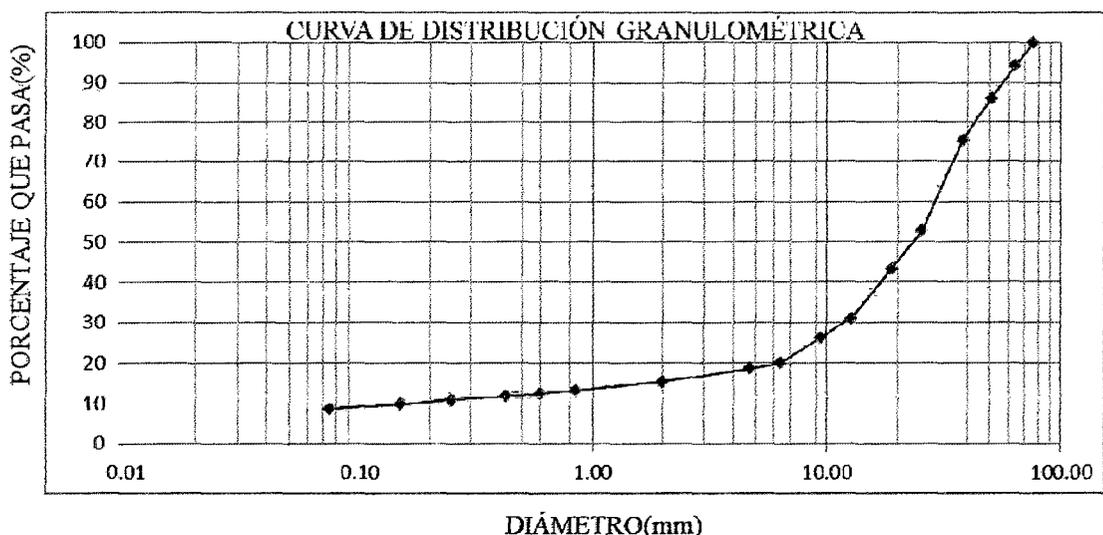
CALICATA: C2		ESTRATO: E1				PROFUNDIDAD 2.00 m.	
Peso de muestra seca inicial (Ws)		8500.00 gr.					
N°	TAMIZ	PRP (gr)	%RP	%RA	% QUE PASA PASA	PORCENTAJE QUE PASA MALLA N° 200	
	ABERTURA (mm)					GRUESA	FINA
3"	76.200	705.00	8.29	8.29	91.71	Peso seco + tara (gr)	8639.00
2 ½"	63.500	413.50	4.86	13.16	86.84	Peso seco lav.+ tara (gr)	8233.35
2"	50.800	1065.00	12.53	25.69	74.31	Peso tara (gr)	139.00
1 ½"	38.100	998.00	11.74	37.43	62.57	Peso seco Ws (gr)	8500.00
1"	25.400	1232.00	14.49	51.92	48.08	Peso seco lavado (gr)	8094.35
¾"	19.050	726.50	8.55	60.47	39.53	Pérdida de peso (gr)	405.65
½"	12.700	545.00	6.41	66.88	33.12	% QUE PASA MALLA N° 200	
3/8"	9.500	320.25	3.77	70.65	29.35	4.77	
¼"	6.350	515.00	6.06	76.71	23.29	GRAVA	3" - ¾"
N° 4	4.750	108.00	1.27	77.98	22.02		¾" - N° 4
N° 10	2.000	395.10	4.65	82.63	17.37	ARENA	N° 4 - N° 10
N° 20	0.850	268.20	3.16	85.78	14.22		N° 10 - N° 40
N° 30	0.600	135.80	1.60	87.38	12.62		N° 40 - N° 200
N° 40	0.425	141.25	1.66	89.04	10.96	LIMO Y ARCILLA	
N° 60	0.250	250.32	2.94	91.99	8.01	D ₁₀ = 0.35	
N° 100	0.150	175.25	2.06	94.05	5.95	D ₃₀ = 10.00	
N° 200	0.075	100.18	1.18	95.23	4.77	D ₆₀ = 35.00	
PÉRDIDA POR LAVADO		405.65	4.77	100.00	0.00	Cu = 100.00	
TOTAL		8500.00	gr.			Cc = 8.16	



Observaciones: La muestra en estudio ha sido clasificada utilizando el método S.U.C.S. y corresponde a una Grava limpia (GP), grava de T.M. 3".

CUADRO N° 3.13 ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE LA CALICATA 2 - ESTRATO 2

CALICATA: C2		ESTRATO: E 2				PROFUNDIDAD	
Peso de muestra seca inicial (Ws)		8500.00 gr.				3.50 m.	
TAMIZ		PRP (gr.)	%RP	%RA	% QUE PASA PASA	PORCENTAJE QUE PASA MALLA N° 200	
N°	ABERTURA (mm)					GRAVA	ARENA
3"	76.200	0.00	0.00	0.00	100.00	Peso seco + tara (gr)	8639.00
2 ½"	63.500	487.60	5.74	5.74	94.26	Peso seco lav.+ tara (gr)	7889.29
2"	50.800	709.20	8.34	14.08	85.92	Peso tara (gr)	139.00
1 ½"	38.100	901.00	10.60	24.68	75.32	Peso seco Ws (gr)	8500.00
1"	25.400	1918.20	22.57	47.25	52.75	Peso seco lavado (gr)	7750.29
¾"	19.050	810.00	9.53	56.78	43.22	Pérdida de peso (gr)	749.71
½"	12.700	1033.00	12.15	68.93	31.07	% QUE PASA MALLA N° 200	
3/8"	9.500	406.00	4.78	73.71	26.29	8.82	
¼"	6.350	526.00	6.19	79.89	20.11		
N° 4	4.750	120.30	1.42	81.31	18.69	GRUESA	3" - ¾"
N° 10	2.000	279.10	3.28	84.59	15.41	FINA	¾" - N° 4
N° 20	0.850	180.36	2.12	86.71	13.29	GRUESA	N° 4 - N° 10
N° 30	0.600	64.36	0.76	87.47	12.53	MEDIA	N° 10 - N° 40
N° 40	0.425	57.25	0.67	88.15	11.85	FINA	N° 40 - N° 200
N° 60	0.250	78.29	0.92	89.07	10.93	LIMO Y ARCILLA	
N° 100	0.150	85.38	1.00	90.07	9.93	D ₁₀ = 0.15	
N° 200	0.075	94.25	1.11	91.18	8.82	D ₃₀ = 12.00	
PÉRDIDA POR LAVADO		749.71	8.82	100.00	0.00	D ₆₀ = 28.00	
TOTAL		8500.00 gr.				Cu = 186.67	
						Cc = 34.29	

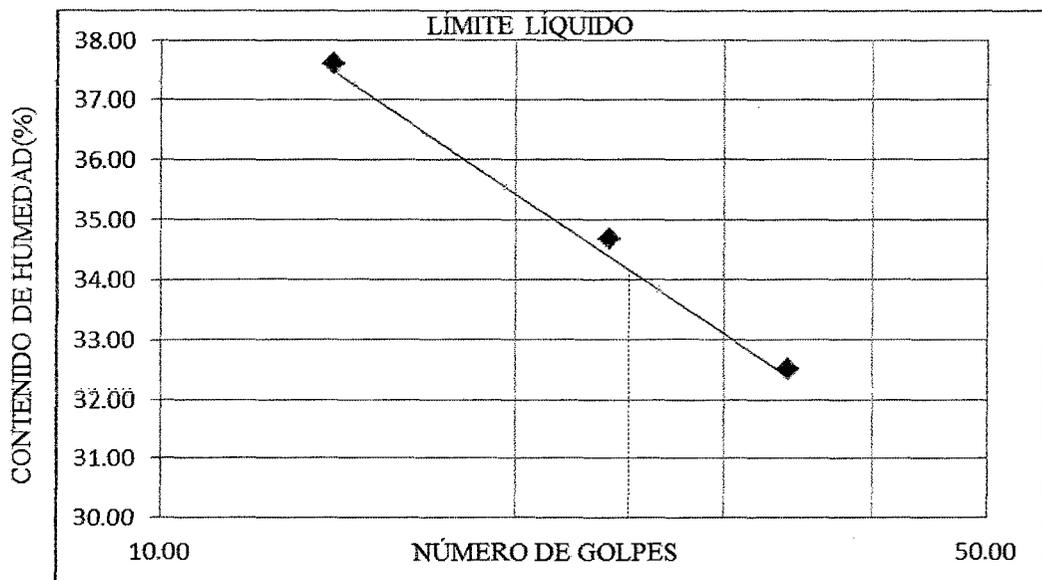


Observaciones: La muestra en estudio ha sido clasificada utilizando el método S.U.C.S. y corresponde a una Grava bien graduada con arcilla (GP-GC), grava de T.M. 3".

C. PLASTICIDAD DE LOS SUELOS.

CUADRO N° 3.14 LÍMITE LÍQUIDO Y LÍMITE PLÁSTICO DE CALICATA 1- ESTRATO 1

CALICATA: C1			ESTRATO: E1			PROFUNDIDAD: 2.00 m.		
LÍMITE LÍQUIDO (LL)				LÍMITE PLÁSTICO (LP)				
TARA N°	1	2	3	TARA N°	1	2		
W tara (gr)	27.90	26.00	26.70	W tara (gr)	26.30	26.40		
Wt + M. Húmeda (gr)	42.90	42.70	42.60	Wt + M. Húmeda (gr)	32.20	32.70		
Wt + M. Seca (gr)	38.80	38.40	38.70	Wt + M. Seca (gr)	31.10	31.50		
W agua (gr)	4.10	4.30	3.90	W agua (gr)	1.10	1.20		
W M. Seca (gr)	10.90	12.40	12.00	W M. Seca (gr)	4.80	5.10		
W (%)	37.61	34.68	32.50	W (%)	22.92	23.53		
N° Golpes	14	24	34	LP	23.22 %			

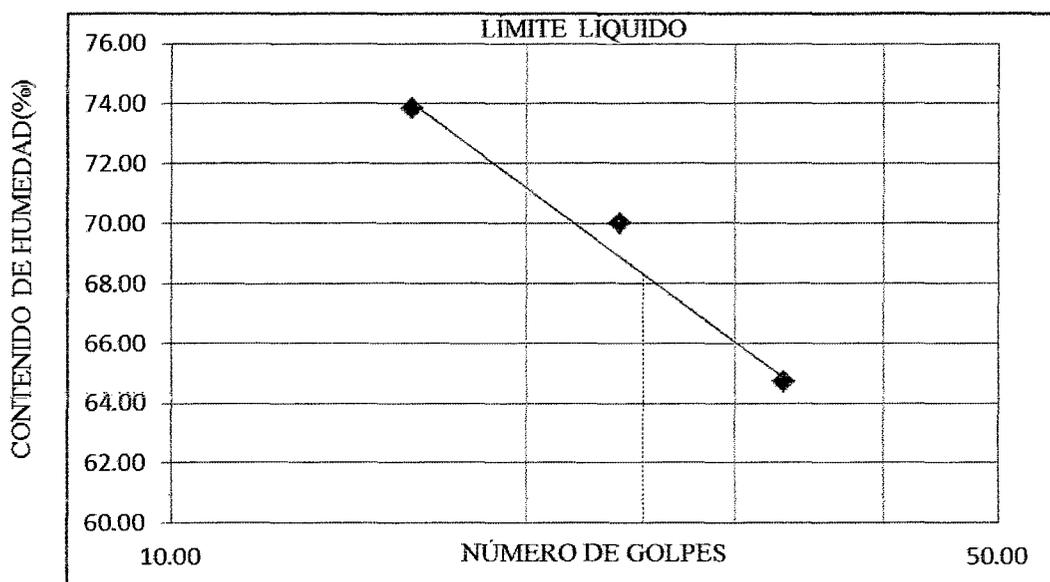


TEMPERATURA DE SECADO	110 °C
AGUA USADA	POTABLE

LÍMITE LÍQUIDO	34.00%
LÍMITE PLÁSTICO	23.22%
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	10.78%

CUADRO N° 3.15 LÍMITE LÍQUIDO Y LÍMITE PLÁSTICO DE CALICATA 1- ESTRATO 2

CALICATA: C1			ESTRATO: E2			PROFUNDIDAD: 3.50 m.		
LÍMITE LÍQUIDO (LL)				LÍMITE PLÁSTICO (LP)				
TARA N°	1	2	3	TARA N°	1	2		
W tara (gr)	26.40	29.40	27.50	W tara (gr)	25.50	26.40		
Wt + M. Húmeda (gr)	41.70	43.00	41.50	Wt + M. Húmeda (gr)	31.70	33.30		
Wt + M. Seca (gr)	35.20	37.40	36.00	Wt + M. Seca (gr)	29.90	31.30		
W agua (gr)	6.50	5.60	5.50	W agua (gr)	1.80	2.00		
W M. Seca (gr)	8.80	8.00	8.50	W M. Seca (gr)	4.40	4.90		
W (%)	73.86	70.00	64.71	W (%)	40.91	40.82		
N° Golpes	16	24	33	LP	40.86 %			



TEMPERATURA DE SECADO	110 °C
AGUA USADA	POTABLE

LÍMITE LÍQUIDO	68.00%
LÍMITE PLÁSTICO	40.86%
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	27.14%

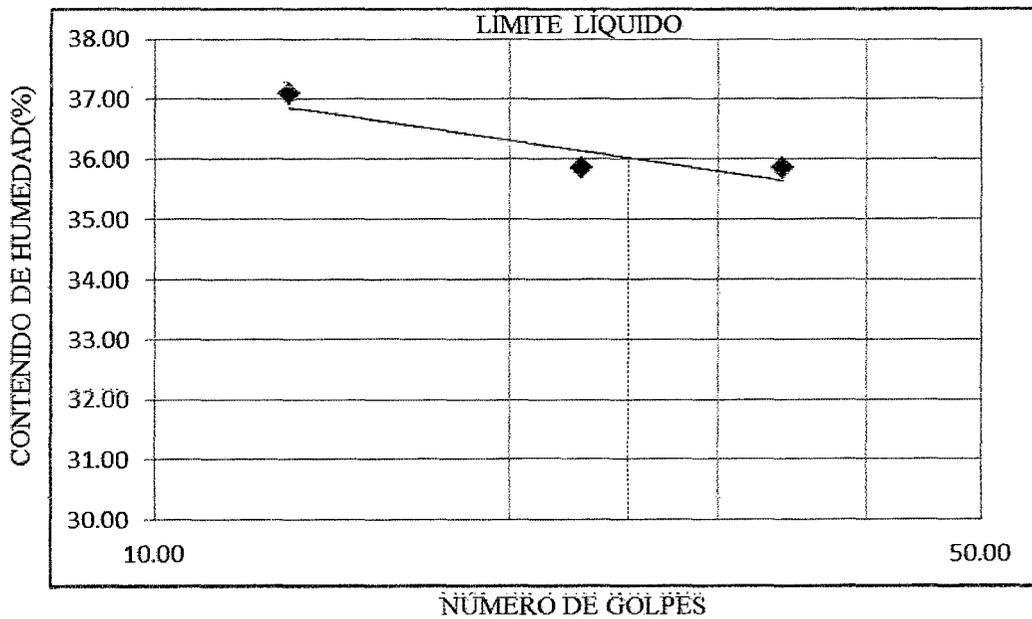
UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
FACULTAD DE INGENIERIA

ESCUELA ACADEMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

PROYECTO DEL PUENTE "EL TINGO" SOBRE EL RÍO GRANDE CARRETERA LLUSHCAPAMPA BAJA - EL ALISO

CUADRO N° 3.16 LÍMITE LÍQUIDO Y LÍMITE PLÁSTICO DE CALICATA 2- ESTRATO 1

CALICATA: C2			ESTRATO: E1			PROFUNDIDAD: 2.00 m.		
LÍMITE LÍQUIDO (LL)				LÍMITE PLÁSTICO (LP)				
TARA N°	1	2	3	TARA N°	1	2		
W tara (gr)	28.80	28.20	27.30	W tara (gr)	27.30	27.10		
Wt + M. Húmeda (gr)	37.30	35.40	34.50	Wt + M. Húmeda (gr)	32.20	32.60		
Wt + M. Seca (gr)	35.00	33.50	32.60	Wt + M. Seca (gr)	31.30	31.60		
W agua (gr)	2.30	1.90	1.90	W agua (gr)	0.90	1.00		
W M. Seca (gr)	6.20	5.30	5.30	W M. Seca (gr)	4.00	4.50		
W (%)	37.10	35.85	35.85	W (%)	22.50	22.22		
N° Golpes	13	23	34	LP	22.36 %			

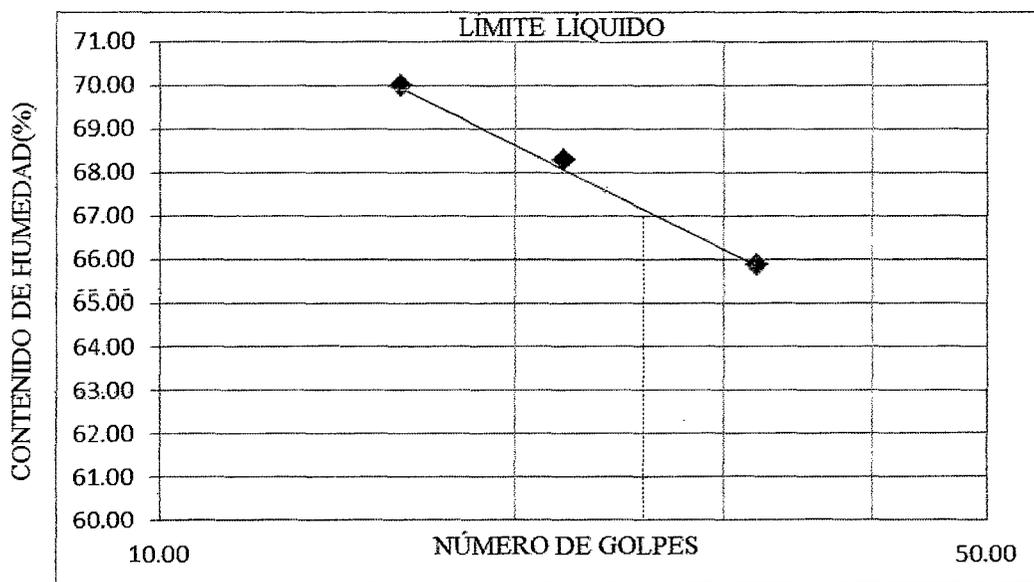


TEMPERATURA DE SECADO	110 °C
AGUA USADA	POTABLE

LÍMITE LÍQUIDO	36.10%
LÍMITE PLÁSTICO	22.36%
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	13.74%

CUADRO N° 3.17 LÍMITE LÍQUIDO Y LÍMITE PLÁSTICO DE CALICATA 2 - ESTRATO 2

CALICATA: C2			ESTRATO: E2			PROFUNDIDAD: 3.50 m.		
LÍMITE LÍQUIDO (LL)				LÍMITE PLÁSTICO (LP)				
TARA N°	1	2	3	TARA N°	1	2		
W tara (gr)	26.20	29.30	27.50	W tara (gr)	25.40	25.20		
Wt + M. Húmeda (gr)	41.50	43.10	41.60	Wt + M. Húmeda (gr)	31.50	32.20		
Wt + M. Seca (gr)	35.20	37.50	36.00	Wt + M. Seca (gr)	29.90	30.40		
W agua (gr)	6.30	5.60	5.60	W agua (gr)	1.60	1.80		
W M. Seca (gr)	9.00	8.20	8.50	W M. Seca (gr)	4.50	5.20		
W (%)	70.00	68.29	65.88	W (%)	35.56	34.62		
N° Golpes	16	22	32	LP	35.09 %			



TEMPERATURA DE SECADO	110 °C
AGUA USADA	POTABLE

LÍMITE LÍQUIDO	67.00%
LÍMITE PLÁSTICO	35.09%
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	31.91%

D. PESO ESPECÍFICO.

CUADRO N° 3.18 PESO ESPECÍFICO DE ARENA GRUESA Y GRAVA CALICATA 1 – ESTRATO 1 y 2

CALICATA	E1		E2	
	PROFUNDIDAD: 2.00m		PROFUNDIDAD: 3.50m	
C1	M1	M2	M1	M2
Waire (g)	129.12	157.07	92.25	169.35
Wmsumergida	78.09	95.77	52.28	97.28
γ_s (g/cm ³)	2.53	2.56	2.31	2.35
γ_s (g/cm ³)	2.55		2.33	

CUADRO N° 3.19 PESO ESPECÍFICO DE ARENA GRUESA Y GRAVA CALICATA 2 – ESTRATO 1 y 2

CALICATA	E1		E2	
	PROFUNDIDAD: 2.00m		PROFUNDIDAD: 3.50m	
C2	M1	M2	M1	M2
Waire (g)	127.64	145.10	105.30	158.20
Wmsumergida	76.32	89.00	52.70	96.00
γ_s (g/cm ³)	2.49	2.59	2.00	2.54
γ_s (g/cm ³)	2.54		2.27	

CUADRO N° 3.20 PESO ESPECÍFICO DE MATERIAL FINO CALICATA 1 – ESTRATO 1

CALICATA	ESTRATO	
	E1	
C1	M1	M2
Wms (gr)	100.00	100.00
Wfw(gr)	649.00	649.00
Wfws(gr)	710.00	709.00
γ_s (gr/cm ³)	2.56	2.50
γ_s (gr/cm ³)	2.53	

**CUADRO N° 3.21 PESO ESPECÍFICO DE MATERIAL FINO
CALICATA 1 – ESTRATO 2**

CALICATA	ESTRATO	
C1	E2	
	M1	M2
Wms (gr)	85.00	85.00
Wfw(gr)	634.00	634.00
Wfws(gr)	685.00	686.00
γ_s (gr/cm ³)	2.50	2.58
γ_s (gr/cm ³)	2.54	

E. PESO ESPECÍFICO APARENTE (γ_m)

CUADRO N° 3.22 PESO VOLUMÉTRICO DE MATERIAL FINO

CALICATA 1

CALICATA	ESTRATO	
C1	E1	E2
W cilindro (gr)	257.60	262.40
Wc + M. Húmeda (gr)	469.20	470.60
W M. Húmeda (gr)	211.60	208.20
Vol. cilindro (cm ³)	114.99	110.84
γ_m (gr/cm ³)	1.84	1.88

**CUADRO N° 3.23 PESO VOLUMÉTRICO DE MATERIAL FINO
CALICATA 2**

CALICATA	ESTRATO	
C2	E1	E2
W cilindro (gr)	256.10	257.40
Wc + M. Húmeda (gr)	472.90	469.00
W M. Húmeda (gr)	216.80	211.60
Vol. cilindro (cm ³)	114.99	110.84
γ_m (gr/cm ³)	1.89	1.91

F. CLASIFICACIÓN DE SUELOS

La clasificación de suelos, se realiza con la ayuda del cuadro resumen, de las principales características de los diferentes estratos, de cada calicata, en este cuadro se sintetiza las características que permite realizar, la clasificación de los suelos mediante el método S.U.C.S.

CUADRO N° 3.24 RESUMEN DE RESULTADOS Y CLASIFICACIÓN DE SUELOS

CALICATA	ESTRATO	PROF. (m)	GRANULOMETRÍA				LÍMITES DE ATERBERG			W (%)	γ_m (gr/cm ³)	γ_s (gr/cm ³)	CLASIFICACION S.U.C.S
			% QUE PASA TAMIZ N° 200	% QUE PASA TAMIZ N° 4	Cu	Cc	LL (%)	LP (%)	IP (%)				
C1	E1	2.00	4.49	22.78	103.13	8.55	34.00	23.22	10.78	16.23	1.84	2.55	GP
	E2	3.50	9.29	20.22	260.00	42.40	68.00	40.86	27.14	26.07	1.88	2.33	GP-GC
C2	E1	2.00	4.77	22.02	100.00	8.16	36.10	22.36	13.74	16.06	1.89	2.54	GP
	E2	3.50	8.82	18.69	186.67	34.29	67.00	35.09	31.91	25.62	1.91	2.27	GP-GC

GP: Grava bien graduada con limo y arena.

GP- GC: Arena arcillosa con grava.

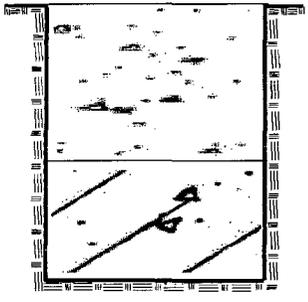
G. CÁLCULO DE LA RESISTENCIA DEL TERRENO

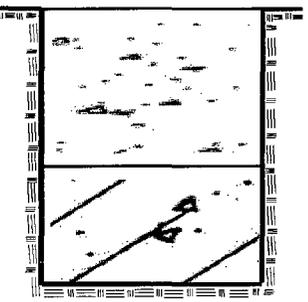
Para cimentaciones rectangulares ($0 < B/L < 1$) la ecuación general de capacidad de carga que se aplica es la N° 2.7 y las formulas para determinar los diversos factores de la ecuación anterior están descritas en la tabla (2.6).

CARGA ADMISIBLE.- También conocida como Presión de Trabajo o Presión de Diseño, y se calcula con la ecuación N° 2.8, considerando 3.5 como factor de seguridad.

CUADRO N° 3.25 CÁLCULO DE LA CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO

PARÁMETROS CONOCIDOS	
CLASIFICACIÓN S.U.C.S.:	SC
ÁNGULO DE FRICCIÓN INTERNA (ϕ):	28 (grados)
COHESIÓN (C):	0 (kg/cm ²)
PESO VOLUMÉTRICO (γ_m):	1.84 (gr/cm ³)
PROF. DE CIMENTACIÓN (Df):	200.00 cm.
ANCHO DE CIMENTACIÓN (B):	380.00 cm.
LONGITUD DE CIMENTACIÓN (L):	550.00 cm.
FACTORES DE CAPACIDAD DE CARGA	FACTORES DE FORMA
N _c = 25.80	F _{cs} = 1.39
N _q = 14.72	F _{qs} = 1.37
N _γ = 16.72	F _{γs} = 0.82
FACTORES DE PROFUNDIDAD	FACTORES DE INCLINACIÓN DE CARGA
F _{cd} = 1.21	F _{ci} = 1.00
F _{qd} = 1.16	F _{qi} = 1.00
F _{γd} = 1.00	F _{γi} = 1.00
$q_u = C \cdot N_c \cdot F_{cs} \cdot F_{cd} \cdot F_{ci} + \gamma_m \cdot D_f \cdot N_q \cdot F_{qs} \cdot F_{qd} \cdot F_{qi} + \frac{1}{2} \gamma_m \cdot B \cdot N_w \cdot F_{\gamma s} \cdot F_{\gamma d} \cdot F_{\gamma i}$ (kg/cm ²)	
$q_u = 12.80$ kg/cm ² F.S = 3.50 $q_a = 3.66$ kg/cm ²	

PERFIL ESTRATIFRÁFICO- CALICATA C - 1		
Profundidad (m)	Tipo de suelo (SUCS)	Descripción del suelo (margen derecha del río)
		0.00
	GP	Grava limpia mal graduada, plasticidad media, húmedo a saturado, color predominante naranja, con partícula angulosas, tamaño variado (duras)
		-2.00
	GP-GC	Grava arcillosa, plasticidad alta, húmedo a muy húmedo, y algunas partes saturado, color predominante naranja amarillento con partículas angulosas, tamaño variado (duras)
		-3.50

PERFIL ESTRATIFRÁFICO- CALICATA C - 2		
Profundidad (m)	Tipo de suelo (SUCS)	Descripción del suelo (margen izquierda del río)
		0.00
	GP	Grava limpia mal graduada, plasticidad media, húmedo a saturado, color predominante naranja, con partícula angulosas, tamaño variado (duras)
		-2.00
	GP-GC	Grava arcillosa, plasticidad alta, húmedo a muy húmedo, y algunas partes saturado, color predominante naranja amarillento con partículas angulosas, tamaño variado (duras)
		-3.50

3.3 ESTUDIO HIDROLÓGICO

3.3.1 PARÁMETROS GEOMORFOLÓGICOS

Para la determinación de los parámetros, se utilizó la Carta Nacional a escala de 1/25000.

Equidistancia de curvas: 200,00 m

ÁREA DE LA CUENCA (A):

CUADRO Nº 3.26 TABULACIÓN DE DATOS PARA OBTENCIÓN DEL ÁREA DE LA CUENCA

Intervalo de Cotas (m.s.n.m)		Diferencia de Cotas (m)	Área /Curv. (Km ²)
2900	3000	100	0,23
3000	3200	200	1,65
3200	3400	200	6,12
3400	3600	200	20,20
3600	3800	200	8,62
3800	4000	200	6,54
4000	4120	120	5,21
TOTAL			48,57

$$A = 48,57 \text{ Km}^2 \quad (\text{Microcuenca})$$

PERÍMETRO DE LA CUENCA (P)

$$P = 36,54 \text{ Km}$$

ÍNDICE DE COMPACIDAD (Kc)

$$Kc = 0.28 PA^{-1/2} \quad (\text{EC. 2.9})$$

Donde: P: perímetro de la cuenca (Km.)

A: área de la cuenca (Km²)

Reemplazando datos en la ecuación, N° 2.9 se obtiene:

$$Kc = 1.47 \text{ (Oval redonda a oval oblonga)}$$

LONGITUD DEL CAUSE PRINCIPAL (L)

CUADRO N° 3.27 TABULACIÓN DE DATOS PARA OBTENCIÓN DE LONGITUD Y PENDIENTE DEL CAUSE PRINCIPAL

LONGITUD DEL CAUSE PRINCIPAL		LONGITUD (Km.)	PENDIENTE (S %)	$\left(\frac{L_i^2}{S_i}\right)^{1/2}$
COTAS (m.s.n.m.)				
2900	3000	1,16	8,62	3,95
3000	3200	2,72	7,35	10,03
3200	3400	2,30	8,70	7,80
3400	3600	3,30	6,06	13,40
3600	3800	2,20	9,09	7,30
3800	4000	0,66	30,30	1,20
4000	4120	1,51	7,95	5,36
TOTAL		13,85	-	49,04

L = 13,85 Km

LONGITUD AL CENTROIDE (Lc)

1220

Lc = 6,70 Km

FACTOR DE FORMA (F)

Con la ecuación N° 2.10, se obtiene el siguiente valor:

$$F = \frac{A}{L^2} = \frac{B}{L} \quad (2.10)$$

Donde:

A: área de la microcuenca (Km²)

L: longitud del cauce principal (Km)

B: ancho promedio de la cuenca (Km)

Una cuenca con valor de F pequeño está sujeta a la ocurrencia de menores crecientes que otra de igual tamaño y con un valor de F mayor

F = 0,25

PENDIENTE DEL CAUSE PRINCIPAL (S)

Utilizando la ecuación N° 2.11

$$S = \left[\frac{\sum_{i=1}^n L_i}{\sum_{i=1}^n \left(\frac{L_i^2}{S_i}\right)^{1/2}} \right]^2$$

Donde:

Li = longitud de cada tramo de pendiente Si.

n = número de tramos en que se ha dividido el perfil del cauce.

S = 7,98%

PENDIENTE DE LADERAS (Sc)

CUADRO N° 3.28 TABULACIÓN DE DATOS PARA OBTENCIÓN DE LA PENDIENTE DE LA CUENCA

LONG. DE CURVAS DE NIVEL	
CURVA	LONG.(km.)
3000	2,46
3200	8,62
3400	15,17
3600	10,33
3800	8,96
4000	9,64
Total	55,1800

Reemplazando datos en la ecuación N° 2.12, se obtiene:

$$Sc = \frac{e \times \sum Li}{A} \quad (\text{EC. 2.12})$$

Donde:

Sc = pendiente de la cuenca

e = equidistancia entre curvas de nivel (Km).

Li = longitud parcial de cada curva de nivel donde está delimitada la Cuenca (Km).

A = área de la cuenca (Km²).

$$Sc = 22,72\%$$

TIEMPO DE CONCENTRACIÓN (Tc)

Con la ecuación N° 2.13, donde n = 0.20, se obtiene:

$$Tc = 0.606 \frac{Ln^{0.467}}{S^{0.234}} \quad n= 0,2$$

Donde

Tc : tiempo de concentración (hrs)

L : longitud del cauce principal (Km)

n : coeficiente que depende de la naturaleza del suelo

S : pendiente del cauce principal

$$Tc = 1,76 \text{ Hrs}$$

Por lo tanto: $Tc = 105 \text{ min.}$

ALTITUD MEDIA DE LA CUENCA (\bar{H})

Mediante la ecuación N° 2.15, se tiene:

$$\bar{H} = \frac{1}{A} \sum_{i=1}^n H_i \times A_i \quad (\text{EC. 2.15})$$

Donde:

\bar{H} = altitud media en m.s.n.m

H_i = altura media correspondiente al área A_i

A = área de la microcuenca

n = número de áreas parciales de la cuenca

Intervalo de Cotas (m.s.n.m)		Altura media H_i (msnm)	Área /Curv. (Km ²)
2900	3000	2950	0,23
3000	3200	3100	1,65
3200	3400	3300	6,12
3400	3600	3500	20,20
3600	3800	3700	8,62
3800	4000	3900	6,54
4000	4120	4060	5,21
TOTAL			48,57

$$\bar{H} = 3608.03 \text{ msnm.}$$

NÚMERO DE ORDEN DE LA CUENCA (N)

$$N = 2$$

CUADRO N° 3.29 RESUMEN DE PARÁMETROS GEOMORFOLÓGICOS

PARÁMETROS GEOMORFOLÓGICOS			
PARÁMETRO	SIMBOLO	CANTIDAD	UNIDAD
Área de la cuenca	A	48,57	Km ²
Perímetro de la cuenca	P	36,54	Km.
Coefficiente de compacidad	Kc	0,00	-
Longitud del cauce principal	L	13,85	Km.
Factor de forma	F	0,25	-
Pendiente del cauce principal	S	7,98	%
Pendiente de laderas	Sc	22,72	%
Tiempo de concentración	Tc	1,76	Hrs.
Altitud media de la cuenca	\bar{H}	3608	m.
Número de orden de la cuenca	N	2	-

3.3.1.1 ANÁLISIS DE LOS PARÁMETROS GEOMORFOLÓGICOS

El área de la cuenca hidrográfica delimitada para el presente proyecto posee un área de 48.57 Km², dicho valor de acuerdo a la clasificación de cuencas según su área, corresponde a una **microcuenca** ($A < 100 \text{ Km}^2$).

En cuanto a los índices morfométricos se tiene que la unidad hidrográfica en estudio posee una forma ovalada ($K_c = 1.47$) pues tiene un 47% de irregularidad con respecto a un círculo. Por su parte, del Factor de forma ($F = 0.25$) deducimos que la cuenca está sujeta a bajas crecientes.

La pendiente del cauce principal ($S = 7.98\%$) advierte un socavamiento relativamente bajo, pero que según nuestro estudio la socavación en el punto del proyecto es de 2.70 m. esto se debe a la poca cohesividad que presenta el suelo. También hay que agregar que debido a la pendiente el grado de respuesta hidrológica ante una tormenta es bajo.

La pendiente media de laderas (22.72%) sugiere una rápida velocidad de respuesta del agua que discurre de las laderas hacia el cauce principal, pero no así del recorrido del agua en el cauce principal ya que si observamos el tiempo de concentración ($T_c = 1.76 \text{ Hrs.}$) es relativamente mediano.

Respecto a los coeficientes de red hidrográfica, el número de orden de la cuenca ($N = 2$) nos indica una baja ramificación tal y cual se observa en el plano respectivo, es decir la cuenca en estudio presenta una red de drenaje poco densa.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

FACULTAD DE INGENIERIA

ESCUELA ACADEMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

PROYECTO DEL PUENTE "EL TINGO" SOBRE EL RÍO GRANDE CARRETERA LLUSHCAPAMPA BAJA - EL ALISO

3.3.2 MODELAMIENTO DE INTENSIDADES DE DISEÑO

CUADRO N° 3.30 INTENSIDADES DE LA ESTACIÓN FUENTE A. WEBERBAUER

Latitud	:07°10' (S)	Departamento: Cajamarca			
Longitud	:78°30' (W)	Provincia : Cajamarca			
Altitud	:2536 m.s.n.m	Distrito : Cajamarca			
Año	5 min	10 min	30 min	60 min	120 min
1977	117,96	70,14	30,78	18,30	10,88
1978	43,08	25,62	11,24	6,69	3,98
1979	81,60	48,48	21,28	12,65	7,52
1980	83,88	49,86	21,88	13,01	7,74
1981	114,48	68,04	29,86	17,76	10,56
1982	88,80	52,80	23,18	13,78	8,20
1983	86,76	51,60	22,64	13,46	8,01
1984	80,40	47,82	20,98	12,47	7,42
1985	57,72	34,32	15,04	8,95	5,32
1986	79,80	47,46	20,82	12,38	7,36
1987	70,80	42,06	18,46	10,98	6,53
1988	53,04	31,50	13,82	8,22	4,89
1989	87,36	51,96	22,80	13,55	8,06
1990	72,00	42,78	18,76	11,16	6,64
1991	86,52	51,42	22,56	13,42	7,98
1992	51,60	30,66	13,44	8,00	4,76
1993	65,52	39,00	17,10	10,17	6,05
1994	83,04	49,38	21,66	12,88	7,66
1995	60,00	35,70	15,66	9,31	5,54
1996	102,24	60,78	26,68	15,86	9,43
1997	80,40	47,82	20,98	12,47	7,42
1998	92,40	54,90	24,08	14,32	8,52
1999	113,04	67,20	29,48	17,53	10,43
2000	105,12	62,52	27,44	16,31	9,70
2001	82,20	48,84	21,42	12,74	7,58
2002	64,92	38,64	16,94	10,08	5,99
2003	60,60	36,00	15,80	9,40	5,59
2004	81,84	48,66	21,36	12,70	7,55
2005	58,80	34,98	15,34	9,13	5,43
2006	60,00	35,70	15,66	9,31	5,54
2007	74,04	43,98	19,30	11,48	6,83
2008	78,60	46,74	20,52	12,20	7,26
2009	64,68	38,46	16,86	10,03	5,97

Fuente: Proyecto Profesional "Proyecto de Ampliación y Reconstrucción del Puente Quitacalzón sobre la Quebrada Chilcos"

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

FACULTAD DE INGENIERIA

ESCUELA ACADEMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

PROYECTO DEL PUENTE "EL TINGO" SOBRE EL RÍO GRANDE CARRETERA LLUSHCAPAMPA BAJA - EL ALISO

CUADRO N° 3.31 TRANSFERENCIA DE INTENSIDADES A LA CUENCA DEL PROYECTO.

Utilizando la ecuación N° 2.16 y el cuadro N° 3.30

Altitud : 3608 m.s.n.m

(de la microcuenca)

Factor de transferencia = 1.42

Año	5 min	10 min	30 min	60 min	120 min
1977	167,8	99,8	43,8	26,0	15,5
1978	61,3	36,4	16,0	9,5	5,7
1979	116,1	69,0	30,3	18,0	10,7
1980	119,3	70,9	31,1	18,5	11,0
1981	162,9	96,8	42,5	25,3	15,0
1982	126,3	75,1	33,0	19,6	11,7
1983	123,4	73,4	32,2	19,1	11,4
1984	114,4	68,0	29,8	17,7	10,6
1985	82,1	48,8	21,4	12,7	7,6
1986	113,5	67,5	29,6	17,6	10,5
1987	100,7	59,8	26,3	15,6	9,3
1988	75,5	44,8	19,7	11,7	7,0
1989	124,3	73,9	32,4	19,3	11,5
1990	102,4	60,9	26,7	15,9	9,4
1991	123,1	73,2	32,1	19,1	11,4
1992	73,4	43,6	19,1	11,4	6,8
1993	93,2	55,5	24,3	14,5	8,6
1994	118,1	70,3	30,8	18,3	10,9
1995	85,4	50,8	22,3	13,2	7,9
1996	145,5	86,5	38,0	22,6	13,4
1997	114,4	68,0	29,8	17,7	10,5
1998	131,5	78,1	34,3	20,4	12,1
1999	160,8	95,6	41,9	24,9	14,8
2000	149,6	88,9	39,0	23,2	13,8
2001	116,9	69,5	30,5	18,1	10,8
2002	92,4	55,0	24,1	14,3	8,5
2003	86,2	51,2	22,5	13,4	8,0
2004	116,4	69,2	30,4	18,1	10,7
2005	83,7	49,8	21,8	13,0	7,7
2006	85,4	50,8	22,3	13,2	7,9
2007	105,3	62,6	27,5	16,3	9,7
2008	111,8	66,5	29,2	17,4	10,3
2009	92,0	54,7	24,0	14,3	8,5
Promedio	111,4	66,2	29,1	17,3	10,3
Desv. Est.	26,4	15,7	6,9	4,1	2,4

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

PROYECTO DEL PUENTE "EL TINGO" SOBRE EL RÍO GRANDE CARRETERA LLUSHCAPAMPA BAJA - EL ALISO

CUADRO N° 3.32 ESTIMACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE LA ECUACIÓN GUMBEL

m	Intensidades Máximas Ordenadas (mm/h)				
	5 min	10 min	30 min	60 min	120 min
1	61,3	36,4	16,0	9,5	5,7
2	73,4	43,6	19,1	11,4	6,8
3	75,5	44,8	19,7	11,7	7,0
4	82,1	48,8	21,4	12,7	7,6
5	83,7	49,8	21,8	13,0	7,7
6	85,4	50,8	22,3	13,2	7,9
7	85,4	50,8	22,3	13,2	7,9
8	86,2	51,2	22,5	13,4	8,0
9	92,0	54,7	24,0	14,3	8,5
10	92,4	55,0	24,1	14,3	8,5
11	93,2	55,5	24,3	14,5	8,6
12	100,7	59,8	26,3	15,6	9,3
13	102,4	60,9	26,7	15,9	9,4
14	105,3	62,6	27,5	16,3	9,7
15	111,8	66,5	29,2	17,4	10,3
16	113,5	67,5	29,6	17,6	10,5
17	114,4	68,0	29,8	17,7	10,6
18	114,4	68,0	29,8	17,7	10,5
19	116,1	69,0	30,3	18,0	10,7
20	116,4	69,2	30,4	18,1	10,7
21	116,9	69,5	30,5	18,1	10,8
22	118,1	70,3	30,8	18,3	10,9
23	119,3	70,9	31,1	18,5	11,0
24	123,1	73,2	32,1	19,1	11,4
25	123,4	73,4	32,2	19,1	11,4
26	124,3	73,9	32,4	19,3	11,5
27	126,3	75,1	33,0	19,6	11,7
28	131,5	78,1	34,3	20,4	12,1
29	145,5	86,5	38,0	22,6	13,4
30	149,6	88,9	39,0	23,2	13,8
31	160,8	95,6	41,9	24,9	14,8
32	162,9	96,8	42,5	25,3	15,0
33	167,8	99,8	43,8	26,0	15,5
Promedio	111,37	66,21	29,05	17,28	10,27
Desv. Est.	26,42	15,70	6,90	4,10	2,44
α	0,05	0,08	0,19	0,31	0,53
β	99,48	59,15	25,95	15,43	9,17

α : Calculado con la ecuación N° 2.26

β : Calculado con la ecuación N° 2.27

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
FACULTAD DE INGENIERIA

ESCUELA ACADEMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

PROYECTO DEL PUENTE "EL TINGO" SOBRE EL RÍO GRANDE CARRETERA LLUSHCAPAMPA BAJA - EL ALISO

CUADRO N° 3.33 PROBABILIDADES OBSERVADA Y SIMULADA

m	Prob. Weibull P(X ≤ Xm) m/(N+1)	Probabilidad de Gumbel $F(x \leq x_m) = e^{-e^{-\alpha(x_m - \beta)}}$				
		5 min	10 min	30 min	60 min	120 min
1	0,0294	0,0017	0,0017	0,0017	0,0017	0,0017
2	0,0588	0,0289	0,0286	0,0285	0,0287	0,0286
3	0,0882	0,0404	0,0398	0,0400	0,0399	0,0403
4	0,1176	0,0980	0,0980	0,0973	0,0976	0,0975
5	0,1471	0,1158	0,1164	0,1162	0,1168	0,1162
6	0,1765	0,1375	0,1383	0,1384	0,1378	0,1378
7	0,2059	0,1375	0,1383	0,1384	0,1378	0,1378
8	0,2353	0,1490	0,1480	0,1487	0,1489	0,1493
9	0,2647	0,2378	0,2380	0,2370	0,2373	0,2378
10	0,2941	0,2435	0,2451	0,2443	0,2450	0,2442
11	0,3235	0,2579	0,2597	0,2590	0,2589	0,2585
12	0,3529	0,3902	0,3887	0,3895	0,3898	0,3903
13	0,3824	0,4205	0,4193	0,4186	0,4191	0,4190
14	0,4118	0,4712	0,4696	0,4701	0,4704	0,4702
15	0,4412	0,5774	0,5778	0,5789	0,5785	0,5788
16	0,4706	0,6032	0,6038	0,6036	0,6034	0,6032
17	0,5000	0,6157	0,6164	0,6163	0,6155	0,6168
18	0,5294	0,6157	0,6164	0,6163	0,6155	0,6156
19	0,5588	0,6399	0,6388	0,6395	0,6390	0,6386
20	0,5882	0,6446	0,6448	0,6455	0,6453	0,6450
21	0,6176	0,6516	0,6506	0,6500	0,6503	0,6503
22	0,6471	0,6675	0,6679	0,6675	0,6675	0,6668
23	0,6765	0,6829	0,6827	0,6829	0,6828	0,6827
24	0,7059	0,7277	0,7273	0,7272	0,7277	0,7278
25	0,7353	0,7316	0,7321	0,7320	0,7318	0,7321
26	0,7647	0,7409	0,7415	0,7415	0,7408	0,7413
27	0,7941	0,7622	0,7624	0,7631	0,7628	0,7630
28	0,8235	0,8092	0,8085	0,8081	0,8082	0,8082
29	0,8529	0,8982	0,8982	0,8984	0,8983	0,8982
30	0,8824	0,9158	0,9160	0,9161	0,9160	0,9161
31	0,9118	0,9504	0,9504	0,9502	0,9503	0,9503
32	0,9412	0,9550	0,9549	0,9549	0,9550	0,9550
33	0,9706	0,9644	0,9645	0,9644	0,9645	0,9644

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

FACULTAD DE INGENIERIA

ESCUELA ACADEMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

PROYECTO DEL PUENTE "EL TINGO" SOBRE EL RÍO GRANDE CARRETERA LLUSHCAPAMPA BAJA - EL ALISO

CUADRO N° 3.34 PRUEBA DE SMIRNOV - KOLMOGOROV

m	Desviación absoluta				
	$P(x \leq X_m) - F(x \leq X_m)$				
	5 min	10 min	30 min	60 min	120 min
1	0,0277	0,0277	0,0277	0,0277	0,0277
2	0,0299	0,0302	0,0303	0,0302	0,0302
3	0,0478	0,0484	0,0482	0,0483	0,0480
4	0,0196	0,0196	0,0204	0,0200	0,0202
5	0,0313	0,0307	0,0309	0,0303	0,0308
6	0,0390	0,0382	0,0381	0,0387	0,0387
7	0,0684	0,0676	0,0675	0,0681	0,0681
8	0,0863	0,0873	0,0866	0,0864	0,0860
9	0,0269	0,0267	0,0277	0,0274	0,0269
10	0,0506	0,0490	0,0499	0,0492	0,0499
11	0,0657	0,0638	0,0646	0,0647	0,0650
12	0,0372	0,0358	0,0366	0,0368	0,0373
13	0,0381	0,0370	0,0363	0,0368	0,0367
14	0,0594	0,0578	0,0583	0,0587	0,0585
15	0,1362	0,1366	0,1377	0,1374	0,1376
16	0,1326	0,1332	0,1330	0,1329	0,1326
17	0,1157	0,1164	0,1163	0,1155	0,1168
18	0,0863	0,0870	0,0869	0,0861	0,0862
19	0,0811	0,0800	0,0807	0,0802	0,0798
20	0,0564	0,0565	0,0573	0,0571	0,0568
21	0,0340	0,0330	0,0323	0,0327	0,0327
22	0,0205	0,0208	0,0204	0,0204	0,0197
23	0,0065	0,0062	0,0064	0,0063	0,0062
24	0,0219	0,0214	0,0213	0,0218	0,0219
25	0,0037	0,0032	0,0033	0,0035	0,0032
26	0,0238	0,0232	0,0232	0,0239	0,0234
27	0,0319	0,0317	0,0311	0,0313	0,0311
28	0,0144	0,0150	0,0155	0,0153	0,0153
29	0,0453	0,0453	0,0455	0,0454	0,0453
30	0,0334	0,0337	0,0338	0,0336	0,0337
31	0,0386	0,0386	0,0385	0,0385	0,0386
32	0,0138	0,0137	0,0137	0,0139	0,0138
33	0,0062	0,0061	0,0061	0,0061	0,0062
Δc	0,1362	0,1366	0,1377	0,1374	0,1376

$$\Delta t = 0,2600$$

Como $\Delta c \leq \Delta t$, el ajuste es bueno para la distribución de Gumbel.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

FACULTAD DE INGENIERIA

ESCUELA ACADEMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

PROYECTO DEL PUENTE "EL TINGO" SOBRE EL RÍO GRANDE CARRETERA LLUSHCAPAMPA BAJA - EL ALISO

CUADRO N° 3.35 SIMULACIÓN DEL MODELO DE GUMBEL

N	J %	Tr	Datos Simulados $X_r = \beta - \frac{1}{\alpha} \text{Ln} \left\{ -\text{Ln} \left[1 - \frac{1}{\text{Tr}} \right] \right\}$				
			5'	10'	30'	60'	120'
			$\alpha = 0,05$ $\beta = 99,48$	0,08	0,19	0,31	0,53
			59,15	25,95	15,43	9,17	
20	10	190	208	123	54	32	19
	15	124	199	118	52	31	18
	20	90	192	114	50	30	18
	25	70	187	111	49	29	17
	30	57	182	108	48	28	17
	35	47	179	106	47	28	16
	40	40	175	104	46	27	16
	45	34	172	102	45	27	16
	50	29	169	100	44	26	16
25	10	238	212	126	55	33	20
	15	154	203	121	53	32	19
	20	113	197	117	51	31	18
	25	87	191	114	50	30	18
	30	71	187	111	49	29	17
	35	59	183	109	48	28	17
	40	49	180	107	47	28	17
	45	42	176	105	46	27	16
	50	37	173	103	45	27	16
30	10	285	216	128	56	33	20
	15	185	207	123	54	32	19
	20	135	200	119	52	31	18
	25	105	195	116	51	30	18
	30	85	191	113	50	30	18
	35	70	187	111	49	29	17
	40	59	183	109	48	28	17
	45	51	180	107	47	28	17
	50	44	177	105	46	27	16

Se obtuvo un tiempo de concentración para la microcuenca de 176 minutos,

por tratarse de un puente se utilizará $N = 30$ años, y un riesgo de falla del 20% (del cuadro anterior), de lo cual se obtiene una intensidad de diseño de:

$$I = 60/105 * 31 + 45/105 * 18$$

$$I = 25 \text{ mm/h}$$

3.3.3 CÁLCULO DEL CAUDAL MÁXIMO

La determinación del caudal máximo probable representa la suma del caudal líquido y el caudal sólido.

CÁLCULO DEL CAUDAL LÍQUIDO

Se realizó mediante la ecuación N° 2.28,

$$Q = C * I * A / 3.6$$

Donde:

C: coeficiente de escorrentía, tabla N° 2.11

I: intensidad máxima (mm/h)

A: área de la cuenca (Km²)

Q: caudal (m³/s)

La duración utilizada para la determinación de la intensidad de precipitación de diseño I, es el tiempo de concentración de la cuenca Tc.

Para la cual tenemos:

El coeficiente de escorrentía $C = 0.50$, de la tabla N° 2.11

$$Q_L = 171,54 \text{ m}^3/\text{seg}$$

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

FACULTAD DE INGENIERIA

ESCUELA ACADEMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

PROYECTO DEL PUENTE "EL TINGO" SOBRE EL RÍO GRANDE CARRETERA LLUSHCAPAMPA BAJA - EL ALISO

CÁLCULO DEL GASTO DE SÓLIDOS

CUADRO N° 3.36 ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO MEDIANTE TAMIZADO EN SECO

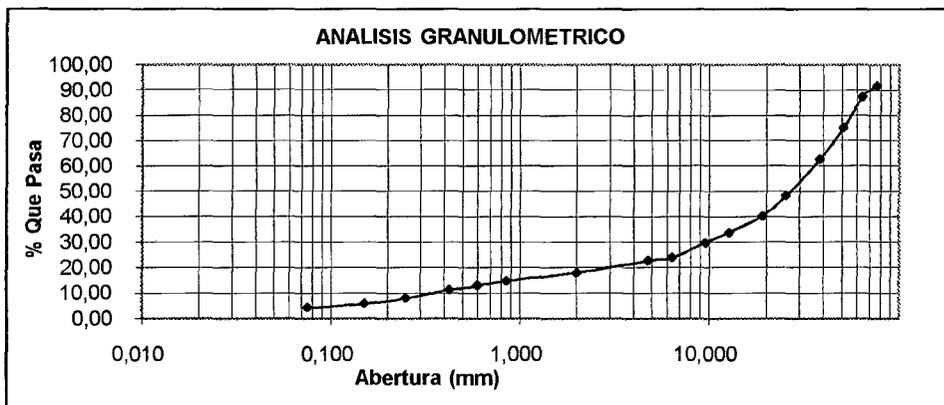
NORMA . A.S.T.M. D 421

PROYECTO : PUENTE "EL TINGO" SOBRE EL RÍO GRANDE

UBICACIÓN : LLUSHCAPAMPA BAJA- EL ALISO- CAJAMARCA

Peso de muestra seca inicial (Ws) 9000 gr.

TAMIZ		PRP (gr)	%RP	%RA	% QUE PASA
N°	Abert.(mm)				
3"	76,200	731,00	8,12	8,12	91,88
2 ½"	63,500	414,00	4,60	12,72	87,28
2"	50,800	1096,00	12,18	24,90	75,10
1 ½"	38,100	1098,00	12,20	37,10	62,90
1"	25,400	1286,00	14,29	51,39	48,61
¾"	19,050	752,00	8,36	59,74	40,26
½"	12,700	578,00	6,42	66,17	33,83
3/8"	9,500	355,00	3,94	70,11	29,89
¼"	6,350	522,00	5,80	75,91	24,09
N°4	4,750	118,00	1,31	77,22	22,78
N° 10	2,000	417,17	4,64	81,86	18,14
N° 20	0,850	296,73	3,30	85,15	14,85
N° 30	0,600	155,80	1,73	86,89	13,11
N° 40	0,425	161,44	1,79	88,68	11,32
N° 60	0,250	279,83	3,11	91,79	8,21
N° 100	0,150	204,49	2,27	94,06	5,94
N° 200	0,075	130,18	1,45	95,51	4,49
CAZOLETA		404,36	4,49	100,00	0,00
TOTAL		9000	-	-	-



Cálculo del diámetro Medio

Calculo de diámetro medio de material tamizado con la ecuacion N° 2.38

$$d_m = 0.01 \sum d_i p_i$$

Donde:

d_i : diámetro medio, en mm, de una fracción en la curva granulométrica de la muestra total que se analiza.

p_i : peso como porcentaje de esa misma porción, comparada respecto al peso total de la muestra. Las fracciones escogidas no deben necesariamente ser iguales entre sí.

$$d_m = 26,94 \text{ mm}$$

CALCULO DE LA CAPACIDAD DE TRANSPORTE DE MATERIAL DE ARRASTRE

Se calcula con la ecuación N° 2.29

$$Q_s = \frac{T_s}{\gamma_s} \times B$$

Donde:

Q_s : gasto sólido (m³/seg.)

γ_s : peso específico del material de arrastre (kg/m³)

B : ancho del cauce (m)

T_s : gasto sólido específico (Kg./seg. por metro de ancho)

Luego:

$$Q_L = 171,54 \text{ m}^3/\text{seg}$$

$$P_e = 2440,00 \text{ kg/m}^3$$

$$B = 14,20 \text{ m}$$

$T_s =$ Según Shcoklitsch, con la ecuación N° 2.30

$$T_s = 2500 \times S^{3/2} (q - q_0) \quad (\text{EC 2.30})$$

Donde

T_s : gasto líquido específico (Kg/seg. por metro de ancho)

S : pendiente del cauce

q : gasto específico del río (m³/seg. por metro de ancho)

Para la cual tenemos que:

$$S = 4,00 \% \quad (\text{del levantamiento topográfico})$$

$$q = \text{Gasto específico del río, con la ecuación N° 2.31}$$

$$q = \frac{Q_{\text{liquido}}}{B} \quad (\text{EC 2.31})$$

$$q_0 = \text{Gasto liquido específico, estimado con la ecuación N° 2.32}$$

$$q_0 = 0.26 \left(\frac{\gamma_s - \gamma}{\gamma} \right) \frac{d^{3/2}}{S^{7/6}} \quad (\text{EC 2.32})$$

Donde:

q_0 : gasto crítico de fondo

d : diámetro promedio de la partícula en el fondo del cauce (m)

γ : peso específico del agua (kg/m³)

$$q = \frac{171,54 \text{ m}^3/\text{seg}}{14,200 \text{ m}}$$

$$q = 12,08 \text{ m}^3/\text{seg} \quad (\text{por metro de ancho})$$

$$q_0 = 0,07 \text{ m}^3/\text{seg}$$

Luego :

$$T_s = 240,19 \text{ kg/seg}$$

Entonces:

$$Q_s = 1,40 \text{ m}^3/\text{seg}$$

$$Q_T = Q_L + Q_S$$

Luego el caudal total será:

$$Q_T = 172,93 \text{ m}^3/\text{seg}$$

3.3.4 CALCULO DEL TIRANTE DE DISEÑO

$$Q = \frac{A * R^{2/3} * S^{1/2}}{n}$$

Donde :

Q : caudal de diseño

A : área de la sección transversal = b*y

b : ancho del río

R : radio hidráulico. $R = b*y / (b+2y)$.

S : pendiente del Río.

n : coeficiente de rugosidad de manning (tabla 2.12)

A. CALCULO DEL TIRANTE DE LIQUIDOS MAS SOLIDOS

Para obtener el tirante del cauce, en el lugar donde se proyecta la ubicación del puente, se asume a la sección del cauce como rectangular, luego emplearemos la fórmula de Manning, ecuación N° 2.34.

$$X = 1.25 * h * [0.6 - (V'/V)] \quad (\text{EC 2.34})$$

Donde :

X : socavación.

h : tirante máximo.

V' : velocidad de arrastre.

V : velocidad en la superficie de la corriente.

Para nuestro caso:

$$Q = 172 \text{ m}^3/\text{seg}$$

$$A = b*y$$

$$b = 14,20 \text{ m}$$

$$R = b*y/(b+2y)$$

$$S = 0,0400$$

$$n = 0,045$$

Solucionando la ecuación N° 2.34 por medio de iteraciones, obtenemos un valor para

Tirante máximo: $y = 2,00 \text{ m}$

B. TIRANTE DE DISEÑO

Al tirante máximo de 2.00 m, le sumaremos un tirante libre adicional. Este tirante libre puede ser tomado como un 25% del tirante máximo.

Tirante adicional = **0,50 m**

Tirante de Diseño = 2,50 m

3.3.5 CALCULO DE LA PROFUNDIDAD DE SOCAVACIÓN

$$X = 1.25 * h * [0.6 - (V'/V)]$$

Donde:

X : socavación.

h : tirante máximo.

V': velocidad de arrastre.

V : velocidad en la superficie de la corriente.

1.- MEDIANTE LA ECUACION DEL TEXTO DE PUENTES DEL Ing. L. PASTOR

Mediante la ecuación N° 2.35:

$$Vm = \frac{R^{2/3} * S^{1/2}}{n} \quad (\text{EC 2.35})$$

TABLA N° 2.13 VALORES DE LA VELOCIDAD DE ARRASTRE

Según E. Juárez Badillo. (Mec. Suelos Tomo 3)

MATERIALES	VELOCIDAD (m/seg.)
- Arena fina.	0.40
- Arena Arcillosa.	0.50
- Arcilla Pura, Limo de aluvión no coloidal.	0.60
- Limo de aluvión, Coloidal mezcla de grava, arena y ardua.	1.00
- Grava Gruesa.	1.20
- Canto y Grava.	1.50
- Esquistos tiernos.	1.80
- Rocas estratificadas.	2.40

Para h : tirante máximo = 2.00 m

De la tabla N° 2.13 se tiene que la velocidad de arrastre es:

$$V' = 1.2 \text{ m/seg}$$

La velocidad superficial se estima, teniendo en cuenta que la velocidad media (V_m) es aproximadamente el 80% de la velocidad superficial (V)

$$V_m = 5.98 \text{ m/seg}$$

$$V = 7.5 \text{ m/seg}$$

(velocidad en la superficie)

$$X = 1.10 \text{ m}$$

Socavación : 1.10 m

2.- ANÁLISIS DE SOCAVACIÓN GENERAL PARA SUELOS NO COHESIVOS

La profundidad de socavación será calculada según la ecuación N° 2.40, previamente se calcula todos los parámetros necesarios.

$$H_s = \left[\frac{\alpha * H_0^{5/3}}{0.68 \beta d_m^{0.28}} \right]^{1/(1+x)} \quad (\text{EC 2.40})$$

Donde:

$$\alpha = Q_d / (H_m^{5/3} B_e \mu)$$

Q_d : caudal de diseño (m³/seg).

B_e : ancho efectivo de la superficie del liquido en la sección transversal.

μ : coeficiente de contracción, tabla 2.14

H_m : profundidad media de la sección = Área / B_e .

x : exponente variable que depende del diámetro del material y se encuentra en la tabla 2.15

d_m : diámetro medio (mm).

H_0 : profundidad antes de la erosión.

Luego: Q_d : Caudal de diseño (171.54 m/seg)

B_e : (14.20m)

H_0 : profundidad antes de la erosión = 2.00 m

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
FACULTAD DE INGENIERIA

ESCUELA ACADEMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

PROYECTO DEL PUENTE "EL TINGO" SOBRE EL RÍO GRANDE CARRETERA LLUSHCAPAMPA BAJA – EL ALISO

Cálculo del coeficiente de contracción μ

De la Tabla N° 2.14

Velocidad Media en la sección (m/seg.)	Longitud libre entre dos estribos												
	10	13	16	18	21	25	30	42	52	63	106	124	200
Menor de 1	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
1.00	0.96	0.97	0.98	0.99	0.99	0.99	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
1.50	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
2.00	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
2.50	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
3.00	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
3.50	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
4.00 ó Mayor	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

$\mu : 0,91$

Luego :

Obtención de β :

Se calcula en función de la probabilidad anual en % que se presente el gasto de diseño

De la Tabla N° 2.16

TABLA N° 2.16 VALORES DEL COEFICIENTE β

Probabilidad anual (%) que se presente el gasto de diseño	Coficiente β
100	0.77
50	0.82
20	0.86
10	0.90
5	0.94
2	0.97
1	1.00
0.3	1.03
0.2	1.05
0.1	1.07

$\beta : 1,01$

Obtención de x :

Se obtiene de la tabla N° 2.15, en función del diámetro medio de las partículas de suelo

$d_m = 26.94 \text{ mm}$

TABLA N° 2.15 VALORES DE X PARA SUELOS COHESIVOS Y NO COHESIVOS

SUELOS COHESIVOS		SUELOS NO COHESIVOS	
PESO VOLUMÉTRICO SECO γ_d (Tn/m ³)	X	dm (mm)	X
0.80	0.52	0.05	0.43
0.83	0.51	0.15	0.42
0.86	0.50	0.50	0.41
0.88	0.49	1.00	0.40
0.90	0.48	1.50	0.39
0.93	0.47	2.50	0.38
0.96	0.46	4.00	0.37
0.98	0.45	6.00	0.36
1.00	0.44	8.00	0.35
1.04	0.43	10.00	0.34
1.08	0.42	15.00	0.33
1.12	0.41	20.00	0.32
1.16	0.40	25.00	0.31
1.20	0.39	40.00	0.30
1.24	0.38	60.00	0.29
1.28	0.37	90.00	0.28
1.34	0.36	140.00	0.27
1.40	0.35	190.00	0.26
1.46	0.34	250.00	0.25
1.52	0.33	310.00	0.24
1.58	0.32	370.00	0.23
1.64	0.31	450.00	0.22
1.71	0.30	570.00	0.21
1.80	0.29	750.00	0.20
1.89	0.28	1000.00	0.19
2.00	0.27		

Se obtiene el valor de "x"

$$x = 0,31$$

Luego remplazado valores en la ecuacion N° 2.40 tenemos:

$$H_s = 4.7m$$

$$\text{Socavación} = 2.70. m$$

3.4 DISEÑO GEOMÉTRICO

3.4.1 DETERMINACIÓN DE LA LUZ DEL PUENTE

La luz del puente, es el primer parámetro a considerar cuando se inicia el proceso de selección del tipo de puente a estudiar, este parámetro fue determinado en campo, ubicando previamente con un cordel el eje del puente a diseñar, luego alineando las márgenes del cauce, para posteriormente medir la longitud entre márgenes que es atravesada por la vía carrozable, la cual resultó en 16.00 m.

3.4.2 DETERMINACIÓN DE LA ALTURA DEL PUENTE

Para determinar la altura del puente, se empezó de una nivelación de la sección transversal del cauce donde se ubica la estructura, teniendo como referencia la cota más baja de la sección. Se calcularon los principales parámetros hidrológicos de diseño: Profundidad de Socavación (2.70m), a esta medida se le adicionó 0.40m para definir el nivel de la cimentación; al tirante máximo (2.00m) se le adiciono 0.50m, con la finalidad de absolver posibles imprevistos que no se considero en el diseño hidrológico, obteniendo finalmente una altura total de 7.00 m a nivel de cimentación, considerando el eje del cauce.

3.4.3 ESTUDIO DE LOS ACCESOS

Terminada la construcción del puente, es imperioso efectuar el mejoramiento de los accesos en una longitud de 120m, para lo cual se rellenará un volumen total de 404.80 m³ con material de préstamo, compactado en capas de 30cm de espesor hasta alcanzar el nivel de la rasante, obteniendo pendientes de -2.00% y -1.00% en la margen derecha e izquierda respectivamente, logrando así dar continuidad a la carretera Llushcapampa – El Aliso Clolorado (Ver Plano P-2 y P-3: Planta, Perfil y Secciones Transversales).

Los parámetros de diseño a considerar para una carretera del sistema vecinal secundario ($30 < \text{IMD} < 100$ veh/día) y tercera clase según el servicio ($\text{IMD} < 400$ veh/día) son:

- Vehículo para el Diseño = H20S16.
- Topografía = Ondulada.
- Velocidad Directriz = 20 - 30 Km/hr.

- Peralte Máximo excepcional = 10 %
- Radio Mínimo Excepcional = 8.00m.
- Pendiente Mínima = 0.50 %
- Pendiente Máxima = 10.00 %
- Ancho de la Faja de Rodadura:
 - En Tramos en Tangente = 3.60 m.
 - En Tramos en Curva = 3.60 + S/A.
- Bombeo = 2%.
- Cunetas (zona lluviosa):
 - Profundidad = 0.30 m.
 - Ancho = 0.50 m.
- Taludes de Relleno (terrenos varios) = V:H = 1:1.5
- Taludes de Corte (tierra compactada) = V:H = 2 :1

3.4.4 DISEÑO GEOMETRICO DE LA CALZADA Y VEREDAS.

Para determinar la sección transversal del puente, se ha tenido en cuenta el ancho de la vía a la cual va a dar continuidad, así como la importancia de la misma. Como en nuestro caso se trata de una Carretera del Sistema Vecinal Secundario que tiene un ancho promedio de 3.60m más un ancho de bermas de 0.40m, en algunos tramos

La losa del puente tiene un espesor de 0.25m y una longitud total de 17.20m, con un bombeo del 2% a ambos lados, a partir del eje del puente, con la finalidad de proteger la estructura del puente, ante el deterioro temprano por ubicarse en una zona lluviosa.

Un puente, es una estructura de servicio para el transporte y como tal debe satisfacer los requisitos de funcionabilidad, que establecen las Normas y Especificaciones, para lo cual en el tablero se colocarán elementos accesorios tales como: barandas, veredas, juntas de dilatación y sistema de drenaje.

Las veredas tienen un ancho efectivo de 0.45m, a ambos costados de la losa del puente, con un espesor de 20cm. Las barandas son en base a columnas de concreto armado y tubo de fierro galvanizado de $\varnothing 2''$, con una altura de 0.90m y espaciadas las columnas cada 1.30m entre ejes, para brindar seguridad y garantizar la circulación de vehículos automotores y peatones.

El sistema de drenaje, está constituido por tubos PVC SAP de $\varnothing 2''$, los cuales irán empotrados en la losa, espaciadas a cada dos metros y distribuidos a ambos lados de la calzada, para evacuar las aguas de lluvia, evitando el humedecimiento excesivo del tablero del puente.

3.5 DISEÑO ESTRUCTURAL

Para la elección del tipo de sistema estructural, se ha tenido en cuenta, las condiciones naturales del lugar de emplazamiento del puente y las diversas soluciones técnicamente factibles, y luego de una evaluación técnico-económica, teniendo en consideración que se trata de una luz libre moderada a salvar (16.00m), se optó por diseñar un puente de concreto armado, de un solo tramo, de tablero superior sustentado por dos vigas longitudinales intermedias, que según su planimetría será de tramo recto, por el ángulo de cruce será perpendicular en 90° , con respecto al eje del cauce, y teniendo en cuenta su duración será definitivo.

Las últimas especificaciones de diseño sísmico de puentes, de la AASHTO, constituyen un avance importante y se encuadra dentro de la nueva filosofía de diseño sísmico, que se está imponiendo en diversos países, pero cabe destacar que los requerimientos de análisis y diseño, no son los mismos para todos los casos, sino que depende del peligro sísmico de la zona, importancia de la obra y del tipo de sistema estructural. Para los puentes de un solo tramo, como el del presente estudio, no se requiere realizar un análisis sísmico detallado, siendo suficiente cumplir con los requerimientos mínimos de diseño sísmico.

3.5.1 DISEÑO DE LA SUPERESTRUCTURA

3.5.1.1 DISEÑO DE BARANDAS Y VEREDAS

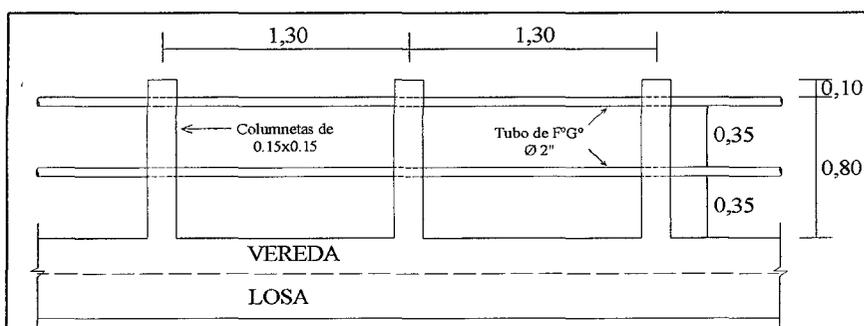
DATOS INICIALES

LUZ LIBRE	16,00 m
CAJUELAS	0,60 m
f _c	210,00 Kg/cm ²
f _y	4200,00 Kg/cm ²
S/C en barandas	150,00 Kg/m

A. DISEÑO DE BARANDAS

1,0 DISEÑO DE PASAMANO

1,1 Metrado de cargas:



Número de columnetas:

$$N^{\circ} C = \frac{L' + 2 * C}{S} + 1$$

$$S = 1,30 \text{ m}$$

$$N^{\circ} C = 14$$

Longitud de tubo en la baranda:

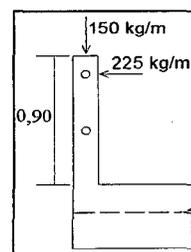
$$L_b = L' + 2 * C$$

$$L_b = 17,20 \text{ m}$$

Peso propio de tubo de FºGº Ø 2" = 3,00 Kg/m.

Carga vertical: $W_v = 153,00 \text{ Kg/m.}$

Carga horizontal: $W_h = 225,00 \text{ Kg/m.}$



1,2 Momentos flectores actuantes:

$$M(+)= \frac{W * L^2}{14}$$

$$M(-)= \frac{W * L^2}{10}$$

Por carga vertical:

$$W = 153,00 \text{ Kg/m.}$$

$$L = 1,15 \text{ m}$$

$$M(+)= 14,45 \text{ Kg-m}$$

$$M(-)= 20,23 \text{ Kg-m}$$

Por carga horizontal:

$$W = 225,00 \text{ Kg/m.}$$

$$L = 1,15 \text{ m}$$

$$M(+)= 21,25 \text{ Kg-m}$$

$$M(-)= 29,76 \text{ Kg-m}$$

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

PROYECTO DEL PUENTE "EL TINGO" SOBRE EL RÍO GRANDE CARRETERA LLUSHCAPAMPA BAJA- EL ALISO

1,3 Fuerza cortante actuante:

$$V = \frac{W * L}{2} \quad W = 225,00 \text{ Kg/m.} \quad L = 1,15 \text{ m}$$

$$V = 129,38 \text{ Kg.}$$

1,4 Verificación de la sección (pasamano)

Por flexión:

Momento resistente. $M_r = \frac{\sigma_s * I}{y}$

$$\sigma_s = 800,00 \text{ kg/cm}^2 \quad (\text{tubo de F}^\circ\text{G}^\circ)$$

$$I = \frac{\pi(De^4 - Di^4)}{64} \quad \begin{array}{l} De = 2'' \\ Di = De - e \\ e = 3/16'' \\ y = De/2 \end{array}$$

$$I = 10,64 \text{ cm}^4$$

$$M_r = 33,51 \text{ Kg-m} \quad > \quad M(-) = 29,76 \text{ Kg-m}$$

Por lo tanto la sección es adecuada.

Por Corte:

Cortante resistente. $V_r = \frac{\tau_s * A}{2}$

$$\tau_s = 60,00 \text{ kg/cm}^2 \quad (\text{tubo de F}^\circ\text{G}^\circ)$$

$$A = 2 * \pi * r * e$$

$$A = 7,24 \text{ cm}^2$$

$$V_r = 217,33 \text{ Kg.} \quad > \quad V = 129,38 \text{ Kg.}$$

La sección resiste adecuadamente al corte.

1,5 Diseño de la sección del tubo por flexión.

$$\sigma_f = \frac{M * y}{I} < \sigma_s$$

Por carga vertical

$$M = 2023 \text{ Kg-cm}$$

$$I = 10,64 \text{ cm}^4$$

$$\sigma_f = 483,02 \text{ kg/cm}^2 < \sigma_s 800,00 \text{ kg/cm}^2 \quad \text{O.K}$$

Por carga horizontal

$$M = 2976 \text{ Kg-cm}$$

$$I = 10,64 \text{ cm}^4$$

$$\sigma_f = 710 \text{ kg/cm}^2 < \sigma_s 800,00 \text{ kg/cm}^2 \quad \text{O.K}$$

1,6 Diseño de la sección por corte.

$$\tau = \frac{2 * V}{A} < \tau_s \quad \begin{array}{l} V = 129,38 \text{ Kg.} \\ A = 7,24 \text{ cm}^2 \end{array}$$

$$\tau = 35,72 \text{ kg/cm}^2 < \tau_s = 60,00 \text{ kg/cm}^2$$

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

PROYECTO DEL PUENTE "EL TINGO" SOBRE EL RÍO GRANDE CARRETERA LLUSHCAPAMPA BAJA- EL ALISO

2,0 DISEÑO DE COLUMNETAS DE BARANDA

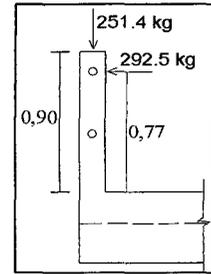
2,1 Metrado de cargas por columneta.

$$\text{Peso propio: } 0.15 \times 0.15 \times 0.9 \times 2400 = 48.6 \text{ kg}$$

$$\text{Peso pasamano: } 3 \times 1.3 = 3.90 \text{ kg}$$

$$\text{Carga Vertical: } 150 \times 1.3 + 48.6 + 2 \times 3.9 = 251.40 \text{ Kg.}$$

$$\text{Carga Horizontal: } 225 \times 1.30 = 292.50 \text{ Kg.}$$



2,2 Diseño por flexión.

Momento actuante.

$$M = P \cdot L = 292.5 \times 0.7746$$

$$M = 226,57 \text{ Kg-m}$$

$$M_u = 1.8 \times 226.57$$

$$M_u = 407,83 \text{ Kg-m}$$

Momento Resistente del concreto.

$$\phi M_c = \phi \cdot K \cdot b \cdot d^2$$

$$\phi = 0,90$$

$$b = 15,0 \text{ cm}$$

$$d = 12,5 \text{ cm}$$

$$\text{para } f_c' = 210 \text{ Kg/cm}^2.$$

$$k = 54,35$$

$$\phi M_c = 1146,45 \text{ Kg-m} > M_u = 407,83 \text{ Kg-m}$$

La sección será simplemente armada

Índice de refuerzo.

$$w = 0.85 - \sqrt{0.7225 - \frac{1.7M_u}{\phi \cdot f_c' \cdot b \cdot d^2}} \quad \phi = 0.90$$

$$w = 0,097679$$

Cálculo de la cuantía:

$$\rho = w \frac{f_c'}{f_y}$$

$$\rho = 0,004884$$

menor que la cuantía máxima: 0.0159375

Cálculo del área de acero:

$$A_s(+) = \rho \cdot b \cdot d$$

$$A_s(+) = 0,92 \text{ cm}^2$$

$$\text{Acero mínimo: } A_{s\text{mín}} = \frac{0.70 \sqrt{f_c'}}{f_y} (b \cdot d)$$

$$A_{s\text{mín}} = 0,453 \text{ cm}^2$$

Por lo tanto:

$$A_s = 0,92 \text{ cm}^2 \longrightarrow 2 \phi 3/8''$$

2,3 Diseño por corte.

Corte actuante

$$V = 292,50 \text{ Kg.}$$

$$V_u = 1.8 \cdot V$$

$$V_u = 526,50 \text{ Kg.}$$

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

PROYECTO DEL PUENTE "EL TINGO" SOBRE EL RÍO GRANDE CARRETERA LLUSHCAPAMPA BAJA- EL ALISO

Corte resistente del concreto

$$\phi V_c = \phi * 0.53 \sqrt{f_c'} * (b.d) \quad ; \quad \phi = 0.85$$

$$\phi V_c = 1224,07 \text{ Kg.} \quad > \quad V_u 526,50 \text{ Kg.}$$

Por lo tanto la sección sólo necesita estribos por confinamiento

Con estribos de $\phi 1/4"$:

Espaciamiento por confinamiento.

$$\left. \begin{array}{l} S = b \\ S = 48 * \phi_{\text{ESTRIBO}} \\ S = 16 * \phi_{\text{LONG}} \end{array} \right\} S_{\text{CONF}}, \text{ el menor} \quad \begin{array}{l} S_{\text{CONF}} = 15,00 \text{ cm} \\ S_{\text{CONF}} = 30,48 \text{ cm} \\ S_{\text{CONF}} = 15,25 \text{ cm} \end{array}$$

$$S_{\text{CONF}} = 15,00 \text{ cm}$$

Distribución de estribos:

$$\square \phi 1/4": 1 @ 7.5 + re @ 15.0$$

Resistencia por compresión.

$$P_o = 0.85 f_c' (A_g - A_{st}) + A_{st} * f_y \quad A_{st} = 4 \phi 3/8"$$

$$A_g = 15 * 15 \text{ cm}^2$$

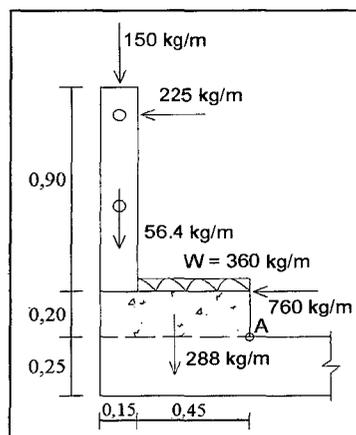
$$P_o = 51631,82 \text{ Kg.} \quad > \quad P: 251,40 \text{ Kg.}$$

A. DISEÑO DE VEREDAS

1,0 Metrado de cargas:

$$\text{Peso baranda: } 48,6 + 2 * 3,9 = 56,40 \text{ Kg.}$$

$$\text{Peso propio: } 0,6 * 0,2 * 2400 = 288,00 \text{ Kg.}$$



1,1 Diseño por flexión.

Calculo de momento flector.

Por carga permanente.

$$M_D = 288 * 0,3 + 56,4 * 0,525$$

$$M_D = 116,01 \text{ Kg-m}$$

Por carga viva.

$$M_L = 760 * 0,2 + 360 * 0,45^2 / 2 + 225 * 0,7746 + 150 * 0,525$$

$$M_L = 441,49 \text{ Kg-m}$$

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

PROYECTO DEL PUENTE "EL TINGO" SOBRE EL RÍO GRANDE CARRETERA LLUSHCAPAMPA BAJA- EL ALISO

Momento de diseño:

$$M_u = 1.5M_D + 1.8M_L$$

$$M_u = 968,69 \text{ Kg-m}$$

Momento Resistente del concreto.

$$\phi M_c = \phi \cdot K \cdot b \cdot d^2$$

$$\phi = 0,90$$

$$b = 100,0 \text{ cm}$$

$$d = 17,0 \text{ cm}$$

$$\text{para } f_c' = 210 \text{ Kg/cm}^2.$$

$$k = 54,35$$

$$\phi M_c = 14136,44 \text{ Kg-m} > M_u = 968,69 \text{ Kg-m}$$

La sección será simplemente armada

Indice de refuerzo.

$$w = 0.85 - \sqrt{0.7225 - \frac{1.7M_u}{\phi \cdot f_c' \cdot b \cdot d^2}} \quad \phi = 0.90$$

$$w = 0,017924$$

Cálculo de la cuantía: $\rho = w \frac{f_c'}{f_y}$

$$\rho = 0,000896 \quad \text{menor que la cuantía máxima: } 0.0159375$$

Cálculo del área de acero:

$$A_s(+) = \rho \cdot b \cdot d$$

$$A_s(+) = 1,52 \text{ cm}^2$$

Acero mínimo:

$$A_{s\text{mín}} = \frac{0.70 \sqrt{f_c'}}{f_y} (b \cdot d)$$

$$A_{s\text{mín}} = 4,11 \text{ cm}^2$$

Por lo tanto: $A_s = 4,11 \text{ cm}^2 \longrightarrow$ A continuación distribuimos el acero

Espaciamiento: $S = \frac{100 \cdot A_b}{A_s}$

$$\text{Para } \phi \text{ 3/8"} \quad S = 17,37 \text{ cm}^2$$

$$\text{Para } \phi \text{ 1/2"} \quad S = 30,86 \text{ cm}^2$$

$$\therefore \phi \text{ 1/2"} @ 30 \text{ cm.}$$

Acero por contracción y temperatura:

$$A_{srp} = 0.0018 (b \cdot d)$$

$$A_{srp} = 3,06 \text{ cm}^2$$

Espaciamiento: $S = \frac{100 \cdot A_b}{A_s}$

$$\text{Para } \phi \text{ 3/8"} \quad S = 23,30 \text{ cm}^2$$

$$\text{Para } \phi \text{ 1/4"} \quad S = 10,33 \text{ cm}^2$$

$$\therefore \phi \text{ 3/8"} @ 23 \text{ cm.}$$

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

PROYECTO DEL PUENTE "EL TINGO" SOBRE EL RÍO GRANDE CARRETERA LLUSHCAPAMPA BAJA- EL ALISO

1,2 Diseño por corte.

Corte actuante

$$V_D = 344,40 \text{ Kg.}$$

$$V_L = 312,00 \text{ Kg.}$$

$$V_u = 1.5 \cdot V_D + 1.8 \cdot V_L$$

$$V_u = 1078,20 \text{ Kg.}$$

Corte que resiste el concreto:

$$\phi V_c = \phi \cdot 0.53 \sqrt{f_c'} \cdot (b \cdot d) \quad ; \quad \phi = 0.85$$

$$\phi V_c = 11098,22 \text{ Kg.} \quad > \quad V_u \text{ } 1078,20 \text{ Kg.}$$

La sección no necesita refuerzo por corte.

Longitud de desarrollo

$$L_d = \frac{0.06 \cdot A_b \cdot f_y}{\sqrt{f_c'}} \geq 30 \text{ cm}$$

$$L_d = 22,03 \text{ cm}$$

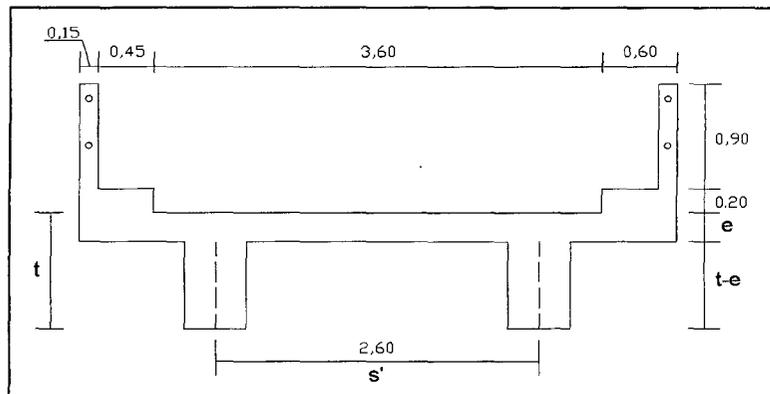
$$\therefore L_d = 30,00 \text{ cm}$$

3.5.1.2 DISEÑO DE LOSA, VIGAS Y DIAFRAGMAS

DATOS INICIALES

LUZ LIBRE	16,00 m
TREN DE CARGAS	H20S16 Camion de diseño
CAJUELAS	0,60 m
f _c	210,00 Kg/cm ²
f _y	4200,00 Kg/cm ²
S/C en barandas	150,00 Kg/m

SECCION TRANSVERSAL



PARÁMETROS INICIALES DEL CAMION DE DISEÑO

Tonelaje	16,58 Tn
w	0,97 Tn/m
P _m	8,10 Tn
P _v	11,60 Tn

DEL MATERIAL

K del f _c	54,350	
φ del f _c	0,900	Para flexión
φ del f _c	0,850	Para corte
γ del f _c	2,400	Tn/m ³

PREDIMENSIONAMIENTO

LUZ DE CALCULO DE LAS VIGAS (L)

$$L = L' + C$$

$$L = 16,60 \text{ m}$$

ESPACIAMIENTO (S')

$$S' = 2,60 \text{ m}$$

ANCHO DE VIGAS (b)

$$b = 0.02L\sqrt{s'}$$

$$b = 0,54 \text{ m}$$

$$b = 0,60 \text{ m}$$

$$S = 2,00 \text{ m}$$

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

FACULTAD DE INGENIERIA

ESCUELA ACADEMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

PROYECTO DEL PUENTE "EL TINGO" SOBRE EL RÍO GRANDE CARRETERA LLUSHCAPAMPA BAJA - EL ALISO

A. DISEÑO DE LA LOSA

espesor de la losa: $e = \frac{S}{15}$

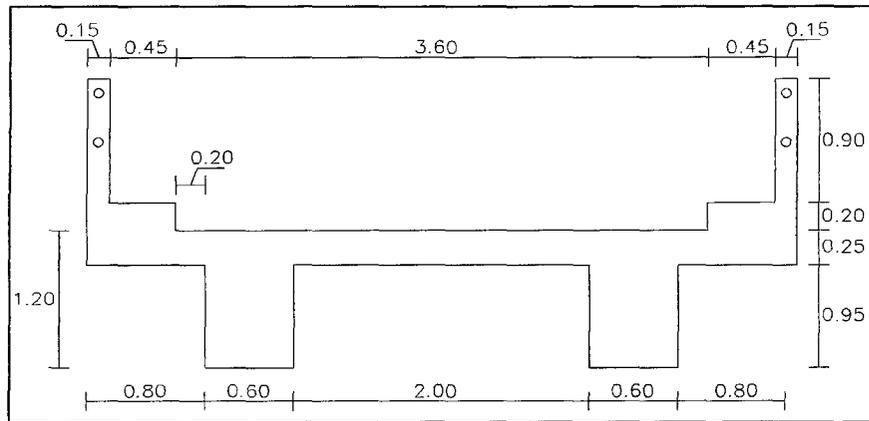
$e = 0,133 \text{ m}$

Adoptaremos un espesor mayor para asegurar la resistencia al corte

$e = 0,250 \text{ m}$

asumimos 3,00cm para cálculo del d.

$d = 0,220 \text{ m}$



1,0 ANCHO EFECTIVO DE LA LOSA

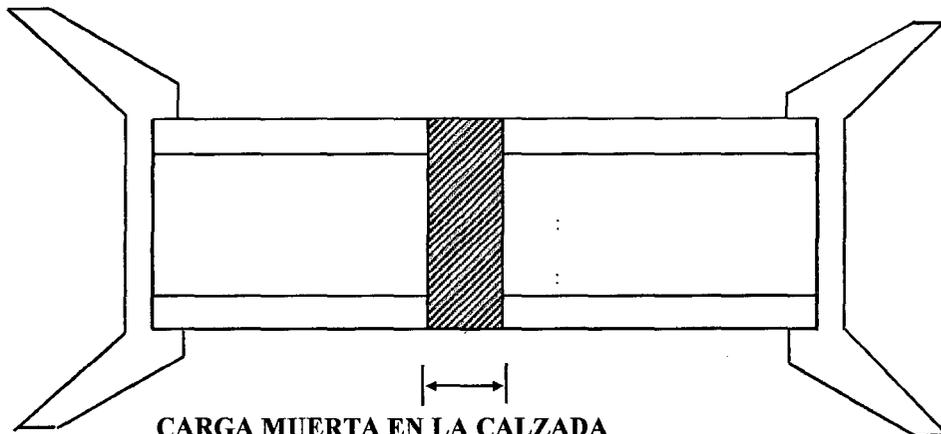
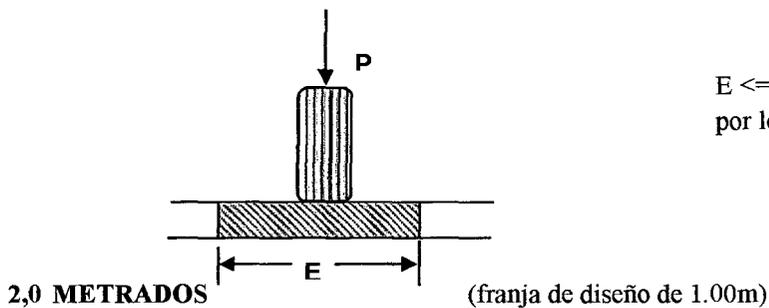
$E = 0.4S + 1.125$

$E = 1,925$

$E \leq 4.27$

por lo tanto

$E = 1,925 \text{ m}$



CARGA MUERTA EN LA CALZADA

PESO PROPIO: $0.25 \times 2.4 = 0,600 \text{ Tn/m}$

$D = 0,60 \text{ Tn/m}$

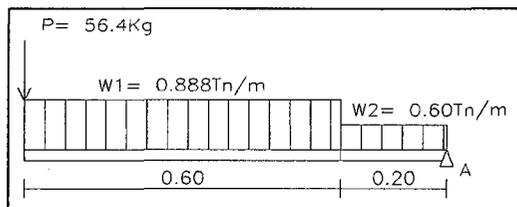
UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

FACULTAD DE INGENIERIA

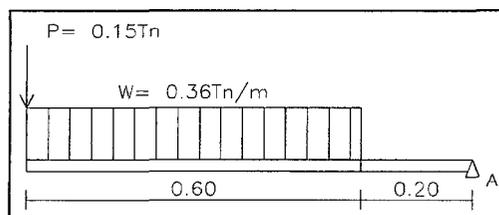
ESCUELA ACADEMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

PROYECTO DEL PUENTE "EL TINGO" SOBRE EL RÍO GRANDE CARRETERA LLUSHCAPAMPA BAJA - EL ALISO

EN LOS VOLADOS CARGA PERMANENTE



SOBRECARGA



3,0 COEFICIENTE DE IMPACTO

$$I = \frac{50}{3.28 * S + 125} \leq 0.30 \quad S = 2,00 \text{ m}$$

Entonces

$$I = 0,38$$

$$I = 0,30$$

4,0 CALCULO DE LOS MOMENTOS

a. EN LA CALZADA

POR CARGA PERMANENTE

$$M(+)= \frac{1}{10} W_D.S^2$$

$$M_D(+)= 0,240 \text{ Tn-m}$$

$$M(-)= \frac{1}{20} W_D.S^2$$

$$M_D(-)= 0,120 \text{ Tn-m}$$

POR SOBRECARGA VEHICULAR

$$M(+)= \left(\frac{S + 0.61}{9.75} \right) P$$

$$M_L(+)= 1,981 \text{ Tn-m}$$

$$M(-)= \frac{1}{2} M(+)$$

$$M_L(-)= 0,990 \text{ Tn-m}$$

POR IMPACTO

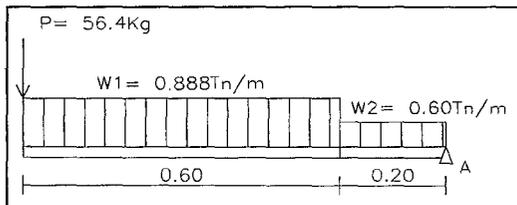
$$M_I = I * M_L$$

$$M_I(+)= 0,594 \text{ Tn-m}$$

$$M_I(-)= 0,297 \text{ Tn-m}$$

b. EN LOS VOLADOS

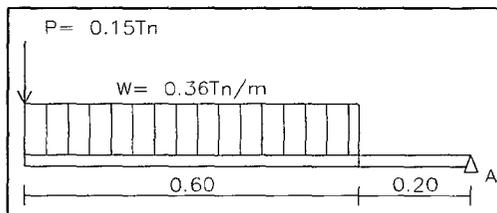
POR CARGA PERMANENTE



$$M_D(-) = 0.0564 \cdot 0.80 + 0.888 \cdot 0.60 \cdot 0.50 + 0.60 \cdot (0.20^2) / 2$$

$$M_D(-) = 0,3235 \text{ Tn-m}$$

POR SOBRECARGA



$$M_L(-) = 0.15 \cdot 0.80 + 0.36 \cdot 0.60 \cdot 0.50$$

$$M_L(-) = 0,2280 \text{ Tn-m}$$

5,0 VERIFICACIÓN DEL ESPESOR DE LA LOSA

$$e = 0,25 \text{ m}$$

$$d = 0,22 \text{ m}$$

a) PERALTE REQUERIDO POR SERVICIO

Momento de servicio:

$$M = M_D + M_L + M_I$$

$$M = 2,8152 \text{ Tn-m}$$

$$d_{\text{mín}} = \sqrt{\frac{2M}{f_c \cdot j \cdot k \cdot b}}$$

$$f_c = 0.45 f_c' = 94,50 \text{ Kg/cm}^2.$$

$$k = 0,288$$

$$j = 0,904$$

$$b = 100,00 \text{ cm}$$

$$d_{\text{mín}} = 15,13 \text{ cm}$$

$$< d = 22 \text{ cm}$$

b) POR FLEXION (METODO DE ROTURA)

Momento de diseño:

$$M_{\mu} = 1.3 [M_D + 1.67(M_L + M_I)]$$

$$M_u = 5,9028 \text{ Tn-m}$$

Momento resistente del concreto:

$$\phi M_c = \phi \cdot K \cdot b \cdot d^2$$

$$\phi = 0,90$$

$$b = 100 \text{ cm}$$

$$\text{para } f_c' = 210 \text{ Kg/cm}^2.$$

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

FACULTAD DE INGENIERIA

ESCUELA ACADEMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

PROYECTO DEL PUENTE "EL TINGO" SOBRE EL RÍO GRANDE CARRETERA LLUSHCAPAMPA BAJA - EL ALISO

$$k = 54,35$$

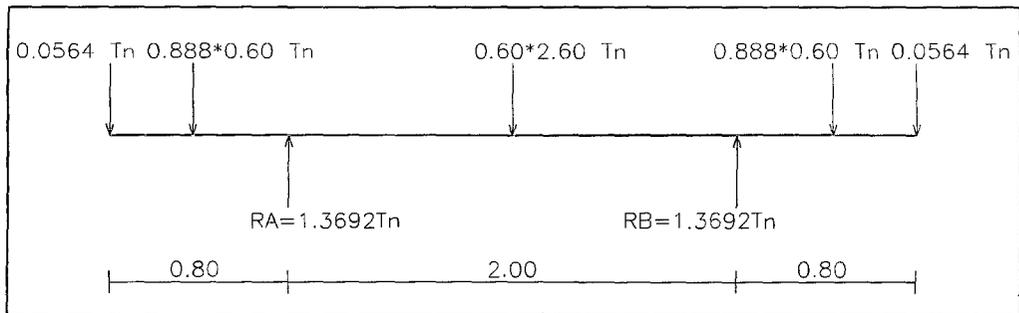
$$\phi M_c = 23,67 \text{ Tn-m} > M_u$$

La sección será simplemente armada

c) POR CORTE (METODO DE ROTURA)

Cálculo del corte crítico en la cara del apoyo (viga)

Por Carga permanente:



$$V_D = 0,78 \text{ Tn}$$

Por sobrecarga vehicular:

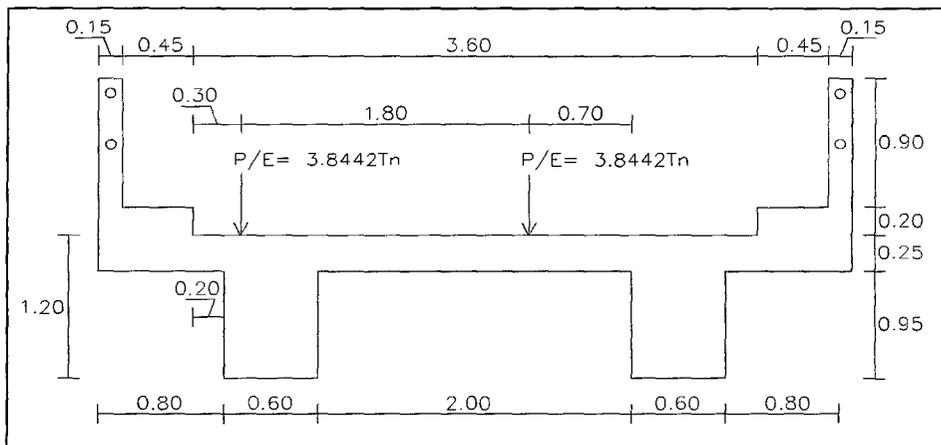
$$\text{para } S > 2.00 \text{ m} \quad E = 0.40S + 1.125$$

$$E = 1,925 \text{ m}$$

Carga que transmite el neumático a una franja de 1.00 m de ancho

$$P = 7,40 \text{ Tn}$$

$$P/E = 3,8442 \text{ Tn/m}$$



$$V_L = 2,6909 \text{ Tn}$$

Por impacto.

$$V_I = I * V_L$$

$$V_I = 0,8073 \text{ Tn}$$

Corte factorizado:

$$V_{\mu} = 1.3[V_D + 1.67(V_L + V_I)]$$

$$V_u = 8,609 \text{ Tn}$$

Corte que resiste el concreto:

$$\phi V_c = \phi * 0.53 * \sqrt{f_c'} * (b.d) \quad ; \quad \phi = 0.85$$

$$\phi V_c = 14,3624 \text{ Tn} > V_u$$

La losa no requiere cambiarse de sección

6,0 DISEÑO DEL ACERO

ACERO POSITIVO

$$M_u = 5,9028 \text{ Tn-m}$$

Cálculo del índice de refuerzo:

$$w = 0.85 - \sqrt{0.7225 - \frac{1.7M_u}{\phi \cdot f_c' \cdot b \cdot d^2}} \quad \phi = 0.90$$

$$w = 0,067183$$

Cálculo de la cuantía:

$$\rho = w \frac{f_c'}{f_y}$$

$$\rho = 0,003359$$

menor que la cuantía máxima: 0.0159375

mayor que la cuantía mínima: 0.0018

Cálculo del área de acero:

$$A_s(+) = \rho \cdot b \cdot d$$

$$A_s(+) = 7,390 \text{ cm}^2$$

Acero mínimo:

$$A_{s\text{mín}} = 0.0018(b.d)$$

$$A_{s\text{mín}} = 3,960 \text{ cm}^2$$

Por lo tanto :

$$A_s(+) = 7,390 \text{ cm}^2$$

ACERO NEGATIVO EN APOYOS Y VOLADOS

$$M_{\mu} = 1.3[M_D + 1.67(M_L + M_R)] \quad g$$

$$M_u = 2,9514 \text{ Tn-m} \quad \text{tramo central, en los apoyos}$$

$$M_u = 1.5 * M_D + 1.8 * M_L$$

$$M_u = 0,8957 \text{ Tn-m} \quad \text{generado por tramo en volado}$$

por lo tanto:

$$M_u = 2,9514 \text{ Tn-m}$$

$$w = 0,032901$$

$$\rho = 0,001645$$

$$A_s(-) = 3,619 \text{ cm}^2$$

menor que $A_{s\text{mín}}$: 3,960 cm²

Por lo tanto :

$$A_s(-) = 3,960 \text{ cm}^2$$

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

FACULTAD DE INGENIERIA

ESCUELA ACADEMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

PROYECTO DEL PUENTE "EL TINGO" SOBRE EL RÍO GRANDE CARRETERA LLUSHCAPAMPA BAJA – EL ALISO

ACERO DE REPARTICION

En tramo central

$$A_{srep} = \frac{1.21}{\sqrt{S}} A_{sprin} \leq 0.67 A_{sprin} \quad y \quad \geq A_{smin}$$

$$A_{srep} = 6,323\text{cm}^2 \quad \geq \quad 0.67 * A_s = 4,951\text{cm}^2 \quad \geq A_{smin}$$

por lo tanto: $A_{srep} (+) = 4,951\text{cm}^2$ Acero de repartición
 $A_{srep} (-) = 3,960\text{cm}^2$ en el tramo central

En Volados

$$A_{srep} = 5,197\text{cm}^2 \quad \geq \quad 0.67 * A_s = 2,653\text{cm}^2 \quad \leq A_{smin}$$

$A_{srep} (-) = 3,960\text{cm}^2$ Acero de repartición
 $A_{srep} (+) = 3,960\text{cm}^2$ en volados

ACERO ADICIONAL SOBRE LOS DIAFRAGMAS

$$A_s(-) = 0.003 (b.d)$$

$$A_s (-) = 6,60\text{cm}^2$$

Espaciamiento del acero:

$$S = \frac{100 * A_b}{A_s}$$

A_b : área de la varilla de acero.

ACERO	Valor	ϕ	Área por c/ ϕ	Espaciamiento
$A_s (+) =$	7,390cm ²	ϕ 5/8 "	1,979cm ²	27,00 cm
$A_s (-) =$	3,960cm ²	ϕ 1/2 "	1,267cm ²	32,00 cm
$A_{srep} (+) =$	4,951cm ²	ϕ 3/8 "	0,713cm ²	15,00 cm
$A_{srep} (-) =$	3,960cm ²	ϕ 3/8 "	0,713cm ²	18,00 cm
* $A_s (-) =$	6,600cm ²	ϕ 3/8 "	0,713cm ²	11,00 cm
$A_{srep} (+) =$	3,960cm ²	ϕ 3/8 "	0,713cm ²	*18,00 cm

* Sólo para los volados

* $A_s (-)$: acero adicional sobre diafragmas

B. DISEÑO DE LAS VIGAS LONGITUDINALES

1.0 PREDIMENSIONAMIENTO

LUZ DE CALCULO DE LAS VIGAS (L)

$$L = L' + C$$

$$L' = 16,00 \text{ m}$$

$$L = 16,60 \text{ m}$$

ANCHO DE VIGAS (b)

$$b = 0.02L\sqrt{S'}$$

$$b = 0,54 \text{ m}$$

$$b = 0,60 \text{ m}$$

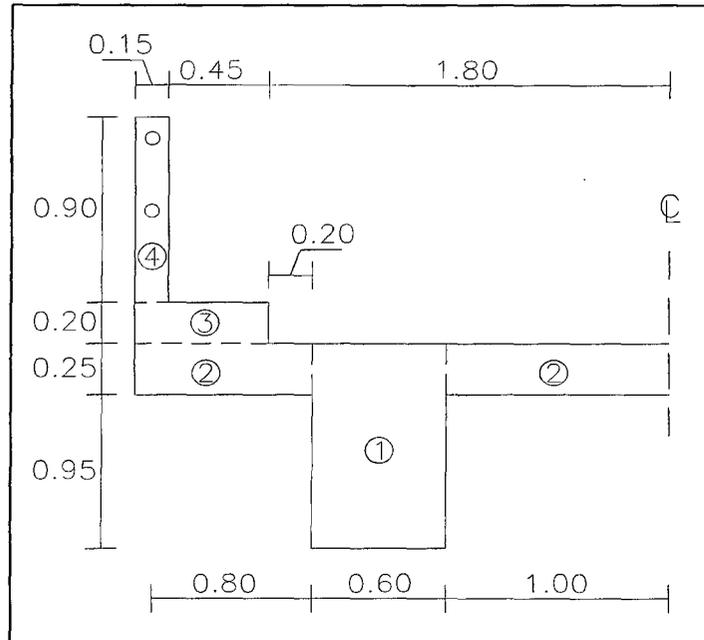
PERALTE DE VIGAS (t)

$$t = 0.07 * L$$

$$t = 1,16 \text{ m}$$

$$t = 1,20 \text{ m}$$

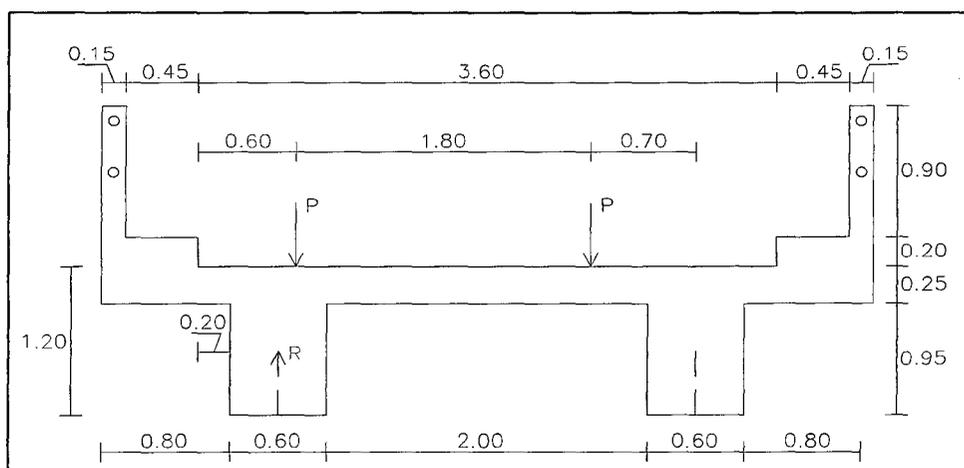
METRADO DE CARGAS:



Carga permanente

1	Peso propio	$0.6 \times 1.20 \times 2.4 = 1,7280 \text{ Tn/m}$
2	Peso losa	$0.25 \times 1.80 \times 2.4 = 1,0800 \text{ Tn/m}$
3	Peso de vereda	$0.2 \times 0.6 \times 2.4 = 0,2880 \text{ Tn/m}$
4	Peso de baranda	$= 0,0564 \text{ Tn/m}$
		WD = 3,1524 Tn/m

Coefficiente de incidencia de sobrecarga vehicular λ :



$$R = \lambda * P$$

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

FACULTAD DE INGENIERIA

ESCUELA ACADEMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

PROYECTO DEL PUENTE "EL TINGO" SOBRE EL RÍO GRANDE CARRETERA LLUSHCAPAMPA BAJA - EL ALISO

$$2.60 * R = (2.5 + 0.7) * P$$

$$\lambda = 1,231$$

Coefficiente de impacto:

$$I = \frac{50}{3.28L + 125} \leq 0.30$$

$$I = 0,279$$

2,0 CALCULO DE MOMENTOS FLECTORES

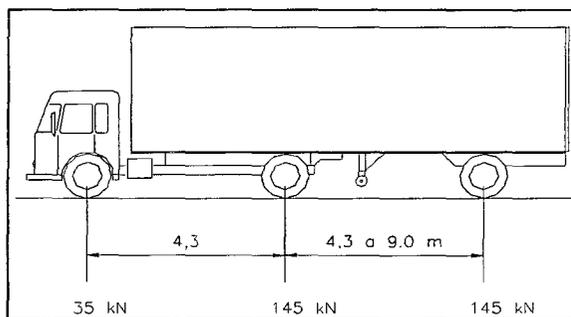
2,1 POR CARGA PERMANENTE:

$$M_D(+)= \frac{W_D * L^2}{8}$$

$$M_D = 108,584 \text{ Tn-m}$$

2,2 POR SOBRECARGA VEHICULAR:

a) Con el camion de diseño:



Cargas a considerar en la viga.

EJE DELANTERO

$$P' = 1,78 \text{ Tn}$$

EJES POSTERIORES

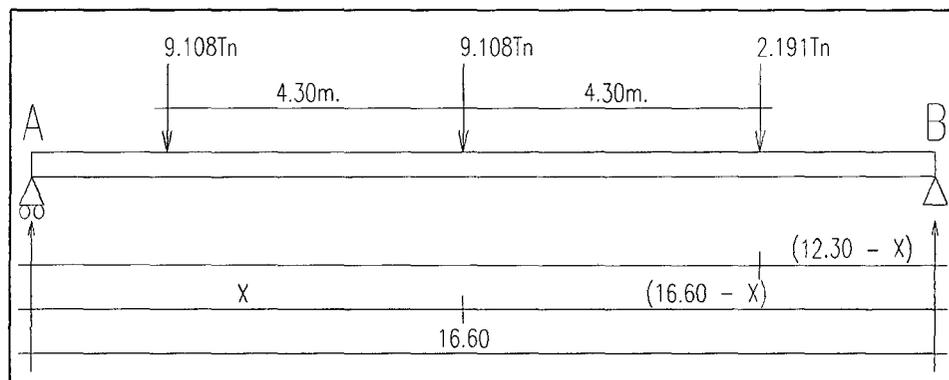
$$P = 7,40 \text{ Tn}$$

$$\lambda * P' = 2,191 \text{ Tn}$$

neumático delantero

$$\lambda * P = 9,108 \text{ Tn}$$

neumáticos posteriores



$$4.30 \leq X \leq 12.30$$

$$R_A = \frac{9.108(20.90 - X) + 9.108(16.60 - X) + 2.191(12.30 - X)}{16.60}$$

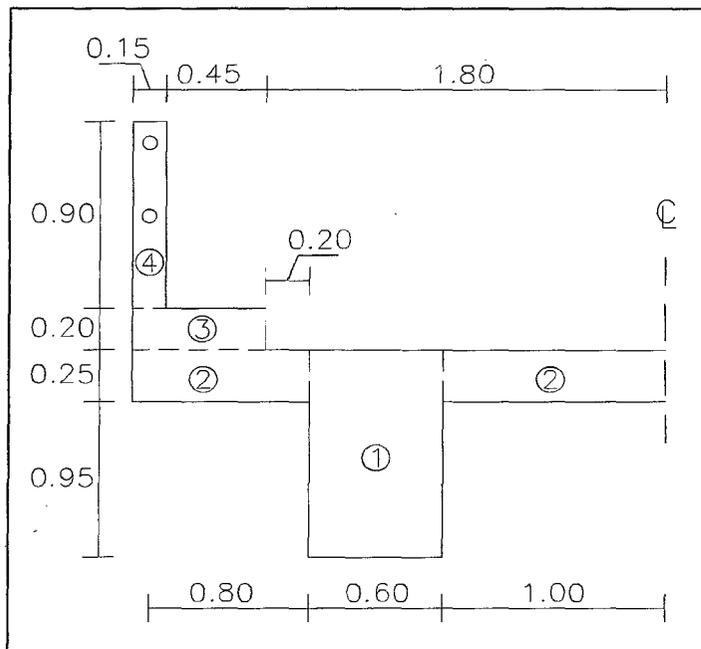
UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

FACULTAD DE INGENIERIA

ESCUELA ACADEMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

PROYECTO DEL PUENTE "EL TINGO" SOBRE EL RÍO GRANDE CARRETERA LLUSHCAPAMPA BAJA - EL ALISO

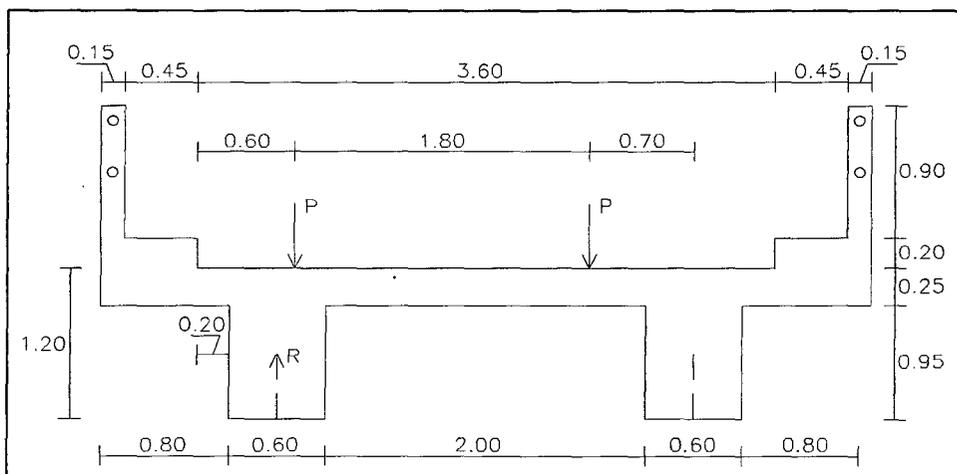
METRADO DE CARGAS:



Carga permanente

1	Peso propio	$0.6 \times 1.20 \times 2.4 = 1,7280 \text{ Tn/m}$
2	Peso losa	$0.25 \times 1.80 \times 2.4 = 1,0800 \text{ Tn/m}$
3	Peso de vereda	$0.2 \times 0.6 \times 2.4 = 0,2880 \text{ Tn/m}$
4	Peso de baranda	$= 0,0564 \text{ Tn/m}$
		$W_D = 3,1524 \text{ Tn/m}$

Coefficiente de incidencia de sobrecarga vehicular λ :



$$R = \lambda * P$$

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

FACULTAD DE INGENIERIA

ESCUELA ACADEMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

PROYECTO DEL PUENTE "EL TINGO" SOBRE EL RÍO GRANDE CARRETERA LLUSHCAPAMPA BAJA - EL ALISO

$$R_A = 22.199 - 1.229 X \quad (1,0)$$

$$M_x = R_A \cdot X - 9.108 \cdot 4.30$$

$$M_x = 22.199X - 1.229X^2 - 39.164 \quad (2,0)$$

$$\frac{\partial M_x}{\partial x} = 22.199 - 2.458X = 0$$

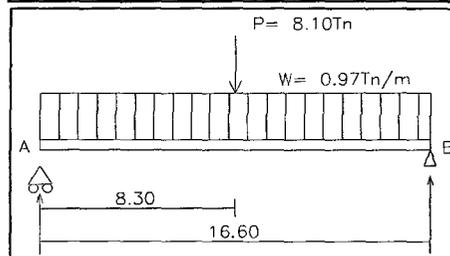
$$X = 9,03 \text{ m} \quad \text{cumple con: } 4.30 \leq X \leq 9.30$$

Reemplazando el valor de X en la ecuación (2.0) obtenemos:

$$M_x = 61,0792 \text{ Tn-m} \quad \text{momento máximo en la viga}$$

b) Por sobrecarga equivalente:

Tonelaje	16,580 Tn
w	0,970 Tn/m
Pm	8,100 Tn
Pv	11,600 Tn



$$M_{\mu(+)} = \frac{WL^2}{8} + \frac{Pm.L}{4}$$

$$M_{\mu(+)} = 67,0267 \text{ Tn-m}$$

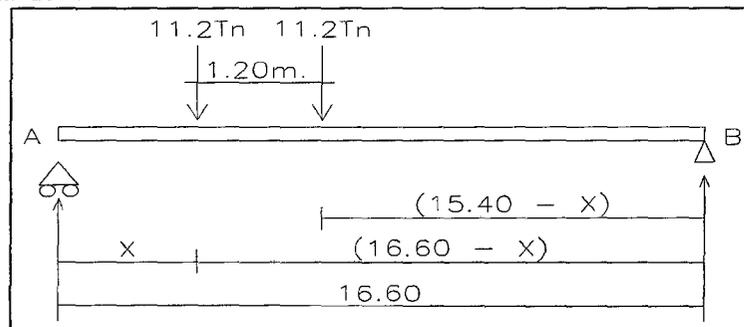
Momento sobre la viga:

$$M_L(+)= \frac{M_{\mu(+)}x(\text{vía})}{2} * \lambda * (\% \text{ Reducción})$$

Por ser una banda de circulación el (% Reducción) de carga es el 100 %

$$M_L(+)= 41,2472 \text{ Tn-m}$$

b) Con el eje tandem:



$$0 \leq X \leq 15.4$$

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

FACULTAD DE INGENIERIA

ESCUELA ACADEMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

PROYECTO DEL PUENTE "EL TINGO" SOBRE EL RÍO GRANDE CARRETERA LLUSHCAPAMPA BAJA - EL ALISO

$$R_A = \frac{11.2(16.60 - X) + 11.2(15.4 - X)}{16.60}$$

$$R_A = 21.590 - 1.349 X \quad (3,0)$$

$$M_x = R_A \cdot X$$

$$M_x = 21.590X - 1.349X^2 \quad (4,0)$$

$$\frac{\partial M_x}{\partial x} = 21.590 - 2.698X = 0$$

$$X = 8,00 \text{ m} \quad \text{cumple con: } 0 \leq X \leq 15.40$$

Reemplazando el valor de X en la ecuación (4.0) obtenemos:

$$M_x = 86,3840 \text{ Tn-m}$$

Momento sobre la viga:

$$M_L(+)= \frac{M_x}{2} * \lambda * (\% \text{ Reducción })$$

Por ser una banda de circulación el (% Reducción) de carga es el 100 %

$$M_L (+) = 53,1594 \text{ Tn-m}$$

De los tres casos de sobrecarga vehicular se toma el mayor momento:

$$M_L (+) = 61,0792 \text{ Tn-m}$$

2,3 MOMENTO POR IMPACTO:

$$M_I = I * M_L$$

$$M_I = 17,0186 \text{ Tn-m}$$

3,0 CALCULO DE FUERZAS CORTANTES

En la cara del apoyo

3,1 POR CARGA PERMANENTE:

$$V_D = \frac{W_D * L'}{2}$$

$$V_D = 25,219 \text{ Tn}$$

3,2 POR SOBRECARGA VEHICULAR:

a) Con el camión de diseño:

$$X = 4.30 + 0.30 \quad \text{en la ecuación (1.0)}$$

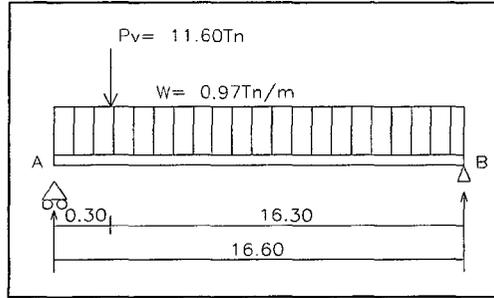
$$R_A = 22.199 - 1.229 X \quad (1,0)$$

Obtenemos.

$$R_A = 16,546 \text{ Tn}$$

$$V_L = 16,546 \text{ Tn}$$

b) Por sobrecarga equivalente:



$$R_A = \frac{W * L}{2} + \frac{P_v * 16.30}{16.60}$$

$$R_A = 19,441 \text{ Tn}$$

$$V_u = R_A - W * 0.30$$

$$V_u = 19,150 \text{ Tn}$$

$$V_L = \frac{V_u * \lambda}{2}$$

$$V_L = 11,785 \text{ Tn}$$

c) Con el eje tandem:

$$X = 0,30 \text{ m} \quad \text{en la ecuación (3.0)}$$

$$R_A = 21.590 - 1.349 X \quad (3,0)$$

Obtenemos

$$R_A = 21,185 \text{ Tn}$$

$$V_L = \frac{R_A * \lambda}{2}$$

$$V_L = 13,037 \text{ Tn}$$

De los tres casos de sobrecarga vehicular se toma el mayor cortante:

$$V_L = 16,546 \text{ Tn}$$

3,3 CORTANTE POR IMPACTO:

$$V_I = I * V_L$$

$$V_I = 4,610 \text{ Tn}$$

4,0 DISEÑO DEL ACERO

4,1 POR FLEXION:

Momento factorizado

$$M_\mu = 1.3[M_D + 1.67(M_L + M_I)]$$

$$M_\mu = 1.3[108.584 + 1.67(61.0792 + 17.0186)]$$

$$M_u = 310,710 \text{ Tn-m}$$

Momento del concreto

$$\phi M_c = \phi \cdot K \cdot b \cdot d^2$$

$$\phi M_c = 0.90 * 54.35 * 60 * 110^2$$

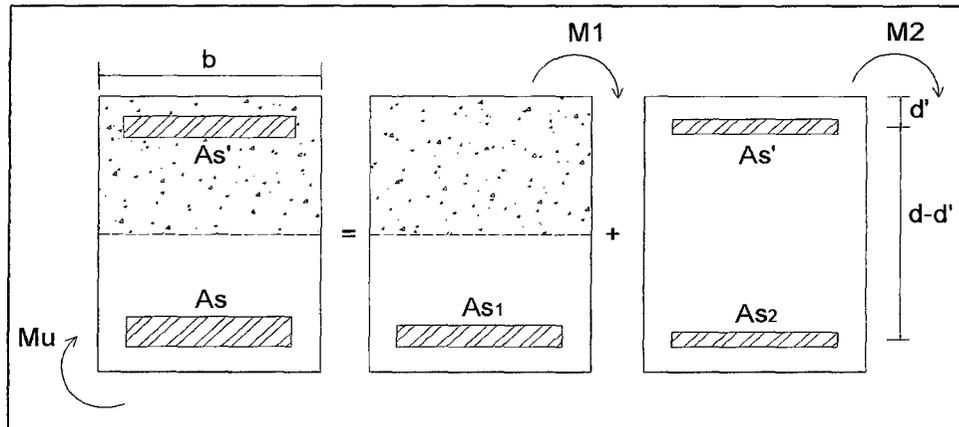
$$\phi M_c = 293,490 \text{ Tn-m} < M_u$$

Por lo tanto trabajaremos con una sección doblemente armada

Las áreas de acero se calcularán para un mínimo acero a compresión.

El acero a compresión es mínimo cuando se requiere la máxima contribución del concreto comprimido. Se obtiene utilizando la cuantía máxima.

DISEÑO DEL ACERO A TRACCION



$$As = As_1 + As_2 \quad d = 110 \text{ cm} \quad d' = 10 \text{ cm}$$

Primero calculamos el área de acero para una sección simplemente armada para una cuantía máxima.

$$As_1 = \rho_{\text{máx}} \cdot b \cdot d \quad \rho_{\text{máx}} = 0,0159375 \quad (0.75 \cdot \rho_b)$$

ρ_b : cuantía balanceada

$$As_1 = 105,188 \text{ cm}^2$$

Ademas:

M1: Momento resistente simplemente armada por cuantía máxima.

$$M_1 = \phi M_c$$

$$M_1 = 293,490 \text{ Tn-m}$$

$$M_2 = M_u - M_1$$

$$M_2 = 17,220 \text{ Tn-m}$$

Cálculo de As_2 :

$$M_2 = \phi \cdot As_2 \cdot f_y \cdot (d - d')$$

$$As_2 = \frac{M_2}{\phi \cdot f_y \cdot (d - d')}$$

$$d' = 10,00 \text{ cm}$$

$$As_2 = 4,556 \text{ cm}^2$$

Entoces:

$$As = 109,743 \text{ cm}^2$$

Acero mínimo: $As_{\text{mín}} = \frac{0.70 \cdot \sqrt{f_c'}}{f_y} (b \cdot d)$

$$As_{\text{mín}} = 15,941 \text{ cm}^2$$

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

FACULTAD DE INGENIERIA

ESCUELA ACADEMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

PROYECTO DEL PUENTE "EL TINGO" SOBRE EL RÍO GRANDE CARRETERA LLUSHCAPAMPA BAJA - EL ALISO

Por lo tanto: $A_s = 109,743 \text{ cm}^2$

CALCULO DE ACERO MINIMO EN LA ZONA DE COMPRESIÓN

$$A_s' = A_{s2}$$

$$0.75\rho' = \frac{A_{s2}}{b.d}$$

$$0.75 \frac{A_s'}{b.d} = \frac{A_{s2}}{b.d}$$

obtenemos: $A_s' = \frac{A_{s2}}{0.75}$

$$A_s' = 6,074 \text{ cm}^2 < A_{s\text{mín}}$$

Por lo tanto:

$$A_s' = 15,941 \text{ cm}^2$$

As	Valor	ϕ	Área de acero	Nº varillas	% de Variación
As	109,743 cm ²	ϕ 1"	5,067cm ²	22	1,58 %
As'	15,941 cm ²	ϕ 3/4"	2,850cm ²	6	7,28 %

Debe cumplirse: % de Variación : \pm 5.0 %

Verificación de las cuantías

As	22 ϕ 1"	111,476 cm ²
As'	6 ϕ 3/4"	17,101 cm ²

$$\rho = \frac{A_s}{b.d}$$

Cuantía de acero a tracción de sección doblemente reforzada.

$$\rho = 0,01689025$$

$$\rho' = \frac{A_s'}{b.d}$$

Cuantía de acero a compresión de sección doblemente reforzada.

$$\rho' = 0,00259112$$

$$\rho_{\text{máx}} = 0.75(\rho_b - \rho')$$

$$\rho_b = 0,02125$$

$$f_c' = 210 \text{ kg/cm}^2$$

$$\rho_{\text{máx}} = 0,017880838$$

$$\rho = 0,0168902$$

<

$$\rho_{\text{máx}} = 0,01788084$$

Por lo tanto se esta garantizando que de producirse falla en la viga, ésta sea por tracción en el acero es decir el acero fluya y la falla sea del tipo ductil, pudiendose observar cuando se forman grietas en el concreto.

4,2 ACERO POR FLAMBEO:

$$A_{s\text{Lat}} = 0.002(b.d)$$

$$A_{s\text{Lat}} = 13,20 \text{ cm}^2$$

ACERO	Valor	ϕ	Área de acero	% de Variación
As	13,200 cm ²	2 ϕ 3/4" + 4 ϕ 5/8"	13,618cm ²	3,16 %

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

FACULTAD DE INGENIERIA

ESCUELA ACADEMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

PROYECTO DEL PUENTE "EL TINGO" SOBRE EL RÍO GRANDE CARRETERA LLUSHCAPAMPA BAJA - EL ALISO

4,3 POR CORTE:

Cortante factorizado:

$$V\mu = 1.3[V_D + 1.67(V_L + V_I)]$$

$$V\mu = 1.3[25.219 + 1.67(16.546 + 4.610)]$$

$$V_u = 78,7141 \text{ Tn}$$

Corte que resiste el concreto:

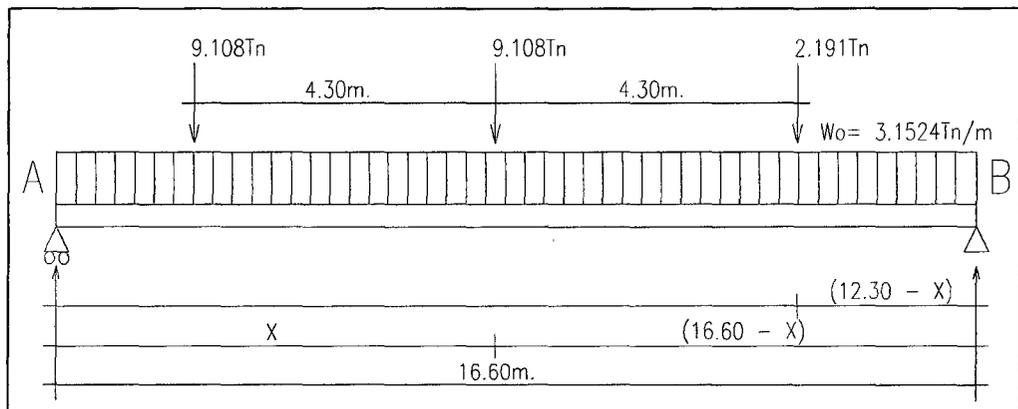
$$\phi V_c = \phi * 0.53 * \sqrt{f_c'} * (b.d) \quad ; \quad \phi = 0.85$$

$$\phi V_c = 43,0872 \text{ Tn} < V_{ud}$$

La viga necesita refuerzo transversal (estribos)

DISTRIBUCION DE ESTRIBOS:

Para realizar la distribución de estribos, debemos calcular la distancia a la cual el cortante es nulo; esto se logra calculando la distancia a la cual el momento flector resulta máximo, además se debe tener en cuenta los tipos de cargas que originan los valores máximos para momento flector y cortante, que para nuestro caso son la carga permanente con el camión de diseño.



$$R_A = \frac{3.1524 * 16.6}{2} + \frac{9.108(20.90 - X) + 9.108(16.60 - X) + 2.191(12.30 - X)}{16.60}$$

$$R_A = 48.3637 - 1.2293 * X \quad 37,77$$

$$M_x = R_A * X - 1.5762 * X^2 - 9.108 * 4.30$$

$$\frac{\partial M_x}{\partial x} = 48.3637 - 5.611 * X = 0$$

$$X = 8,62 \text{ m}$$

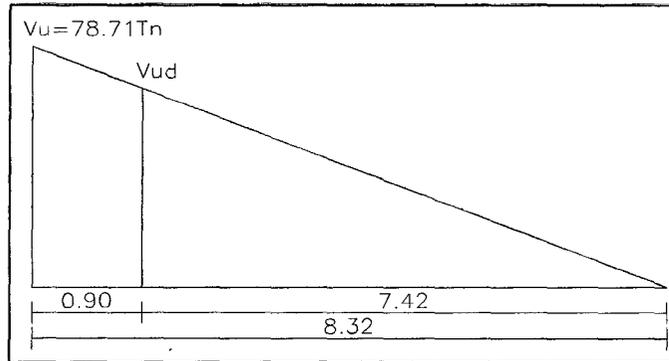
A una distancia de 8.62 m medida desde eje del apoyo A, el cortante será nulo.

Para la distribución de estribos se realiza con la longitud libre entre apoyos, que en este caso es:

$$L' = 16.00 \text{ m.}$$

Como X esta calculado con $L = 16.60$ m, X para la distribución será:

$$X = 8,32 \text{ m}$$



El corte se calculará para la fuerza cortante V_u ubicado a la distancia "d" de la cara del apoyo (corte crítico)

$$d = 0,90 \text{ m}$$

De la figura tenemos que:

$$V_{ud} = 70,1993 \text{ Tn}$$

Cálculo de la fuerza cortante que deben resistir los estribos.

$$\phi V_s = V_{\mu d} - \phi V_c$$

$$\phi V_s = 27,1121 \text{ Tn}$$

Debe cumplirse que la resistencia al cortante del refuerzo sea:

$$\phi V_s < 2.1 * \sqrt{f_c'} * (b.d)$$

$$\phi V_s < 200,8505 \text{ Tn}$$

Entonces el refuerzo será capaz de resistir eficientemente al cortante, en consecuencia no es necesario cambiar de sección a la viga.

Debemos verificar que: $\phi V_s < 1.1 * \sqrt{f_c'} * (b.d)$,para el espaciamiento máximo de estribos

$$\phi V_s < 105,2074 \text{ Tn}$$

Como se cumple se podrá dar el espaciamiento máximo ($S_{m\acute{a}x}$), que se calcule, a los estribos; en el caso que no se cumpliera esta relación, el espaciamiento máximo debe reducirse a la mitad.

$$S_{m\acute{a}x} = 60,0 \text{ cm} \quad \text{ó} \quad S_{m\acute{a}x} = \frac{d}{2} \quad \text{Se debe asumir como } S_{m\acute{a}x} \text{ el menor de los dos.}$$

$$S_{m\acute{a}x} = 45,0 \text{ cm} \quad \text{no se podrá utilizar espaciamientos mayores a éste.}$$

Espaciamiento máximo por corte:

$$S_{m\acute{a}x} = \frac{A_v f_y}{3.5 * b}$$

Para $\phi 3/8''$: $S_{m\acute{a}x} = 28,5 \text{ cm}$ $S_{m\acute{a}x} = 25,00 \text{ cm}$

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

FACULTAD DE INGENIERIA

ESCUELA ACADEMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

PROYECTO DEL PUENTE "EL TINGO" SOBRE EL RÍO GRANDE CARRETERA LLUSHCAPAMPA BAJA - EL ALISO

Espaciamiento en la sección crítica: $S = \frac{\phi \cdot A_v \cdot f_y \cdot d}{(V_{ud} - \phi V_c)}$ ó $S = \frac{\phi \cdot A_v \cdot f_y \cdot d}{(\phi V_s)}$; $\phi = 0.85$

Para ϕ 3/8" : $S = 20,7$ cm $S = 20,00$ cm

Por reglamento el primer estribo ira a $S/2$: **10,00 cm**

Espaciamiento por confinamiento:

$S = b$ $S_{CONF} = 60,00$ cm

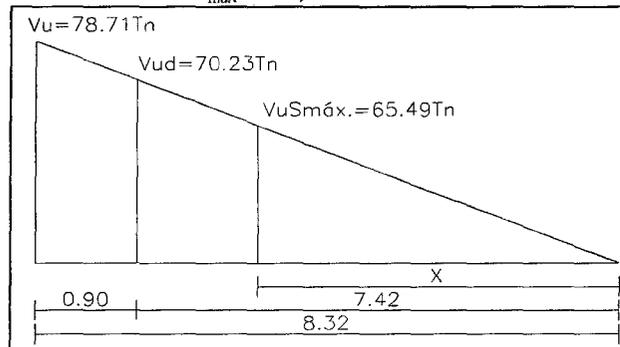
$S = 48 \cdot \phi_{ESTRIBO}$ $S_{CONF}, \text{ el menor}$ $S_{CONF} = 45,74$ cm

$S = 16 \cdot \phi_{LONG}$ $S_{CONF} = 40,64$ cm

$S_{CONF} = 40,00$ cm

Corte resistente con $S_{m\acute{a}x} = 25.00$ cm : $V_u S_{m\acute{a}x} = \phi V_c + \frac{\phi \cdot A_v \cdot f_y \cdot d}{S_{m\acute{a}x}} > V_\mu$

$V_u S_{m\acute{a}x} = 65,4868$ Tn



De la gráfica X es:

$X = 6,92$ m

Corte resistente con $S = 20.00$ cm :

$V_u S_{15} = 71,0867$ Tn

$X = 7,51$ m

Estribos	Distancia parcial	Dist. acum.
1 ϕ 3/8" @ 10 cm	10,00 cm	10,00 cm
7 ϕ 3/8" @ 20.0 cm	140,00 cm	150,00 cm
27 ϕ 3/8" @ 25.0 cm	675,00 cm	825,00 cm

Distribución de estribos:

ϕ 3/8": 1@ 10.0 + 7@ 20.0 + re@ 25.0 de c/extremo



5,0 VERIFICACIONES POR SERVICIO

5,1 AGRIETAMIENTO:

$$Z = f_s \cdot \sqrt[3]{A \cdot d_c} < Z_{m\acute{a}x} = 23000 \text{ kg/cm}^2$$

$$A = \frac{2 \cdot X \cdot b}{N^{\circ} \text{ varillas}}$$

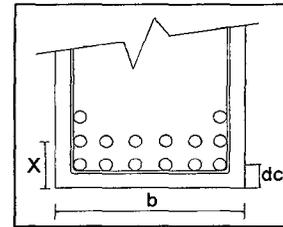
$$r = 5.0 \text{ cm}$$

$$\phi = 1''$$

$$A_s = 22 \phi 1''$$

$$b = 60 \text{ cm}$$

$$d_c = r + \frac{\phi}{2}$$



Esfuerzo actuante:

$$f_s = \frac{M}{A_s \cdot j \cdot d} < 0.6 f_y$$

Donde: $M = M_D + M_L + M_I = 186,682 \text{ Tn-m}$

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

para $f_c' = 210 \text{ kg/cm}^2$
 $j = 0,904$

$$A_s = 111,476 \text{ cm}^2$$

$$d_c = 7,22 \text{ cm}$$

$$X = 10,00 \text{ cm}$$

$$A = 54,545 \text{ cm}^2$$

$$f_s = 1684,08 \text{ kg/cm}^2$$

$$< 0.6 f_y : 2520 \text{ kg/cm}^2$$

Por lo tanto

$$f_s = 2520 \text{ kg/cm}^2$$

$$Z = 18471 \text{ kg/cm}^2$$

$$< Z_{m\acute{a}x} : 23000 \text{ kg/cm}^2$$

5,2 VERIFICACION POR FATIGA EN EL ACERO:

Debe verificarse que se cumpla:

$$f_{sact} < f_{sadm}$$

$$f_{sact} = f_{sm\acute{a}x} - f_{sm\acute{i}n}$$

$$f_{sm\acute{a}x} = \frac{M_a}{A_s \cdot j \cdot d}$$

$$f_{sm\acute{i}n} = \frac{M_D}{A_s \cdot j \cdot d}$$

donde:

$$j = 1 - \frac{k}{3}$$

$$k = \frac{n \cdot f_c}{n \cdot f_c + f_s}$$

$$y \quad n = \frac{E_s}{E_c}$$

$$f_{sadm} = 1635.36 - 0.33 f_{sm\acute{i}n}$$

$$f_{sact} = f_{sm\acute{a}x} - f_{sm\acute{i}n} < f_{sadm}$$

$$M_a = M = 186,682 \text{ Tn-m}$$

$$M_D = 108,584 \text{ Tn-m}$$

$$A_s = 111,476 \text{ cm}^2$$

$$f_{sm\acute{i}n} = 979,55 \text{ kg/cm}^2$$

$$f_{sm\acute{a}x} = 1684,08 \text{ kg/cm}^2$$

$$f_{sadm} = 1312,11 \text{ kg/cm}^2$$

Se cumple:

$$f_{sact} = 704,53 \text{ kg/cm}^2$$

$$< f_{sadm} = 1312,11 \text{ kg/cm}^2$$

5,3 VERIFICACION POR VIBRACIONES:

$$f = \frac{2}{\pi \cdot L^2} \sqrt{\frac{3E_c \cdot I \cdot g}{W_D}} > 6 \text{ ciclos / segundo}$$

$$I = \frac{L \cdot h^3}{12}$$

$$L = L' + 2C$$

$$L' = 16,00 \text{ m}$$

$$C = 0,60 \text{ m}$$

$$h = 1,20 \text{ m}$$

$$g = 9,80 \text{ m/seg}^2$$

$$E_s = 2 \cdot 10^6 \text{ Tn/m}^2$$

$$W_D = 3,1524 \text{ Tn/m}$$

$$L = 17,20 \text{ m}$$

$$I = 2,477 \text{ m}^4$$

$$f = 15$$

Cumple con:

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

FACULTAD DE INGENIERIA

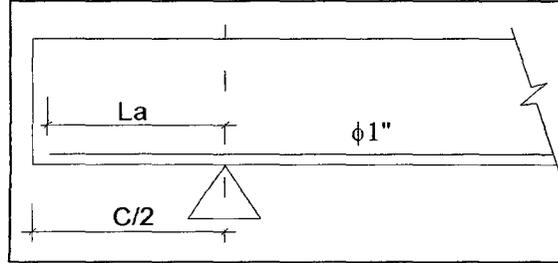
ESCUELA ACADEMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

PROYECTO DEL PUENTE "EL TINGO" SOBRE EL RÍO GRANDE CARRETERA LLUSHCAPAMPA BAJA - EL ALISO

$$f = 15 > 6 \text{ ciclos/segundo}$$

5,4 ADHERENCIA Y ANCLAJE:

Revisión del anclaje del acero que ingresa a los apoyos.



$$La = \frac{C}{2} - 5$$

$$La = 25,00 \text{ cm}$$

$$Ab = 5,07 \text{ cm}$$

$$\phi_b = 2,54 \text{ cm}$$

$$As = 111,476 \text{ cm}^2$$

$$Vu = 78,7141 \text{ Tn}$$

$$Ldb = \frac{0.06 Ab \cdot fy}{\sqrt{fc'}} \leq 0.006 (\phi_b \cdot fy)$$

$$Ldb = 88,11 \text{ cm} \leq 0.006 (\phi_b \cdot fy) = 64,01 \text{ cm}$$

Por lo tanto: $Ldb = 88,11 \text{ cm}$ (se toma el mayor)

Momento nominal (Mn) $Mn = w \cdot b \cdot d^2 \cdot fc' (1 - 0.59w)$

donde:

$$w = \rho \frac{fy}{fc'} \quad y \quad \rho = \frac{As}{b \cdot d}$$

$$\rho = 0,016890249$$

$$w = 0,337804986$$

$$Mn = 412,372 \text{ Tn-m}$$

Luego: $1.3 \frac{Mn}{Vu} + La > Ldb$

$$7,061 \text{ m} > 0.89 \text{ m}$$

De lo cual se puede asegurar que el acero a utilizar es el adecuado

6,0 CONTRAFLECHA EN EL CENTRO DE LA VIGA

Con cargas de servicio

$$\text{Contraflecha} = \Delta_{\text{evac.aguas}} + \Delta_{\text{máx}}$$

$$\Delta_{\text{máx}} = \Delta_{\text{cp}} + \Delta_{\text{s/c}}$$

$$\Delta_{\text{cp}} = \Delta_{\text{i(cp)}} + \Delta_{\text{d(cp)}}$$

- *Contraflecha por evacuación de aguas.*

Considerando una pendiente de 0.5 % para que discurran las aguas:

$$\Delta_{\text{evac.aguas}} = \frac{0.005 \cdot 16.60}{2}$$

$$\Delta_{\text{evac.aguas}} = 4,15 \text{ cm}$$

- *Contraflecha por carga permanente.*

$$\Delta_{\text{cp}} = \Delta_{\text{i(cp)}} + \Delta_{\text{d(cp)}}$$

. Deformación instantanea por carga permanente en el centro de la luz:

$$\Delta_{\text{i(cp)}} = \frac{5W_D \cdot L^4}{384 E_c \cdot I_e}$$

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

FACULTAD DE INGENIERIA

ESCUELA ACADEMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

PROYECTO DEL PUENTE "EL TINGO" SOBRE EL RÍO GRANDE CARRETERA LLUSHCAPAMPA BAJA - EL ALISO

Donde:

$$I_e = \left(\frac{M_{ag}}{M_a} \right)^3 \cdot I_g + \left[1 - \left(\frac{M_{ag}}{M_a} \right)^3 \right] \cdot I_{cr} \leq I_g$$

$$M_{ag} = \frac{2ft \cdot I_g}{t}$$

$$ft = 2\sqrt{fc'}$$

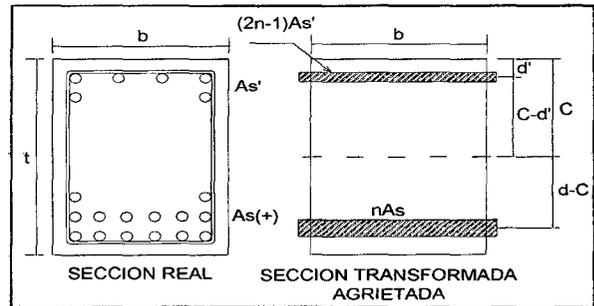
$$I_g = \frac{b \cdot t^3}{12}$$

$$I_{cr} = \frac{b \cdot c^3}{3} + nAs(d-c)^2 + (2n-1)As'(c-d')^2$$

$$C = \frac{\gamma}{b} \left(\sqrt{\frac{2P \cdot b}{\gamma^2} + 1} - 1 \right)$$

$$P = n \cdot As \cdot d + (2n-1)As' \cdot d'$$

$$\gamma = n \cdot As + (2n-1)As'$$



Reemplazando valores en las expresiones anteriores tenemos:

$n = 9$	$fc' = 210,00 \text{ kg/cm}^2$
$d' = 6,90 \text{ cm}$	$dc = 10,00 \text{ cm}$
$t = 120 \text{ cm}$	$d = 110,00 \text{ cm}$
$As (22\phi 1") = 111,476 \text{ cm}^2$	$b = 60,00 \text{ cm}$
$As' (6\phi 3/4") = 17,101 \text{ cm}^2$	$Ma = 186,682 \text{ Tn-m}$
$n \cdot As = 1003,281 \text{ cm}^2$	$WD = 3,1524 \text{ Tn/m}$
$(2n-1)As' = 290,723 \text{ cm}^2$	$L = 16,60 \text{ m}$
$\gamma = 712,557 \text{ cm}^2$	$Ec = 218819,79 \text{ kg/cm}^2$
$P = 112366,88 \text{ cm}^3$	
$C = 50,47 \text{ cm}$	
$I_{cr} = 6678309,14 \text{ cm}^4$	
$I_g = 8640000,00 \text{ cm}^4$	
$ft = 28,98 \text{ kg/cm}^2$	
$M_{ag} = 41,735 \text{ Tn-m}$	
$I_e = 6700228,50 \text{ cm}^4$	$< I_g$

Luego obtenemos la deformación instantanea

$$\Delta i(cp) = 2,13 \text{ cm}$$

• Deformación de larga duración por carga permanente:

$$\Delta d(cp) = \lambda \cdot \Delta i(cp)$$

$$\lambda = \frac{\xi}{1 + 50\rho'} \quad \xi = 2 \quad (\text{Para más de 5 años})$$

$$\rho' = \frac{As'}{b \cdot d}$$

$$\rho' = 0,0025911$$

$$\lambda = 1,771$$

$$\Delta d (cp) = 3,76 \text{ cm}$$

Luego la deformación total por carga permanente será:

$$\Delta cp = 5,89 \text{ cm}$$

- *Deformación instantánea por sobrecarga vehicular.*

Para calcular esta deflexión utilizaremos el método de la viga conjugada.

Primero ubicamos el camión de diseño en la posición que produce el máximo momento en el centro de la luz, porque es en este punto que interesa conocer la deflexión.

Cargas actuantes:

$$\lambda.P.(1+I) = 11,65 \text{ Tn}$$

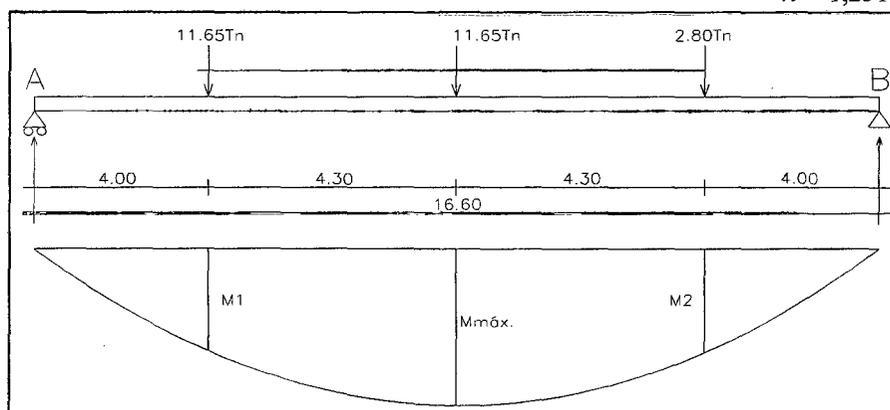
$$\lambda.P'.(1+I) = 2,80 \text{ Tn}$$

$$P = 7,40 \text{ Tn}$$

$$P' = 1,78 \text{ Tn}$$

$$I = 0,279$$

$$\lambda = 1,231$$



De la gráfica se tiene:

$$RA = 15,55 \text{ Tn}$$

$$RB = 10,54 \text{ Tn}$$

$$M1 = 62,19 \text{ Tn}$$

$$M2 = 42,18 \text{ Tn}$$

$$Mmáx = 78,97 \text{ Tn}$$

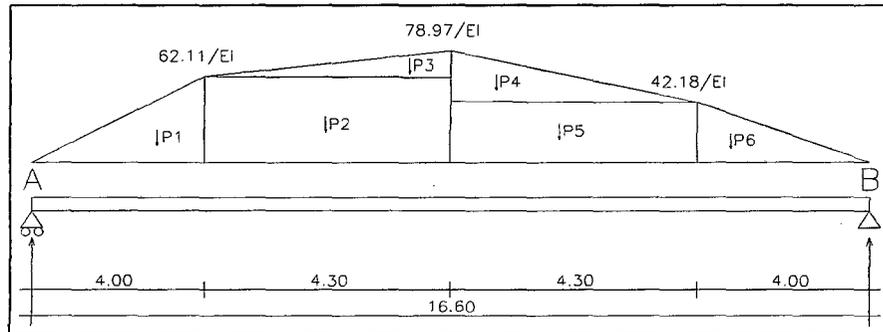
Cargamos a la viga conjugada con el diagrama de momentos (M/EI) de la viga real, la fuerza cortante de la viga conjugada en una sección cualquiera es igual a la pendiente de la tangente de la viga real en ese punto, y el momento flexionante de la viga conjugada en un punto cualquiera es el desplazamiento de ese punto en la viga real.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

FACULTAD DE INGENIERIA

ESCUELA ACADEMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

PROYECTO DEL PUENTE "EL TINGO" SOBRE EL RÍO GRANDE CARRETERA LLUSHCAPAMPA BAJA – EL ALISO



$$P_1 = 124,38 / Ec.Ie \text{ Tn-m}^2$$

$$E = Ec$$

$$P_2 = 267,4 / Ec.Ie \text{ Tn-m}^2$$

$$I = Ie$$

$$P_3 = 36,07 / Ec.Ie \text{ Tn-m}^2$$

$$P_4 = 79,10 / Ec.Ie \text{ Tn-m}^2$$

$$Ec = 218819,79 \text{ kg/cm}^2$$

$$P_5 = 181,4 / Ec.Ie \text{ Tn-m}^2$$

$$Ie = 6700228,50 \text{ cm}^4$$

$$P_6 = 84,36 / Ec.Ie \text{ Tn-m}^2$$

$$RA = 407,4 / Ec.Ie \text{ Tn-m}^2$$

La deflexión en el centro de la luz:

$$\Delta s / c = \frac{\sum Mc}{Ec.Ie} = RA * 8.30 - P_1 * (4.3 + 4/3) - P_2 * 2.15 - P_3 * 4.3/3$$

$$\Delta s / c = 2053,7454 / Ec.Ie \text{ Tn-m}^3$$

$$\Delta s / c = 1,40 \text{ cm}$$

- Deflexión máxima en el centro de la viga.

$$\Delta_{\text{máx}} = \Delta_{cp} + \Delta s / c$$

$$\Delta_{\text{máx}} = 7,29 \text{ cm}$$

Por lo tanto la contraflecha en el centro de la viga será:

$$\text{Contraflecha} = \Delta_{\text{vac.aguas}} + \Delta_{\text{máx}}$$

$$\text{Contraflecha} = 11,44 \text{ cm}$$

Se dará a las vigas principales una contraflecha mínima de 11.50 cm

7,0 CALCULO DE LA LONGITUD DE DESARROLLO, GANCHOS

7,1 DESARROLLO DE BARRAS CORRUGADAS SUJETAS A TRACCION:

Longitud de desarrollo basica.

$$L_{db} = \frac{0.06 * A_b * f_y}{\sqrt{f_c'}} \leq 0.006(\phi_b.f_y) \quad (\text{se toma el mayor})$$

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

FACULTAD DE INGENIERIA

ESCUELA ACADEMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

PROYECTO DEL PUENTE "EL TINGO" SOBRE EL RÍO GRANDE CARRETERA LLUSHCAPAMPA BAJA - EL ALISO

7,2 DESARROLLO DE BARRAS CORRUGADAS SUJETAS A COMPRESION:

Longitud de desarrollo

$$L_d = \frac{0.08 * \phi_b * f_y}{\sqrt{f_c'}} \leq 0.004(\phi_b * f_y) \quad (\text{se toma el mayor})$$

A continuación se presenta una tabla con longitudes de desarrollo para diferentes diámetros

DIAMETRO (pulgadas)	DENOMINACION (número)	f_c' (kg/cm^2)	TRACCION Ld (cm)	COMPRESION Ld (cm)
3/8"	3	210	30	22
1/2"	4	210	32	30
5/8"	5	210	40	37
3/4"	6	210	50	44
1"	8	210	89	59

7,3 DESARROLLO DE GANCHOS ESTANDAR EN TRACCION

Para barras de refuerzo que terminan en ganchos estandar, será:

$$L_{dg} = \frac{318 * \phi_b}{\sqrt{f_c'}}$$

medida desde la sección crítica hasta el borde exterior del doblez será la mayor de todas.

$$L_{dg} = 0.004(\phi_b * f_y)$$

$$L_{dg} \geq 15 \text{ cm}$$

A continuación se presenta una tabla con longitudes de anclaje con gancho.

DIAMETRO (pulgadas)	DENOMINACION (número)	f_c' (kg/cm^2)	TRACCION Ldg (cm)
3/8"	3	210	21
1/2"	4	210	28
5/8"	5	210	35
3/4"	6	210	42
1"	8	210	56

8,0 EMPALMES EN EL REFUERZO

Los refuerzos se deberán empalmar preferentemente en zonas de esfuerzos bajos.

EMPALMES POR TRASLAPE DE BARRAS CORRUGADAS SUJETAS A TRACCION

Empalme tipo B: $Le = 1.3 * L_d$

Si se empalma en zonas de esfuerzos altos y si se empalma menos de la mitad de las barras dentro de una longitud requerida de traslape.

Empalme tipo C: $Le = 1.7 * L_d$

Si se empalma más de la mitad de las barras dentro de una longitud requerida de traslape.

EMPALMES POR TRASLAPE DE BARRAS CORRUGADAS SUJETAS A COMPRESION

La longitud mínima de un empalme traslapado en compresión será la longitud de desarrollo en compresión indicada anteriormente, debiendo ser además no menor a 30 cm.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

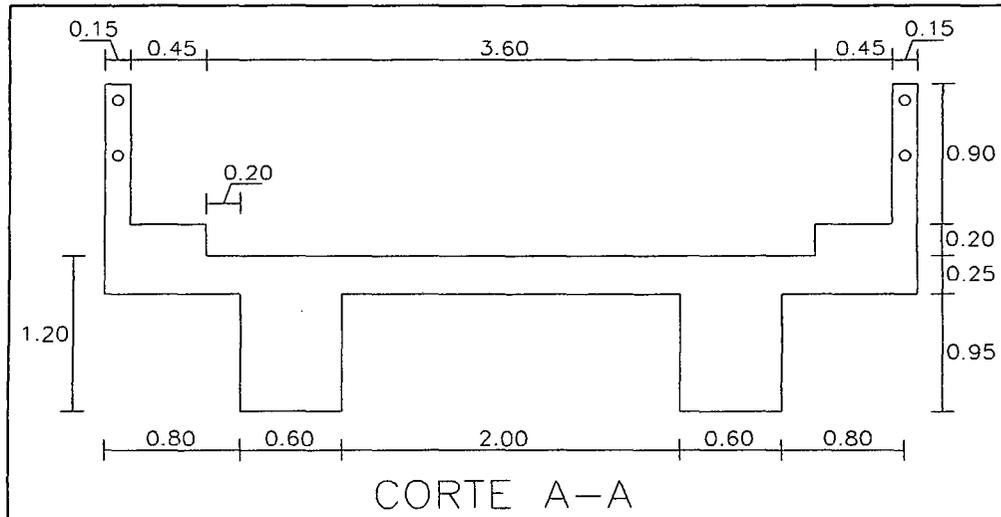
FACULTAD DE INGENIERIA

ESCUELA ACADEMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

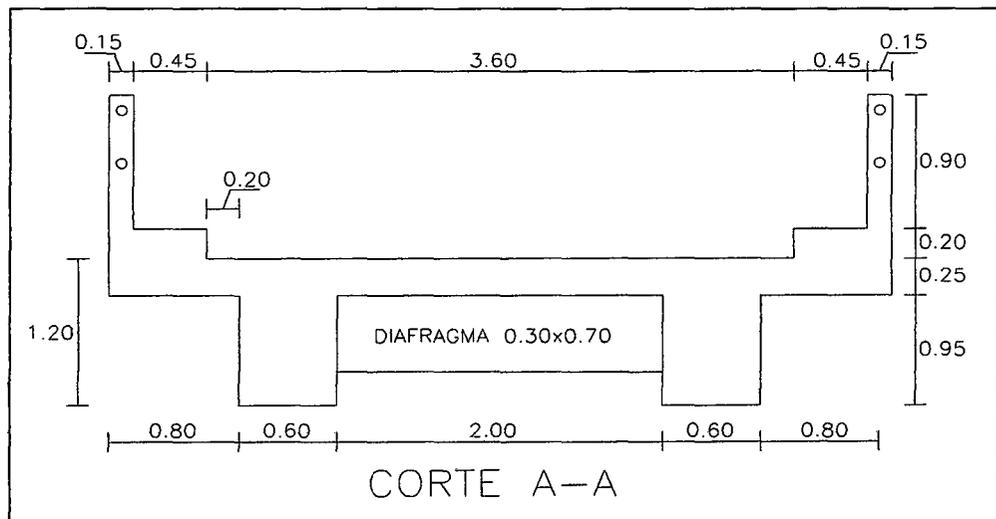
PROYECTO DEL PUENTE "EL TINGO" SOBRE EL RÍO GRANDE CARRETERA LLUSHCAPAMPA BAJA - EL ALISO

C. DISEÑO DE DIAFRAGMAS

Para el diseño trabajaremos con su longitud en planta como se puede apreciar en los siguientes gráficos.



Para el diseño trabajaremos con esta sección para el diafragma, pues nos permite observar su longitud real.



NUMERO Y ESPACIAMIENTO DE DIAFRAGMAS:

Longitud total del puente = 17,20 m > 10,00 m
por lo tanto se usara 3 diafragmas

Espaciamento:

$$L \leq 25b = 15,00 \text{ m}$$

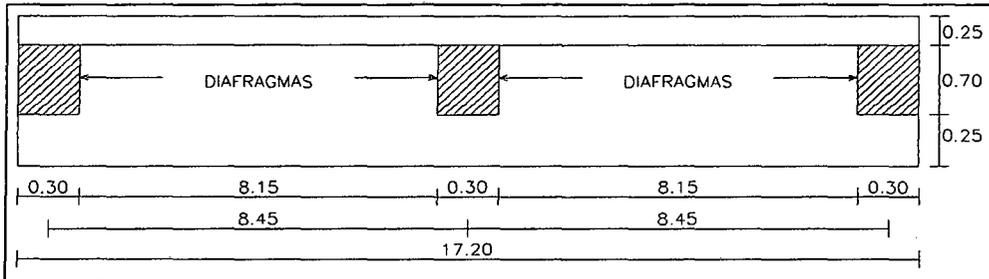
$$L \leq 20S' = 40,00 \text{ m}$$

Con tres diafragmas se satisfacen los requerimientos mínimos de espaciamento.

PREDIMENSIONAMIENTO:

Asumiendo: $t = 0,70 \text{ m}$
 $b = 0,30 \text{ m}$
 $d = 0,60 \text{ m}$

Con las dimensiones anteriores tenemos el siguiente perfil:



1) DISEÑO DEL DIAFRAGMA INTERMEDIO:

Longitud de influencia: $\ell = 8,45 \text{ m}$

Peso propio: $W_{pp} = 0,50 \text{ Tn/m}$

Momentos flectores en la Losa

Por carga permanente: $M_D (-) = 0,324 \text{ Tn-m}$

Por sobrecarga vehicular: $M_L (-) = 0,990 \text{ Tn-m}$

Momento torsor en las vigas principales.

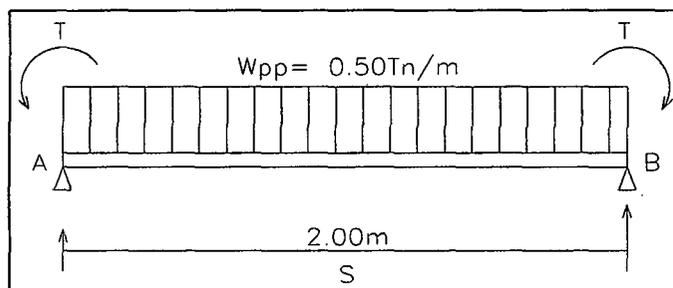
Por carga permanente: $T_D = 0,70 * M(-)_{LOSA} * L$

$T_D = 1,914 \text{ Tn-m}$

Por sobrecarga vehicular: $T_L = 0,70 * M(-)_{LOSA} * L$

$T_L = 5,859 \text{ Tn-m}$

1,1 CALCULO DE MOMENTOS FLECTORES EN EL DIAFRAGMA



Momento por peso propio: $M_{pp} = \frac{W_{pp} * S^2}{10}$ $S = 2,00 \text{ m}$

$M_{pp} = 0,202 \text{ Tn-m}$

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

FACULTAD DE INGENIERIA

ESCUELA ACADEMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

PROYECTO DEL PUENTE "EL TINGO" SOBRE EL RÍO GRANDE CARRETERA LLUSHCAPAMPA BAJA - EL ALISO

- Por carga permanente:

$$M_D(\pm) = M_{pp} + T_D$$

$$M_D(\pm) = 2,115 \text{ Tn-m}$$

- Por sobrecarga:

$$M_L(\pm) = T_L$$

$$M_L(\pm) = 5,859 \text{ Tn-m}$$

- Por impacto:

$$M_I = I * M_L$$

$$I = \frac{50}{3.28 * S + 125} \leq 0.30 \quad I = 0,38$$

entonces: $I = 0,30$

$$M_I(\pm) = 1,758 \text{ Tn-m}$$

1,2 CALCULO DE FUERZAS CORTANTES

En la cara del apoyo

Corte por peso propio

$$V_{pp} = \frac{W_{pp} * S}{2}$$

$$V_{pp} = 0,504 \text{ Tn.}$$

- Corte por carga permanente

$$V_D = V_{pp} + \frac{T_D}{S}$$

$$V_D = 1,461 \text{ Tn.}$$

- Corte por sobrecarga

$$V_L = \frac{T_L}{S}$$

$$V_L = 2,929 \text{ Tn.}$$

- Corte por impacto

$$V_I = I * V_L$$

$$V_I = 0,879 \text{ Tn.}$$

1,3 DISEÑO DEL ACERO

a) POR FLEXION

Momento de diseño:

$$M_{\mu} = 1.3 [M_D + 1.67 (M_L + M_I)]$$

$$M_{\mu} = 19,284 \text{ Tn-m}$$

Momento resistente del concreto:

$$\begin{aligned} \phi M_c &= \phi \cdot K \cdot b \cdot d^2 \\ \text{para } f_c' &= 210 \text{ Kg/cm}^2 \\ k &= 54,35 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \phi &= 0,90 \\ b &= 30,00 \text{ cm} \\ d &= 60,00 \text{ cm} \end{aligned}$$

$$\phi M_c = 52,83 \text{ Tn-m} > M_{\mu}$$

Por lo tanto la sección será simplemente armada

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

FACULTAD DE INGENIERIA

ESCUELA ACADEMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

PROYECTO DEL PUENTE "EL TINGO" SOBRE EL RÍO GRANDE CARRETERA LLUSHCAPAMPA BAJA - EL ALISO

Cálculo del índice de refuerzo: $w = 0.85 - \sqrt{0.7225 - \frac{1.7M\mu}{\phi \cdot f_c' \cdot b \cdot d^2}}$

$$w = 0.85 - \sqrt{0.7225 - \frac{1.7 * 16.644 * 10^5}{0.90 * 210 * 25 * 40^2}}$$

$$w = 0,100406334$$

Cálculo de la cuantía: $\rho = w \frac{f_c'}{f_y}$

$$\rho = 0,0050203$$

menor que la cuantía máxima: 0.0159375

Área de acero a tracción: $A_s = \rho \cdot b \cdot d$

$$A_s = 9,037 \text{ cm}^2$$

Acero mínimo: $A_{s \text{ mín}} = \frac{0.7 \sqrt{f_c'}}{f_y} (b \cdot d)$

$$A_{s \text{ mín}} = 4,347 \text{ cm}^2$$

Por lo tanto :

$$A_s = 9,037 \text{ cm}^2$$

Acero en compresión (A_s'):

$$A_s' = A_{s \text{ mín}}$$

$$A_s' = 4,347 \text{ cm}^2$$

ACERO	Valor	ϕ	Área de acero	% de Variación
A_s	9,037 cm ²	2 ϕ 3/4" + 2 ϕ 5/8"	9,659 cm ²	6,89 %
A_s'	4,347 cm ²	4 ϕ 1/2"	5,067 cm ²	16,55 %

Acero mínimo por flambéo:

$$A_{s \text{ Lat}} = 0.002 (b \cdot d)$$

$$A_{s \text{ Lat}} = 3,60 \text{ cm}^2$$

ACERO	Valor	ϕ	Área de acero
$A_{s \text{ Lat}}$	3,60 cm ²	2 ϕ 5/8"	3,959 cm ²

b) POR CORTANTE

Cortante factorizado: $V_\mu = 1.3[V_D + 1.67(V_L + V_I)]$

$$V_\mu = 1.3[1.461 + 1.67(2.929 + 0.879)]$$

$$V_u = 10,1664 \text{ Tn}$$

Corte que resiste el concreto:

$$\phi V_c = \phi * 0.53 \sqrt{f_c'} * (b \cdot d) \quad ; \quad \phi = 0.85$$

$$\phi V_c = 11,751 \text{ Tn} \quad > \quad V_u$$

Por lo tanto el diafragma sólo llevará estribos por confinamiento

Espaciamiento por confinamiento:

$$S = b \qquad S_{CONF} = 30,00 \text{ cm}$$

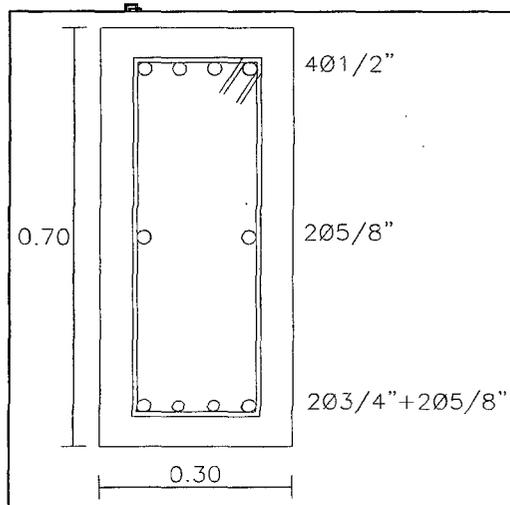
$$S = 48 * \phi_{ESTRIBO} \qquad S_{CONF}, \text{ el menor} \qquad S_{CONF} = 30,48 \text{ cm}$$

$$S = 16 * \phi_{LONG} \qquad S_{CONF} = 25,40 \text{ cm}$$

$$S_{CONF} = 25,40 \text{ cm}$$

Distribución de estribos:

$\phi \ 1/4"$: 1@ 12.5 + re@ 25.0 de c/extremo



2) DISEÑO DE DIAFRAGMA LATERAL:

Longitud de influencia:

$$\ell = 8,45 \text{ m}$$

Peso propio:

$$W_{pp} = 0,50 \text{ Tn/m}$$

Momentos flectores en la Losa

Por carga permanente: $M_D (-) = 0,324 \text{ Tn-m}$

Por sobrecarga vehicular: $M_L (-) = 0,990 \text{ Tn-m}$

Momento torsor en las vigas principales.

Por carga permanente:

$$T_D = 0,35 * M(-)_{LOSA} * L$$

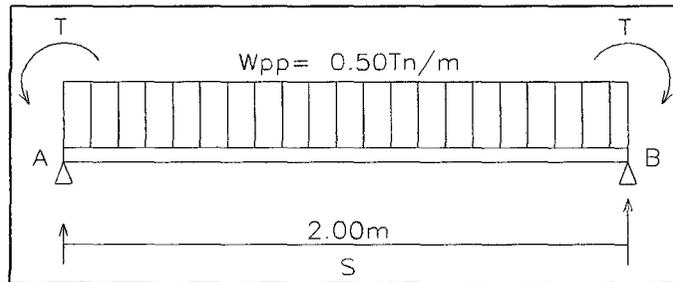
$$T_D = 0,957 \text{ Tn-m}$$

Por sobrecarga vehicular:

$$T_L = 0,35 * M(-)_{LOSA} * L$$

$$T_L = 2,929 \text{ Tn-m}$$

2,1 CALCULO DE MOMENTOS FLECTORES EN EL DIAFRAGMA



Momento por peso propio: $M_{pp} = \frac{W_{pp} \cdot S^2}{10}$ $S = 2,00 \text{ m}$

$$M_{pp} = 0,202 \text{ Tn-m}$$

- Por carga permanente:

$$M_D(\pm) = M_{pp} + T_D$$

$$M_D(\pm) = 1,158 \text{ Tn-m}$$

- Por sobrecarga:

$$M_L(\pm) = T_L$$

$$M_L(\pm) = 2,929 \text{ Tn-m}$$

- Por impacto:

$$M_I = I * M_L$$

$$I = \frac{50}{3.28 * S + 125} \leq 0.30 \quad I = 0,38$$

entonces: $I = 0,3$

$$M_I(\pm) = 0,879 \text{ Tn-m}$$

2,2 CALCULO DE FUERZAS CORTANTES

En la cara del apoyo

Corte por peso propio

$$V_{pp} = \frac{W_{pp} * S}{2}$$

$$V_{pp} = 0,504 \text{ Tn.}$$

- Corte por carga permanente

$$V_D = V_{pp} + \frac{T_D}{S}$$

$$V_D = 0,982 \text{ Tn.}$$

- Corte por sobrecarga

$$V_L = \frac{T_L}{S}$$

$$V_L = 1,465 \text{ Tn.}$$

- Corte por impacto

$$V_I = I * V_L$$

$$V_I = 0,439 \text{ Tn.}$$

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

FACULTAD DE INGENIERIA

ESCUELA ACADEMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

PROYECTO DEL PUENTE "EL TINGO" SOBRE EL RÍO GRANDE CARRETERA LLUSHCAPAMPA BAJA - EL ALISO

2,3 DISEÑO DEL ACERO

a) POR FLEXION

Momento de diseño:

$$M_{\mu} = 1.3[M_D + 1.67(M_L + M_I)]$$

$$M_{\mu} = 9,773 \text{ Tn-m}$$

Momento resistente del concreto:

$$\phi M_c = \phi \cdot K \cdot b \cdot d^2$$

para $f_c' = 210 \text{ Kg/cm}^2$.

$$k = 54,35$$

$$\phi = 0,90$$

$$b = 30,00\text{cm}$$

$$d = 60,00\text{cm}$$

$$\phi M_c = 52,83 \text{ Tn-m} > M_{\mu}$$

Por lo tanto la sección será simplemente armada

Cálculo del índice de refuerzo: $w = 0.85 - \sqrt{0.7225 - \frac{1.7M_{\mu}}{\phi \cdot f_c' \cdot b \cdot d^2}}$

$$w = 0.85 - \sqrt{0.7225 - \frac{1.7 * 16.644 * 10^5}{0.90 * 210 * 25 * 40^2}}$$

$$w = 0,049310313$$

Cálculo de la cuantía: $\rho = w \frac{f_c'}{f_y}$

$$\rho = 0,0024655 \quad \text{menor que la cuantía máxima: } 0.0159375$$

Área de acero a tracción: $A_s = \rho \cdot b \cdot d$

$$A_s = 4,438\text{cm}^2$$

Acero mínimo: $A_{s\text{mín}} = \frac{0.7 \cdot \sqrt{f_c'}}{f_y} (b \cdot d)$

$$A_{s\text{mín}} = 4,347\text{cm}^2$$

Por lo tanto :

$$A_s = 4,438\text{cm}^2$$

Acero en compresión (A_s'):

$$A_s' = A_{s\text{mín}}$$

$$A_s' = 4,347\text{cm}^2$$

ACERO	Valor	ϕ	Área de acero	% de Variación
A_s	4,438 cm ²	4 ϕ 1/2"	5,067cm ²	14,18 %
A_s'	4,347 cm ²	4 ϕ 1/2"	5,067cm ²	16,55 %

Acero mínimo por flambeo:

$$A_{s\text{Lat}} = 0.002 (b \cdot d)$$

$$A_{s\text{Lat}} = 3,60 \text{ cm}^2$$

ACERO	Valor	ϕ	Área de acero
$A_{s\text{Lat}}$	3,60 cm ²	2 ϕ 5/8"	3,959cm ²

b) POR CORTANTE

Cortante factorizado: $V_{\mu} = 1.3[V_D + 1.67(V_L + V_I)]$

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
FACULTAD DE INGENIERIA

ESCUELA ACADEMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

PROYECTO DEL PUENTE "EL TINGO" SOBRE EL RÍO GRANDE CARRETERA LLUSHCAPAMPA BAJA - EL ALISO

$$V\mu = 1.3[0.982 + 1.67(1.465 + 0.439)]$$

$$V_u = 5,4108 \text{ Tn}$$

Corte que resiste el concreto:

$$\phi V_c = \phi * 0.53 \sqrt{f_c'} * (b.d) \quad ; \quad \phi = 0.85$$

$$\phi V_c = 11,751 \text{ Tn} \quad > \quad V_u$$

Por lo tanto el diafragma sólo llevará estribos por confinamiento

Espaciamiento por confinamiento:

$$S = b$$

$$S_{CONF} = 30,00 \text{ cm}$$

$$S = 48 * \phi_{ESTRIBO}$$

} S_{CONF} , el menor

$$S_{CONF} = 30,48 \text{ cm}$$

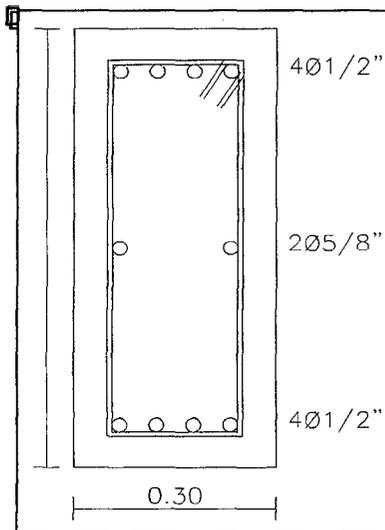
$$S = 16 * \phi_{LONG}$$

$$S_{CONF} = 25,40 \text{ cm}$$

$$S_{CONF} = 25,40 \text{ cm}$$

Distribución de estribos:

ϕ 1/4": 1@ 12.5 + re@ 25.0 de c/extremo



3.5.2 DISEÑO DE APOYOS Y CAJUELA

1.- CALCULO DE LA REACCION "R"

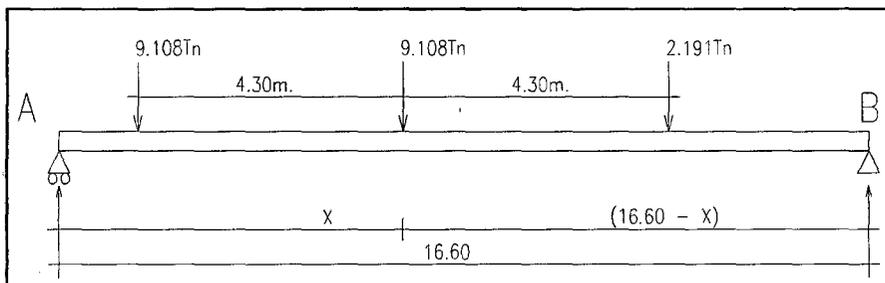
METRADO DE CARGAS

REACCION POR CARGA PERMANENTE

Carga de la viga	$W_D = 3,1524 \text{ Tn/m}$
Longitud total de la viga:	$(L' + 2*C) = 17,20 \text{ m}$
Peso que se transmite al apoyo	
Peso que transmite la viga:	$17.20 * W_D / 2 = 27,11 \text{ Tn.}$
Peso de los diafragmas	$(3 * W_{pp} * S) / 2 = 1,51 \text{ Tn.}$
$S = 2,00 \text{ m}$	28,62 Tn.

REACCION POR SOBRECARGA

Por sobrecarga vehicular



$$R_A = 22.199 - 1.229 X \quad X = 4,30 \text{ m}$$

$$R_A = 16,91 \text{ Tn.}$$

$$R_L = 16,91 \text{ Tn.}$$

Por sobrecarga en volado:

Sobrecarga del Pasamanos: $0.150 * 17.20 / 2 = 1,29 \text{ Tn.}$

$$0.36 * 0.6 * 17.20 / 2$$

Sobrecarga de Veredas: = 1,86 Tn.

$$L_v = 3,15 \text{ Tn.}$$

REACCION POR IMPACTO

$$R_I = I * R_L \quad I = 0,279$$

$$R_I = 4,71 \text{ Tn.}$$

Finalmente tenemos la máxima reacción en el apoyo:

$$R = R_D + R_L + R_I + L_v$$

$$R = 53,40 \text{ Tn.}$$

2.- DETERMINACION DE LAS FUERZAS PARALELAS AL EJE DEL PUENTE

FUERZA HORIZONTAL DE FRENADO

$$F_f = 0.05 * (S/C \text{ Vehicular})$$

$$F_f = 0,85 \text{ Tn.}$$

FUERZA HORIZONTAL DE FRICCION

$$F_r = 0.15 * R$$

$$F_r = 8,01 \text{ Tn.}$$

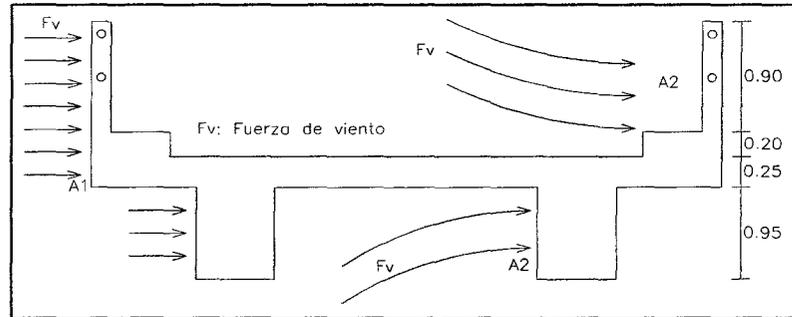
UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

FACULTAD DE INGENIERIA

ESCUELA ACADEMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

PROYECTO DEL PUENTE "EL TINGO" SOBRE EL RÍO GRANDE CARRETERA LLUSHCAPAMPA BAJA- EL ALISO

3.- CÁLCULO DE LA FUERZA PERPENDICULAR AL EJE DEL PUENTE (VIENTO)



Área expuesta directamente al viento:

$$0.9+0.2+0.25+0.95$$

$$A1 = 2,30 \text{ m}^2$$

Área expuesta indirectamente al viento:

$$A2 = 0.9+0.2+0.95$$

$$A2 = 2,05 \text{ m}^2$$

Fuerza del viento cuando el puente está descargado:

$$Fv = 240 \cdot A1 + 120 \cdot A2$$

$$Fv = 798,00 \text{ Kg/m}$$

Fuerza del viento cuando el puente está cargado:

$$Fv = 150 \cdot A1 + 75 \cdot A2 + 300$$

$$Fv = 798,75 \text{ Kg/m}$$

Tomando la mayor fuerza del viento tendremos:

$$Fv = 798,75 \text{ Kg/m.}$$

Fuerza de viento total:

$$Fv = 798.75 \cdot 17.20 / 1000$$

$$Fv = 13,74 \text{ Tn.}$$

En cada viga:

$$Fv = 13.74 / 2$$

$$Fv = 6,87 \text{ Tn.}$$

A. DISEÑO DEL APOYO FIJO

El dispositivo a usar en este tipo de apoyo, serán los denominados Dowels (bastones de acero), idóneos para enlazar el tablero al estribo, sin resistir momentos flectores apreciables

Chequeo de las dimensiones de la cajuela:

Esfuerzo actuante.

$$f_c = \frac{R}{b(C - \Delta)} < 0.45 \cdot f_c'$$

$$f_c (\text{Estribos}) = 140 \text{ Kg/cm}^2.$$

$$f_c = 16,18 \text{ Kg/cm}^2.$$

$$b = 60,00 \text{ cm}$$

$$C = 60,00 \text{ cm}$$

$$\Delta = 5,00 \text{ cm}$$

$$< 63 \text{ Kg/cm}^2.$$

Diseño de bastones

Fuerza horizontal total será:

$$F_h = F_f + F_s$$

$$F_h = 7,72 \text{ Tn.}$$

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

FACULTAD DE INGENIERIA

ESCUELA ACADEMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

PROYECTO DEL PUENTE "EL TINGO" SOBRE EL RÍO GRANDE CARRETERA LLUSHCAPAMPA BAJA- EL ALISO

Fuerza perpendicular total será:

$$F_v = 6,87 \text{ Tn.}$$

La fuerza total será:

$$F = \sqrt{F_h^2 + F_v^2}$$

$$F = 10,33 \text{ Tn.}$$

DISEÑO DEL ACERO

$$A_{\text{bast}} = \frac{\sum F_h}{0.40 * f_y}$$

Con acero $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$

$$A_{\text{Sbastón}} = 6,15 \text{ cm}^2$$

Usando varillas de acero $\phi 5/8" = 1,98 \text{ cm}^2$

$$N^\circ \text{ var.} = 3,1$$

$$N^\circ \text{ var.} = 4,0$$

Longitud de anclaje

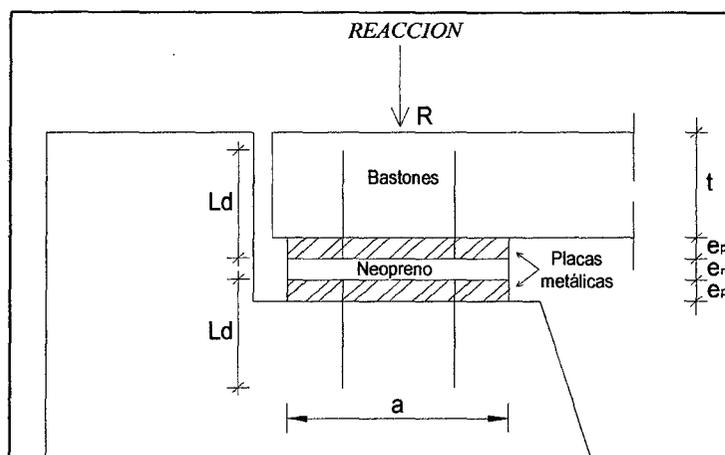
$$L_{db} = \frac{0.06 A_b f_y}{\sqrt{f_c'}} \geq 0.006 \phi_b f_y \quad \text{o} \quad \geq 30 \text{ cm}$$

$$L_{db} = 42,16 \text{ cm} \quad > \quad 40,07 \text{ cm}$$

Por lo tanto

$$L_{db} = 45,00 \text{ cm}$$

B. DISEÑO DEL APOYO MOVIL DE SIMPLE RESBALAMIENTO



CÁLCULO DE LA SECCION

$$a * b = \frac{R}{0.45 f_c'} \quad f_c' = 140 \text{ kg/cm}^2$$

b: ancho de la viga.

$$b = 60,00 \text{ cm}$$

Entonces el valor de "a" será:

$$a = 14,13 \text{ cm}$$

Adoptamos:

$$a = 20,00 \text{ cm}$$

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

FACULTAD DE INGENIERIA

ESCUELA ACADEMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

PROYECTO DEL PUENTE "EL TINGO" SOBRE EL RÍO GRANDE CARRETERA LLUSHCAPAMPA BAJA- EL ALISO

El área de la sección será:

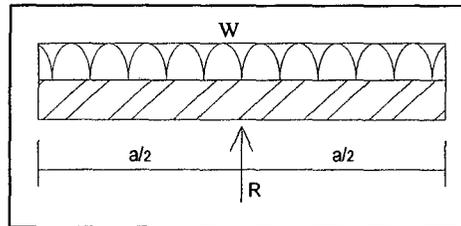
$$A = a \cdot b$$

$$A = 1200 \text{ cm}^2$$

El esfuerzo unitario actuante en la placa será:

$$t = R / (a \cdot b)$$

$$t = 44 \text{ kg/cm}^2$$



La carga repartida será:

$$W = \frac{R}{a}$$

$$W = 2669,87 \text{ Kg/cm}$$

Espesor necesario por flexión.

$$e = \sqrt{\frac{6 M}{b \cdot f_{adm}}}$$

Donde:

$$M = \frac{w \cdot a^2}{8}$$

$$M = 133493,52 \text{ Kg-cm}$$

Con acero estructural A-36

$$f_y = 2530 \text{ kg/cm}^2$$

$$f_{adm} = 0.60 \cdot f_y$$

$$f_{adm} = 1518 \text{ kg/cm}^2$$

Entonces:

$$e = 2,97 \text{ cm}$$

$$e = 1\frac{1}{4}''$$

Espesor necesario por cortante.

$$e = \frac{V}{0.40 \cdot f_y \cdot b}$$

Donde:

$$V = \frac{w \cdot a}{2}$$

$$V = 26698,70 \text{ Kg.}$$

Entonces:

$$e = 0,44 \text{ cm}$$

Por lo tanto el espesor de la placa será :

$$e = 1\frac{1}{4}''$$

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

FACULTAD DE INGENIERIA

ESCUELA ACADEMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

PROYECTO DEL PUENTE "EL TINGO" SOBRE EL RÍO GRANDE CARRETERA LLUSHCAPAMPA BAJA- EL ALISO

DIMENSIONES FINALES DE LA PLACA

Usaremos 2 placas, una arriba anclada en la viga y otra abajo anclada al estribo de las siguientes dimensiones:

$$60 \text{ cm} * 20 \text{ cm} * 3.18 \text{ cm} \rightarrow 24" \times 8" \times 1\frac{1}{4}"$$

ESPESOR DEL NEOPRENO

No se puede determinar un "fs" para el Neopreno debido a que es un material deformable Para diseño asumiremos un espesor del Neopreno de:

$$e = 1"$$

Finalmente las dimensiones del Neopreno que se colocara entre las placas de acero será:

$$60 \text{ cm} * 20 \text{ cm} * 2.54 \text{ cm} \rightarrow 24" \times 8" \times 1"$$

CÁLCULO DE LOS PERNOS

Para el diseño de los pernos se toma en cuenta la fuerza de fricción:

$$Fr = 0.15 \times R$$

$$Fr = 8010 \text{ Kg.}$$

Luego:

$$Abas = \frac{Fr}{0.40 * fy}$$

$$Abas = 7,915 \text{ cm}^2 \quad 4 \phi 5/8"$$

$$Abas = 7,912 \text{ cm}^2$$

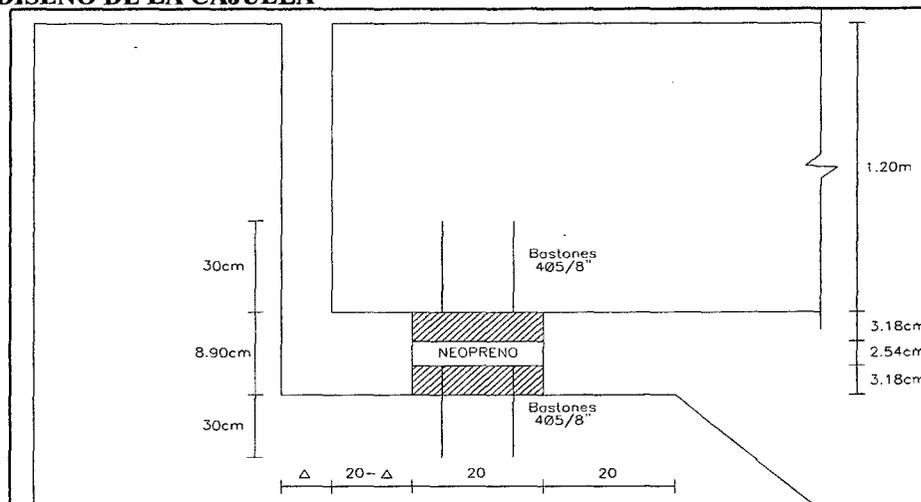
Longitud de anclaje

$$L_{db} = \frac{0.06 Ab.fy}{\sqrt{fc'}} \geq 0.006 \phi b.fy \quad \text{o} \geq 30 \text{ cm}$$

$$Ldb = 25,40 \text{ cm} \quad > \quad 24,14 \text{ cm}$$

Por lo tanto: $Ldb = 30,00 \text{ cm}$

C. DISEÑO DE LA CAJUELA



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

FACULTAD DE INGENIERIA

ESCUELA ACADEMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

PROYECTO DEL PUENTE "EL TINGO" SOBRE EL RÍO GRANDE CARRETERA LLUSHCAPAMPA BAJA- EL ALISO

Δ : Junta de dilatación

$$\Delta = \alpha * (\Delta t) * L + \text{Holgura}$$

Donde:

$\alpha = 0.000011 / ^\circ\text{C}$ Coeficiente de expansión termica para concreto normal

$\Delta t = 50 ^\circ\text{C}$ Variación de temperatura en $^\circ\text{C}$.

$L = 17,20 \text{ m}$ Longitud total de la superestructura.

Reemplazando tenemos.

$$\Delta = 3,49 \text{ cm}$$

$$\Delta = 1\frac{1}{2}''$$

Ancho de la cajuela:

$$C = 60,00 \text{ cm} \approx 0,60 \text{ m}$$

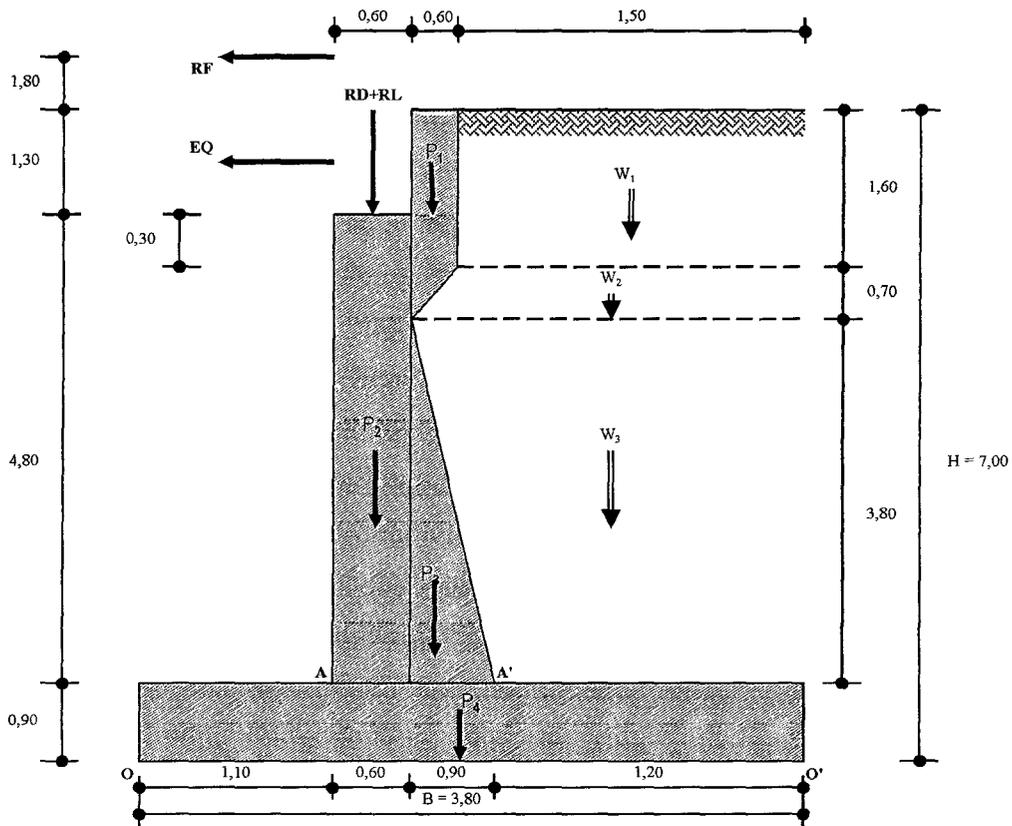
Altura de la cajuela:

$$H = 129 \text{ cm} \approx 1,30 \text{ m}$$

3.5.3 DISEÑO DE LA SUBESTRUCTURA

A. DISEÑO DE ESTRIBO EN VOLADIZO

DESCRIPCION	SIMBOLO	VALOR	UNIDADES
COEFICIENTE DE ACELERACION SISMICA	A	0,10	g
COEFICIENTE SISMICO HORIZONTAL	$K_H = A / 2$	0,05	g
COEFICIENTE SISMICO VERTICAL	K_V	0,05	g
ALTURA SOBRECARGA VEHICULAR	h'	0,60	m
PRESION POR SOBRECARGA	$q = g \cdot h'$	1,08	Tn/m ²
PESO UNITARIO DEL SUELO	g	1,80	Tn/m ³
ANGULO INCLINACION DEL RELLENO	a	0,00	°
ANGULO FRICCION INTERNA DEL RELLENO	f	28,00	°
ANGULO FRICCION ENTRE RELLENO Y EL ESTRIBO	d	30,00	°
ANGULO CARA POSTERIOR DEL ESTRIBO	q	13,32	°
CAPACIDAD PORTANTE DEL TERRENO	st	3,60	kg/cm ²
RESISTENCIA DEL CONCRETO	$f'c$	175,00	kg/cm ²
FRICCION CONCRETO SOBRE CONCRETO	fr	0,70	adim
FRICCION CONCRETO SOBRE SUELO CIMIENTO	frs	0,60	adim
RECUBRIMIENTO LIBRE	r	10,00	cm



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

FACULTAD DE INGENIERIA

ESCUELA ACADEMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

PROYECTO DEL PUENTE "EL TINGO" SOBRE EL RÍO GRANDE CARRETERA LLUSHCAPAMPA BAJA- EL ALISO

1. REACCIONES DE LA SUPERESTRUCTURA

1.1. POR CARGA MUERTA

DESCRIPCION	FORMULA	VALOR	UNIDADES
LONGITUD TOTAL DEL PUENTE	$L_t = L' + 2 \cdot c$	17,20	m
PESO POR METRO LINEAL DE PUENTE	WD	6,30	Tn/m/puente
NUMERO DE DIAFRAGMAS	Nd	3,00	unid
PESO DE CADA DIAFRAGMA	Pd	1,00	Tn
PESO TOTAL DEL PUENTE	$PT = L_t \cdot WD + Nd \cdot Pd$	111,36	Tn
ANCHO TOTAL DEL PUENTE	BT	4,80	m
ANCHO ADICIONAL EN EL ESTRIBO	Ba	0,35	m
ANCHO TOTAL DEL ESTRIBO	$BE = BT + 2 \cdot Ba$	5,50	m
REACCION POR CARGA MUERTA	$RD = PT / (2 \cdot BE)$	10,12	Tn/m

1.2. POR CARGA VIVA

DESCRIPCION	FORMULA	VALOR	UNIDADES
LUZ DE CALCULO	$L = L' + c$	16,60	m
NUMERO DE VIAS	Nv	1,00	unid
CARGA RUEDA DELANTERA	P	1,78	Tn
SEPARACION MINIMA ENTRE EJES	A	4,30	m
REACCION TOTAL POR CARGA VIVA	$PL = P \cdot Nv \cdot (18L - 12A) / L$	26,51	Tn
REACCION POR CARGA VIVA	$RL = PL / BE$	4,82	Tn/m

1.3. POR SISMO

DESCRIPCION	FORMULA	VALOR	UNIDADES
COEFICIENTE DE ACELERACION SISMICA	A	0,10	m
REACCION POR CARGA MUERTA	RD	10,12	Tn/m
REACCION POR SISMO	$EQ = RD \cdot A$	1,01	Tn/m

1.4. POR FRENADO

DESCRIPCION	FORMULA	VALOR	UNIDADES
NUMERO VIAS IGUAL SENTIDO TRAFICO	Nvi	1,00	unid
CARGA RUEDA DELANTERA	P	1,78	Tn
PESO TOTAL CAMION DE DISEÑO	$18 \cdot P$	32,04	Tn
FUERZA DE FRENADO	$FF = 0,25 \cdot (18 \cdot P)$	8,01	Tn
REACCION POR FRENADO	$RF = FF / BE$	1,46	Tn/m

2. FUERZAS Y MOMENTOS POR PESO PROPIO

FUERZA	VALOR	BRAZO	MOMENTO
	Tn	m	Tn.m
P ₁	2,81	1,98	5,57
P ₂	6,91	1,40	9,68
P ₃	4,10	2,00	8,21
P ₄	8,21	1,90	15,60
W ₁	4,32	3,05	13,18
W ₂	2,27	2,89	6,56
W ₃	11,29	2,95	33,35
F _o	39,91	M _o	92,12

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

FACULTAD DE INGENIERIA

ESCUELA ACADEMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

PROYECTO DEL PUENTE "EL TINGO" SOBRE EL RÍO GRANDE CARRETERA LLUSHCAPAMPA BAJA- EL ALISO

3. EMPUJE DEL RELLENO CON SISMO Y SOBRECARGA

DESCRIPCION	FORMULA	VALOR	UNIDAD
ANGULO θ_0	$\theta_0 = \text{tg}^{-1} \left(\frac{K_H}{1 - K_V} \right)$	3,01	°
COEFICIENTE PARA EMPUJE ACTIVO DE RELLENO	$C_{ea} = \frac{\cos^2(\phi - \theta_0 - \theta)}{\cos\theta_0 \cos^2\theta \cos(\delta + \theta + \theta_0) \left[1 + \frac{\text{sen}(\phi + \delta) \cdot \text{sen}(\phi - \theta_0 - \alpha)}{\cos(\delta + \theta + \theta_0) \cos(\theta - \alpha)} \right]^2}$	0,49	adim

3.1. EMPUJE HORIZONTAL

EMPUJE HORIZONTAL	H ₀ m	FORMULA	VALOR Tn	0.4·H ₀ m	MOMTO	VALOR Tn.m
RESPECTO de O	7,00	$E_{H0} = (1 - K_V) \left[\gamma \frac{H_0^2}{2} \cos\delta + \frac{q \cos\theta}{\cos(\theta - \alpha)} H_0 \right] C_{ea}$	21,33	2,80	M _{EH}	59,73

3.2. EMPUJE VERTICAL

EMPUJE VERTICAL	H ₀ m	FORMULA	VALOR Tn	BRAZO m	MOMTO	VALOR Tn.m
RESPECTO de O	7,00	$E_{V0} = (1 - K_V) \left[\gamma \frac{H_0^2}{2} \text{sen}\delta + \frac{q \cos\theta}{\cos(\theta - \alpha)} H_0 \right] C_{ea}$	13,80	3,80	M _{EV}	52,46

4. ESTABILIDAD Y PRESIONES EN OO' PARA ESTRIBO DESCARGADO

DESC	FORMULA	VALOR	UNID
ΣFV	$F_0 + E_{V0}$	53,71	Tn
ΣFH	E_{H0}	21,33	Tn
ΣMr	$M_0 + M_{EV}$	144,58	Tn.m
ΣMv	M_{EH}	59,73	Tn.m
ANCHO	B	3,80	m
Coef. Fric.	f _{rs}	0,60	adim

VERIFICACIONES

DESCRIPCION	FORMULA	VALOR	CONDICION	VERIFICACION
EXCENTRICIDAD	$e = B/2 - (\Sigma Mr - \Sigma Mv) / \Sigma FV$	0,32	$< B/6 = 0,63$	CONFORME
ESF. EN O	$\sigma_1 = \Sigma FV / B \cdot (1 + 6 \cdot e / B)$	21,28	47,88	CONFORME
ESF. EN O'	$\sigma_2 = \Sigma FV / B \cdot (1 - 6 \cdot e / B)$	6,99	$> 0,00$	CONFORME
POR DESLIZAMIENTO	$CD = \Sigma FV \cdot f_{rs} / \Sigma FH$	1,51	$> 1,50$	CONFORME
POR VOLTEO	$CV = \Sigma Mr / \Sigma Mv$	2,42	$> 1,50$	CONFORME

NOTA: La combinación de cargas usada para evaluar las sección OO', corresponde a la hipótesis VII de las normas

AASHTO, (EVENTO EXTREMO I, en el actual reglamento). Por esta razón la capacidad del terreno se incrementa en 33%.

5. ESTABILIDAD Y PRESIONES EN OO' PARA ESTRIBO CARGADO

FUERZA	VALOR Tn	BRAZO m	MOMENTO Tn.m	NOMBRE
RD	10,12	1,40	14,17	MRD
RL·(1+I)	6,41	1,40	8,97	MRL
EQ	1,01	6,35	6,43	MEQ
RF	1,46	8,80	12,82	MRF

La reacción por carga viva RL es afectada por el impacto, según reglamento.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

FACULTAD DE INGENIERIA

ESCUELA ACADEMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

PROYECTO DEL PUENTE "EL TINGO" SOBRE EL RÍO GRANDE CARRETERA LLUSHCAPAMPA BAJA- EL ALISO

DESC	FORMULA	VALOR	UNID
EFV	$F_o + E_{v0} + RD + RL$	69,54	Tn
ΣFH	$E_{H10} + EQ + RF$	23,80	Tn
ΣMr	$M_o + M_{EV} + MRD + MRL$	167,73	Tn.m
EMv	$M_{EH} + MEQ + MRF$	78,97	Tn.m
ANCHO	B	3,80	m
Coef. Fric.	fs	0,60	adim

VERIFICACIONES

DESCRIPCION	FORMULA	VALOR	CONDICION	VERIFICACION
EXCENTRICIDAD	$e = B/2 - (\Sigma Mr - \Sigma Mv)/EFV$	0,62	$< B/6 = 0,63$	CONFORME
ESF. EN O	$\sigma_1 = \Sigma FV/B \cdot (1 + 6 \cdot e/B)$	36,32	47,88	CONFORME
ESF. EN O'	$\sigma_2 = \Sigma FV/B \cdot (1 - 6 \cdot e/B)$	0,28	$> 0,00$	CONFORME
POR DESLIZAMIENTO	$CD = \Sigma FV \cdot fs / \Sigma FH$	1,75	$> 1,50$	CONFORME
POR VOLTEO	$CV = \Sigma Mr / \Sigma Mv$	2,12	$> 1,50$	CONFORME

6. DISEÑO DE LA PANTALLA

A. CALCULO DEL ACERO PRINCIPAL EN EL ARRANQUE DE LA PANTALLA

EMPUJE HORIZONTAL

EMPUJE HORIZONTAL	H _A m	FORMULA	VALOR Tn	0.4·H _A m	MOMTO M _{EHA}	VALOR Tn.m
RESPECTO de A	6,10	$E_{HA} = (1 - Kv) \left[\gamma \frac{H_A^2}{2} \cos \delta + \frac{q \cos \theta}{\cos(\theta - \alpha)} H_A \right] Cea$	16,59	2,44	M _{EHA}	40,49

FUERZAS HORIZONTALES QUE TRANSMITE LA SUPERESTRUCTURA

FUERZA	VALOR Tn	BRAZO m	MOMENTO Tn.m	NOMBRE
EQ	1,01	5,45	5,52	MEQ _A
RF	1,46	7,90	11,51	MRF _A

ACERO PRINCIPAL

DESCRIPCION	FORMULA	VALOR	UNIDADES
MOMENTO ULTIMO	$M_u = 1.35 \cdot M_{EHA} + 1.75 \cdot MRF_A + MEQ_A$	80,31	Tn.m
ACERO PRINCIPAL SELECCIONADO	ø	3/4	pulg
DIAMETRO DE VARILLA	Dv	1,91	cm
AREA DE VARILLA	Av	2,84	cm ²
PERALTE EFECTIVO	$d = B_A - (Dv/2 + r)$	139,05	cm
AREA DE ACERO REQUERIDA	$As = \left[0.85 - \sqrt{0.7225 - \frac{1.7Mu \cdot 10^5}{\phi f'c \cdot b \cdot d^2}} \right] \frac{f'c \cdot b \cdot d}{fy}$	15,52	cm ²
AREA DE ACERO MÍNIMO	$As_{min} = 0.0018 \cdot b \cdot B_A$	27,00	cm ²
NOS QUEDAMOS CON LA MAYOR AREA	As	27,00	cm ²
ESPACIAMIENTO	$Sp = \frac{100 \cdot Av}{As}$	Adop=10.00	cm
VERIFICACION ESPACIAMIENTO	$Sp < 45 \text{ cm}$	CONFORME	
PROFUNDIDAD BLOQUE COMPRESIONES	$a = \frac{As \cdot fy}{0.85 \cdot f'c \cdot b}$	7,62	cm
PROFUNDIDAD EJE NEUTRO	$C = a/b_1 \quad b_1 = 0.85$	8,97	cm
RELACION	C/d	0,065	adim
VERIFICACION SECCION	$C/d \leq 0.42$	CONFORME	

VERIFICACION POR CORTE EN EL ARRANQUE DE LA PANTALLA

DESCRIPCION	FORMULA	VALOR	UNIDADES
CORTANTE ACTUANTE	$V = 1.35 \cdot E_{HA} + 1.75 \cdot RF + EQ$	25,96	Tn
CORTANTE RESISTENTE	$V_c = \phi \cdot 0.53 \sqrt{f'c} \cdot b \cdot d$	82,86	Tn
VERIFICACION POR CORTE	$V_c > V$	CONFORME	

La sección no necesita acero por corte.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

FACULTAD DE INGENIERIA

ESCUELA ACADEMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

PROYECTO DEL PUENTE "EL TINGO" SOBRE EL RÍO GRANDE CARRETERA LLUSHCAPAMPA BAJA- EL ALISO

B. CALCULO DE ACERO PRINCIPAL EN LA PANTALLA A 2.3 m DE PROFUNDIDAD

EMPUJE HORIZONTAL

EMPUJE HORIZONTAL	H _y m	FORMULA	VALOR Tn	0.4 H _y m	MOMTO M _{EHY}	VALOR Tn.m
RESPECTO de O	2,30	$E_{HY} = (1-KV) \left[\gamma \frac{H_y^2}{2} \cos\delta + \frac{qc \cos\theta}{\cos(\theta-\alpha)} H_y \right] Cea$	3,08	0,92	M _{EHY}	2,83

FUERZAS HORIZONTALES QUE TRANSMITE LA SUPERESTRUCTURA

FUERZA	VALOR Tn	BRAZO m	MOMENTO Tn.m	NOMBRE
EQ	1,01	1,65	1,67	MEQ _y
RF	1,46	4,10	5,97	MRF _y

ACERO PRINCIPAL

DESCRIPCION	FORMULA	VALOR	UNIDADES
MOMENTO ULTIMO	$M_u = 1.35 \cdot M_{EHY} + 1.75 \cdot MRF_y + MEQ_y$	15,95	Tn.m
ACERO PRINCIPAL SELECCIONADO	ϕ	3/4	pulg
DIAMETRO DE VARILLA	D _v	1,91	cm
AREA DE VARILLA	A _v	2,84	cm ²
PERALTE EFECTIVO	$d = B_y - (D_v/2 + r)$	49,05	cm
AREA DE ACERO REQUERIDA	$A_s = \left[0.85 - \sqrt{0.7225 - \frac{1.7 M_u \cdot 10^6}{\phi f'c b d^2}} \right] \frac{f'c b d}{f_y}$	8,83	cm ²
AREA DE ACERO MINIMO	$A_{s_{min}} = 0.0018 \cdot b \cdot B_y$	10,80	cm ²
NOS QUEDAMOS CON LA MAYOR AREA	A _s	10,80	cm ²
ESPACIAMIENTO	$Sp = \frac{100 \cdot A_v}{A_s}$	Adop=30.00	cm
VERIFICACION ESPACIAMIENTO	Sp < 45 cm	CONFORME	
PROFUNDIDAD BLOQUE COMPRESIONES	$a = \frac{A_s \cdot f_y}{0.85 \cdot f'c \cdot b}$	3,05	cm
PROFUNDIDAD EJE NEUTRO	$C = a/b_1 \quad b_1 = 0.85$	3,59	cm
RELACION	C/d	0,073	adim
VERIFICACION SECCION	C/d ≤ 0.42	CONFORME	

C. ACERO EN COMPRESIÓN PARA LA PANTALLA

DESCRIPCION	FORMULA	VALOR	UNIDADES
CUANTIA ACERO EN COMPRESION	$A's = 0.0012 \cdot b \cdot B_{PROMEDIO}$	9,00	cm ²
ACERO SELECCIONADO	ϕ	5/8	pulg
DIAMETRO DE VARILLA	D _v	1,59	cm
AREA DE VARILLA	A _v	2,00	cm ²
ESPACIAMIENTO	$Sp = \frac{100 \cdot A_v}{A's}$	22,00	cm
VERIFICACION ESPACIAMIENTO	Sp < 45 cm	CONFORME	

D. ACERO HORIZONTAL PARA LA PANTALLA EN CADA CARA

DESCRIPCION	FORMULA	VALOR	UNIDADES
CUANTIA ACERO HORIZONTAL	$A's = (0.0020 \cdot b \cdot B_{PROMEDIO})/2$	7,50	cm ²
ACERO SELECCIONADO	ϕ	5/8	pulg
DIAMETRO DE VARILLA	D _v	1,59	cm
AREA DE VARILLA	A _v	2,00	cm ²
ESPACIAMIENTO	$Sp = \frac{100 \cdot A_v}{A's}$	Adop=25.00	cm
VERIFICACION ESPACIAMIENTO	Sp < 45 cm	CONFORME	

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

FACULTAD DE INGENIERIA

ESCUELA ACADEMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

PROYECTO DEL PUENTE "EL TINGO" SOBRE EL RÍO GRANDE CARRETERA LLUSHCAPAMPA BAJA- EL ALISO

7. DISEÑO DEL ESPALDAR DE LA CAJA DEL ESTRIBO

EMPUJE HORIZONTAL

EMPUJE HORIZONTAL	H _p m	FORMULA	VALOR Tn	0.4·H _p m	MOMTO M _{ESP}	VALOR Tn.m
RESPECTO de A	1,30	$E_{HP} = (1-Kv) \left[\gamma \frac{H_p^2}{2} \cos\delta + \frac{q \cos\theta}{\cos(\theta - \alpha)} H_p \right] C_{ea}$	1,27	0,52	M _{ESP}	0,66

FUERZA HORIZONTAL POR FRENADO DE LA RUEDA MAS PESADA

DESCRIPCION	FORMULA	VALOR	UNIDADES
CARGA RUEDA MAS PESADA	4 · P	7,12	Tn
FUERZA DE FRENADO	FF = 0.25 · 4 · P	1,78	Tn
MOMENTO POR FRENADO	MF = 4 · P · H _p	2,31	Tn.m

ACERO POSITIVO Y NEGATIVO EN ESPALDAR

DESCRIPCION	FORMULA	VALOR	UNIDADES
MOMENTO ULTIMO	Mu = 1.35·M _{ESP} + 1.75·MF	4,94	Tn.m
ACERO PRINCIPAL SELECCIONADO	ø	3/4	pulg
DIAMETRO DE VARILLA	Dv	1,91	cm
AREA DE VARILLA	Av	2,84	cm ²
PERALTE EFECTIVO	d = B _{ESPALDAR} - (Dv/2 + r)	49,05	cm
AREA DE ACERO REQUERIDA	$As = \left[0.85 - \sqrt{0.7225 - \frac{1.7Mu \cdot 10^5}{\phi f'c b d^2}} \right] \frac{f'c b d}{fy}$	2,69	cm ²
AREA DE ACERO MINIMO	As _{min} = 0.0018 · b · d	8,83	cm ²
NOS QUEDAMOS CON LA MAYOR AREA	As	8,83	cm ²
ESPACIAMIENTO	Sp = $\frac{100 \cdot Av}{As}$	Adop=30.0	cm
VERIFICACION ESPACIAMIENTO	Sp < 45 cm	CONFORME	
PROFUNDIDAD BLOQUE COMPRESIONES	a = $\frac{As \cdot fy}{0.85 \cdot f'c \cdot b}$	2,49	cm
PROFUNDIDAD EJE NEUTRO	C = a/b ₁ b ₁ = 0.85	2,93	cm
RELACION	C/d	0,060	adim
VERIFICACION SECCION	C/d ≤ 0.42	CONFORME	

ACERO HORIZONTAL PARA EL ESPALDAR EN CADA CARA

DESCRIPCION	FORMULA	VALOR	UNIDADES
CUANTIA ACERO HORIZONTAL	As = (0.0020 · b · B _{ESPALDAR})/2	6,00	cm ²
ACERO SELECCIONADO	ø	5/8	pulg
DIAMETRO DE VARILLA	Dv	1,59	cm
AREA DE VARILLA	Av	Adop=30.00	cm ²
ESPACIAMIENTO	Sp = $\frac{100 \cdot Av}{As}$		cm
VERIFICACION ESPACIAMIENTO	Sp < 45 cm	CONFORME	

8. DISEÑO DE LA CIMENTACION

8.1. DISEÑO DEL TALON ANTERIOR

Se diseña con los esfuerzos que producen las fuerzas actuantes factorizadas, cuando el estribo está cargado.

CUADRO DE FUERZAS Y MOMENTOS FACTORIZADOS

DESC	FORMULA	VALOR	UNID
ΣFV	1.25F ₀ + 1.35E _{vo} + 1.25RD + 1.75RL	89,61	Tn
ΣFH	1.35E _{HO} + 1.75RF + EQ	32,36	Tn
ΣMr	1.25M ₀ + 1.35M _{Ev} + 1.25MRD + 1.75MRL	219,40	Tn.m
ΣMv	1.35M _{EH} + 1.75MRF + MEQ	109,49	Tn.m
ANCHO	B	3,80	m
Coef. Fric.	f _{fs}	0,60	adim

ESFUERZOS FACTORIZADOS

DESCRIPCION	FORMULA	VALOR	UNID
EXCENRICIDAD	e = B/2 - (ΣMr - ΣMv)/ΣFV	0,67	m
ESF. EN O	σ ₁ = ΣFV/B · (1 + 6 · e/B)	48,66	Tn/m ²
ESF. EN O'	σ ₂ = ΣFV/B · (1 - 6 · e/B)	-1,49	Tn/m ²

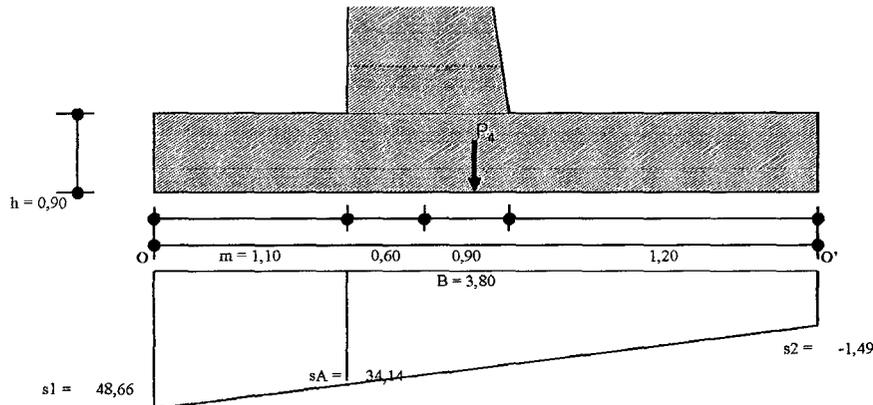
UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

FACULTAD DE INGENIERIA

ESCUELA ACADEMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

PROYECTO DEL PUENTE "EL TINGO" SOBRE EL RÍO GRANDE CARRETERA LLUSHCAPAMPA BAJA- EL ALISO

DIAGRAMA DE ESFUERZOS FACTORIZADOS ESTRIBO CARGADO



ACERO PRINCIPAL TALON ANTERIOR

DESCRIPCION	FORMULA	VALOR	UNIDADES
MOMENTO PESO PROPIO DE TALON	$M_{pp} = 1.25(h \cdot m^2/2) \cdot 2.50$	1,70	Tn.m
MOMENTO ULTIMO	$M_u = \sigma A m^2 / 2 + 2(\sigma_1 - \sigma_A) m^2 / 3 - M_{pp}$	30,66	Tn.m
ACERO PRINCIPAL SELECCIONADO	e	5/8	pulg
DIAMETRO DE VARILLA	D_v	1,59	cm
AREA DE VARILLA	A_v	2,00	cm ²
PERALTE EFECTIVO	$d = h - (D_w/2 + r)$	79,21	cm
AREA DE ACERO REQUERIDA	$A_s = \left[0.85 - \sqrt{0.7225 - \frac{1.7 M_u \cdot 10^5}{\phi f' c b d^2}} \right] \frac{f' c b d}{f_y}$	10,44	cm ²
AREA DE ACERO MINIMO	$A_{s,min} = 0.0018 \cdot b \cdot h$	16,20	cm ²
NOS QUEDAMOS CON LA MAYOR AREA	A_s	$A_{dop} = 15.00$	cm ²
ESPACIAMIENTO	$S_p = \frac{100 \cdot A_v}{A_s}$	13,00	cm
VERIFICACION ESPACIAMIENTO	$S_p < 45 \text{ cm}$	CONFORME	
PROFUNDIDAD BLOQUE COMPRESIONES	$a = \frac{A_s \cdot f_y}{0.85 \cdot f' c b}$	4,57	cm
PROFUNDIDAD EJE NEUTRO	$C = a/b_1$ $b_1 = 0.85$	5,38	cm
RELACION	C/d	0,068	adim
VERIFICACION SECCION	$C/d \leq 0.42$	CONFORME	

VERIFICACION POR CORTE EN TALON ANTERIOR

DESCRIPCION	FORMULA	VALOR	UNIDADES
CORTANTE PESO PROPIO DE TALON	$V_{pp} = 1.25(m \cdot h) \cdot 2.50$	3,09	Tn
CORTANTE ACTUANTE	$V = (\sigma_1 + \sigma_A) m / 2 - V_{pp}$	42,44	Tn
CORTANTE RESISTENTE	$V_c = \phi \cdot 0.53 \sqrt{f' c} \cdot b \cdot d$	47,20	Tn
VERIFICACION POR CORTE	$V_c > V$	CONFORME	

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

FACULTAD DE INGENIERIA

ESCUELA ACADEMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

PROYECTO DEL PUENTE "EL TINGO" SOBRE EL RÍO GRANDE CARRETERA LLUSHCAPAMPA BAJA- EL ALISO

8.2. DISEÑO DEL TALÓN POSTERIOR

Se diseña con los esfuerzos que producen las fuerzas actuantes factorizadas, cuando el estribo está descargado.

NOTA: "Cuando la carga permanente incrementa la estabilidad o capacidad de carga de algún componente del puente, se evaluará la posibilidad de una combinación de cargas con el mínimo valor de tal carga permanente." (REGLAMENTO)

Tal es el caso para el diseño del talón posterior, por esta razón F_o y M_o tienen factor 1 de carga.

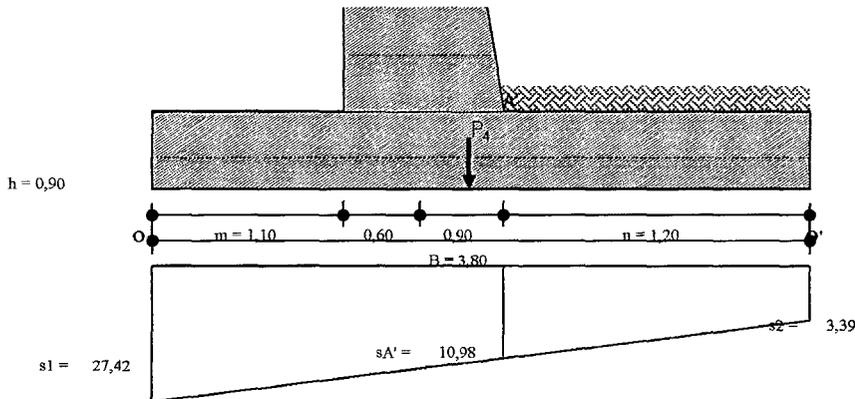
CUADRO DE FUERZAS Y MOMENTOS FACTORIZADOS

DESC	FORMULA	VALOR	UNID
ΣFV	$F_o + 1.35E_{vo}$	58,54	Tn
ΣFH	$1.35E_{Ho}$	28,80	Tn
ΣMr	$M_o + 1.35M_{Ev}$	162,94	Tn.m
ΣMv	$1.35M_{EH}$	80,63	Tn.m
ANCHO	B	3,80	m
Coef. Fjic.	frs	0,60	adim

ESFUERZOS FACTORIZADOS

DESCRIPCION	FORMULA	VALOR	UNID
EXCENTRICIDAD	$e = B/2 - (\Sigma Mr - \Sigma Mv)/\Sigma FV$	0,49	m
ESF. EN O	$\sigma_1 = \Sigma FV/B \cdot (1 + 6 \cdot e/B)$	27,42	Tn/m ²
ESF. EN O'	$\sigma_2 = \Sigma FV/B \cdot (1 - 6 \cdot e/B)$	3,39	Tn/m ²

DIAGRAMA DE ESFUERZOS FACTORIZADOS ESTRIBO DESCARGADO



ACERO PRINCIPAL TALON POSTERIOR

DESCRIPCION	FORMULA	VALOR	UNIDADES
CARGA RELLENO MAS SOBRECARGA	$wu = 1.25H \cdot g + 1.50h \cdot g$	17,37	Tn/m
MOMENTO RELLENO MAS SOBRECARGA	$Mrs = wu \cdot n^2/2$	12,51	Tn.m
MOMENTO PESO PROPIO DE TALON	$Mpp = 1.25(h \cdot n^2/2) \cdot 2.50$	2,03	Tn.m
MOMENTO ULTIMO	$Mu = Mpp + Mrs - \left[\frac{\sigma_2 n^2}{2} + \frac{(\sigma_1' - \sigma_2) \cdot n^2}{6} \right]$	10,27	Tn.m
ACERO PRINCIPAL SELECCIONADO	σ	5/8	pulg
DIAMETRO DE VARILLA	Dv	1,59	cm
AREA DE VARILLA	Av	2,00	cm ²
PERALTE EFECTIVO	$d = h - (Dv/2 + r)$	79,21	cm
AREA DE ACERO REQUERIDA	$As = \left[0.85 - \sqrt{0.7225 - \frac{1.7Mu \cdot 10^5}{\phi' \cdot c \cdot b \cdot d^2}} \right] \frac{f'c \cdot b \cdot d}{fy}$	3,45	cm ²
AREA DE ACERO MINIMO	$As_{min} = 0.0018 \cdot b \cdot h$	16,20	cm ²
NOS QUEDAMOS CON LA MAYOR AREA	As	16,20	cm ²
ESPACIAMIENTO	$Sp = \frac{100 \cdot Av}{As}$	Adop=15.00	cm
VERIFICACION ESPACIAMIENTO	$Sp < 45 \text{ cm}$	CONFORME	
PROFUNDIDAD BLOQUE COMPRESIONES	$a = \frac{As \cdot fy}{0.85 \cdot f'c \cdot b}$	4,57	cm
PROFUNDIDAD EJE NEUTRO	$C = a/b_1 \quad b_1 = 0.85$	5,38	cm
RELACION	C/d	0,068	adim
VERIFICACION SECCION	$C/d \leq 0.42$	CONFORME	

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

FACULTAD DE INGENIERIA

ESCUELA ACADEMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

PROYECTO DEL PUENTE "EL TINGO" SOBRE EL RÍO GRANDE CARRETERA LLUSHCAPAMPA BAJA- EL ALISO

VERIFICACION POR CORTE EN TALON POSTERIOR

DESCRIPCION	FORMULA	VALOR	UNIDADES
CORTANTE PESO PROPIO DE TALON	$V_{pp} = 1.25(m \cdot h) \cdot 2.50$	3,38	Tn
CORTANTE RELLENO MAS SOBRECARGA	$V_{rs} = n \cdot wu$	20,84	Tn
CORTANTE ACTUANTE	$V = V_{pp} + V_{rs} - (sA' + s2) \cdot n/2$	15,60	Tn
CORTANTE RESISTENTE	$V_c = \phi \cdot 0.53 \cdot \sqrt{f'c} \cdot b \cdot d$	47,20	Tn
VERIFICACION POR CORTE	$V_c > V$	CONFORME	

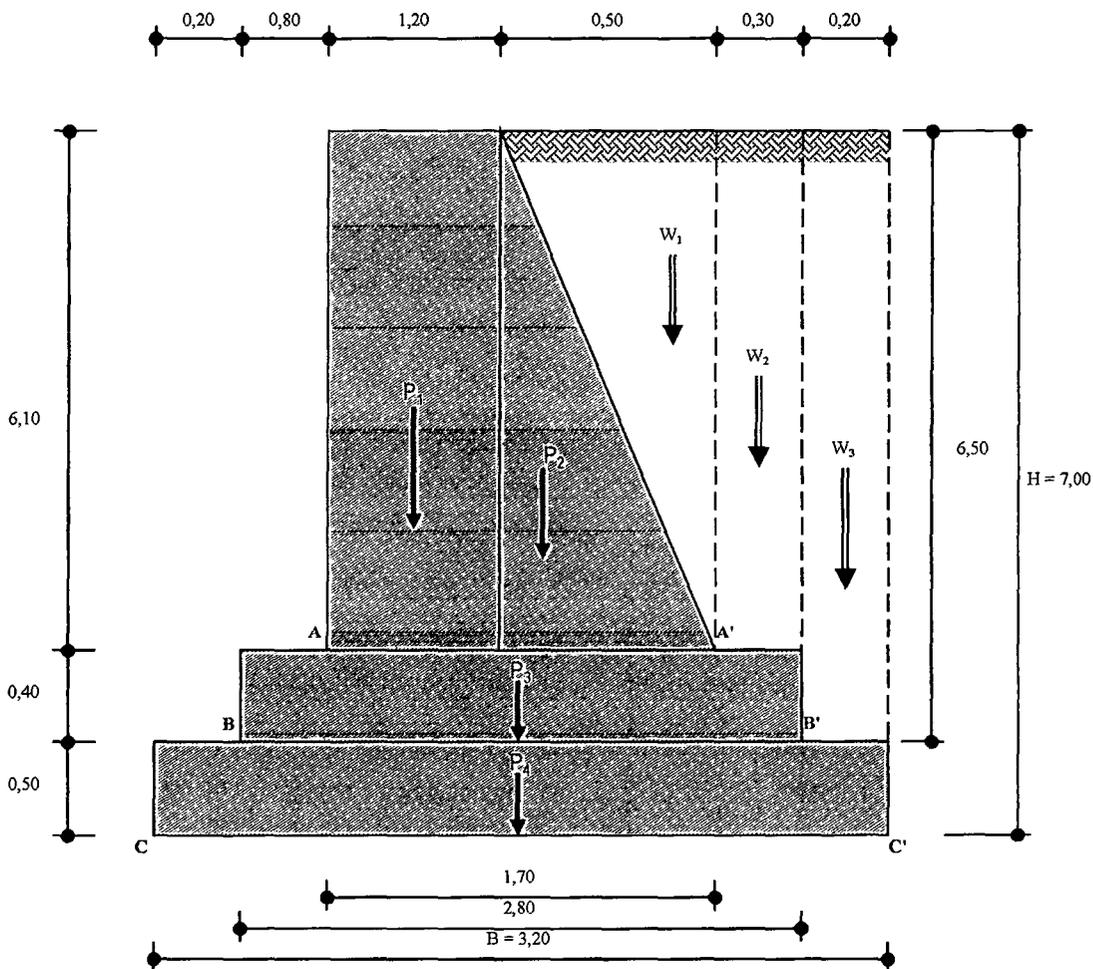
ACERO TRANSVERSAL EN CIMENTACION

DESCRIPCION	FORMULA	VALOR	UNIDADES
CUANTIA ACERO HORIZONTAL	$A's = (0.0020 \cdot b \cdot h)/2$	9,00	cm ²
ACERO SELECCIONADO	ϕ	5/8	pulg
DIAMETRO DE VARILLA	Dv	---	cm
AREA DE VARILLA	Av	Adop=20.00	cm ²
ESPACIAMIENTO	$Sp = \frac{100 \cdot Av}{A's}$	22,00	cm
VERIFICACION ESPACIAMIENTO	$Sp < 45 \text{ cm}$	CONFORME	

B. DISEÑO DE ALETA DE GRAVEDAD

DESCRIPCION	SIMBOLO	VALOR	UNDADES
COEFICIENTE DE ACELERACION SISMICA	A	0,10	g
COEFICIENTE SISMICO HORIZONTAL	$K_H = A / 2$	0,05	g
COEFICIENTE SISMICO VERTICAL	K_V	0,05	g
PESO UNITARIO DEL SUELO	g	1,80	Tn/m ³
ANGULO INCLINACION DEL RELLENO	a	0,00	°
ANGULO FRICCION INTERNA DEL RELLENO	f	28,00	°
ANGULO FRICCION ENTRE RELLENO Y EL ESTRIBO	d	30,00	°
ANGULO CARA POSTERIOR DEL ESTRIBO	q	4,69	°
CAPACIDAD PORTANTE DEL TERRENO	st	3,60	kg/cm ²
RESISTENCIA DEL CONCRETO	f'c	140	kg/cm ²
FRICCION CONCRETO SOBRE CONCRETO	fr	0,70	adim
FRICCION CONCRETO SOBRE SUELO CIMIENTO	frs	0,60	adim
LONGITUD DE LA ALETA	La	3,00	m
ANGULO FORMADO POR LA ALETA Y EL ESTRIBO	w	75,00	°

SECCION AL INICIO DE ALETA



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

FACULTAD DE INGENIERIA

ESCUELA ACADEMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

PROYECTO DEL PUENTE "EL TINGO" SOBRE EL RÍO GRANDE CARRETERA LLUSHCAPAMPA BAJA- EL ALISO

1. MOMENTOS POR PESO PROPIO

FUERZA	VALOR Tn	RESPECTO de A		RESPECTO de B		RESPECTO de C	
		BRAZO	MOMENTO	BRAZO	MOMENTO	BRAZO	MOMENTO
		m	Tn.m	m	Tn.m	m	Tn.m
P ₁	17,57	0,60	10,54	1,40	24,60	1,60	28,11
P ₂	3,66	1,37	5,00	2,17	7,93	2,37	8,66
P ₃	1,63	-	-	1,40	2,28	1,60	2,61
P ₄	3,84	-	-	-	-	1,60	6,14
W ₁	2,75	1,53	4,21	2,33	6,41	2,43	6,68
W ₂	3,29	-	-	2,65	8,73	2,85	9,39
W ₃	2,34	-	-	-	-	3,10	7,25
SUMATORIA		M _A	19,75	M _B	49,94	M _C	68,85

2. FUERZAS VERTICALES POR PESO PROPIO

FUERZAS VERTICALES	FORMULA	VALOR	UNIDADES
RESPECTO de A	$F_A = P_1 + P_2 + W_1$	23,97	Tn
RESPECTO de B	$F_B = P_1 + P_2 + P_3 + W_1 + W_2$	28,90	Tn
RESPECTO de C	$F_C = P_1 + P_2 + P_3 + P_4 + W_1 + W_2 + W_3$	35,08	Tn

3. EMPUJE DEL RELLENO CON SISMO

DESCRIPCION	FORMULA	VALOR	UNIDAD
ANGULO θ_0	$\theta_0 = \text{tg}^{-1} \left(\frac{K_H}{1 - K_V} \right)$	3,01	°
COEFICIENTE PARA EMPUJE ACTIVO DE RELLENO	$C_{ea} = \frac{\cos^2(\phi - \theta_0 - \alpha)}{\cos\theta_0 \cdot \cos^2\theta \cdot \cos(\delta + \theta + \alpha)} \left[1 + \frac{\left[\frac{\text{sen}(\phi + \delta) \cdot \text{sen}(\phi - \theta_0 - \alpha)}{\cos(\delta + \theta + \alpha) \cdot \cos(\theta - \alpha)} \right]^2}{\cos(\delta + \theta + \alpha) \cdot \cos(\theta - \alpha)} \right]$	0,40	adim

3.1. EMPUJE HORIZONTAL

EMPUJE HORIZONTAL	H m	FORMULA	VALOR Tn	0.4H m	MOMTO	VALOR Tn.m
RESPECTO de A	6,10	$E_{HA} = (1 - K_V) \left[\gamma \frac{H_A^2}{2} \cos\delta \right] C_{ea}$	11,02	2,44	M _{EAH}	26,89
RESPECTO de B	6,50	$E_{HB} = (1 - K_V) \left[\gamma \frac{H_B^2}{2} \cos\delta \right] C_{ea}$	12,51	2,60	M _{EBH}	32,53
RESPECTO de C	7,00	$E_{HC} = (1 - K_V) \left[\gamma \frac{H_C^2}{2} \cos\delta \right] C_{ea}$	14,51	2,80	M _{ECH}	40,63

3.2. EMPUJE VERTICAL

EMPUJE VERTICAL	H m	FORMULA	VALOR Tn	BRAZO m	MOMTO	VALOR Tn.m
RESPECTO de A	6,10	$E_{VA} = (1 - K_V) \left[\gamma \frac{H_A^2}{2} \text{sen}\delta \right] C_{ea}$	6,36	1,70	M _{EAV}	10,82
RESPECTO de B	6,50	$E_{VB} = (1 - K_V) \left[\gamma \frac{H_B^2}{2} \text{sen}\delta \right] C_{ea}$	7,22	2,80	M _{EBV}	20,23
RESPECTO de C	7,00	$E_{VC} = (1 - K_V) \left[\gamma \frac{H_C^2}{2} \text{sen}\delta \right] C_{ea}$	8,38	3,20	M _{ECV}	26,81

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

FACULTAD DE INGENIERIA

ESCUELA ACADEMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

PROYECTO DEL PUENTE "EL TINGO" SOBRE EL RÍO GRANDE CARRETERA LLUSHCAPAMPA BAJA- EL ALISO

4. BASTONES DE ACERO EN EL ARRANQUE DE LA PANTALLA

DESCRIPCION	FORMULA	VALOR	UNIDADES
DIAMETRO SELECCIONADO	ϕ	1/2	pulg
AREA DE VARILLA	A_v	1,29	cm ²
NUMERO DE VARILLAS	N_v	4,00	unid
ESPACIAMIENTO	$S_p = 100/N_v$	25,00	cm
FUERZA PRODUCIDA POR EL ACERO	$FAS_A = N_v \cdot A_v \cdot f_y$	21,67	Tn
BRAZO PALANCA RESPECTO de A	br	1,40	m
MOMENTO RESPECTO de A	$MAS_A = FAS_A \cdot br$	30,34	Tn.m

5. VERIFICACION DE ESTABILIDAD Y PRESIONES

DESC	RESPECTO de A		RESPECTO de B		RESPECTO de C	
	FORMULA	VALOR	FORMULA	VALOR	FORMULA	VALOR
ΣFV	$F_A + E_{VA} + FAS_A$	52,01	$F_B + E_{VB}$	36,12	$F_C + E_{VC}$	43,46
ΣFH	E_{HA}	11,02	E_{HB}	12,51	E_{HC}	14,51
ΣMr	$M_A + M_{EAV} + MAS_A$	60,91	$M_B + M_{EBV}$	70,17	$M_C + M_{ECV}$	95,66
ΣMv	M_{EAV}	26,89	M_{EBV}	32,53	M_{ECV}	40,63
ANCHO	B	1,70	B	2,80	B	3,20
Coef. Fric.	fr	0,70	fr	0,70	frs	0,60

A. VERIFICACIONES EN LA SECCION AA'

DESCRIPCION	FORMULA	VALOR	CONDICION	VERIFICACION
EXCENTRICIDAD	$e = B/2 - (\Sigma Mr - \Sigma Mv)/\Sigma FV$	0,20	$< B/6 = 0,28$	CONFORME
ESF. EN A	$\sigma_1 = \Sigma FV/B \cdot (1 + 6 \cdot e/B)$	51,74	$< 0.4f'c = 560,00$	CONFORME
ESF. EN A'	$\sigma_2 = \Sigma FV/B \cdot (1 - 6 \cdot e/B)$	9,45	$> 0,00$	CONFORME
POR DESLIZAMIENTO	$CD = \Sigma FV \cdot fr / \Sigma FH$	3,30	$> 1,50$	CONFORME
POR VOLTEO	$CV = \Sigma Mr / \Sigma Mv$	2,27	$> 1,50$	CONFORME

B. VERIFICACIONES EN LA SECCION BB'

DESCRIPCION	FORMULA	VALOR	CONDICION	VERIFICACION
EXCENTRICIDAD	$e = B/2 - (\Sigma Mr - \Sigma Mv)/\Sigma FV$	0,36	$< B/6 = 0,47$	CONFORME
ESF. EN B	$\sigma_1 = \Sigma FV/B \cdot (1 + 6 \cdot e/B)$	22,80	$< 0.4f'c = 560,00$	CONFORME
ESF. EN B'	$\sigma_2 = \Sigma FV/B \cdot (1 - 6 \cdot e/B)$	3,00	$> 0,00$	CONFORME
POR DESLIZAMIENTO	$CD = \Sigma FV \cdot fr / \Sigma FH$	2,02	$> 1,50$	CONFORME
POR VOLTEO	$CV = \Sigma Mr / \Sigma Mv$	2,16	$> 1,50$	CONFORME

C. VERIFICACIONES EN LA SECCION CC'

DESCRIPCION	FORMULA	VALOR	CONDICION	VERIFICACION
EXCENTRICIDAD	$e = B/2 - (\Sigma Mr - \Sigma Mv)/\Sigma FV$	0,33	$< B/6 = 0,53$	CONFORME
ESF. EN C	$\sigma_1 = \Sigma FV/B \cdot (1 + 6 \cdot e/B)$	22,08	$< 47,88$	CONFORME
ESF. EN C'	$\sigma_2 = \Sigma FV/B \cdot (1 - 6 \cdot e/B)$	5,08	$> 0,00$	CONFORME
POR DESLIZAMIENTO	$CD = \Sigma FV \cdot fr / \Sigma FH$	1,80	$> 1,50$	CONFORME
POR VOLTEO	$CV = \Sigma Mr / \Sigma Mv$	2,35	$> 1,50$	CONFORME

NOTA : La combinación de cargas usada para evaluar las secciones AA', BB' y CC', corresponde a la hipótesis VII de las normas AASHTO, (EVENTO EXTREMO I, en el actual reglamento). Por esta razón la capacidad del terreno se incrementa en 33%.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

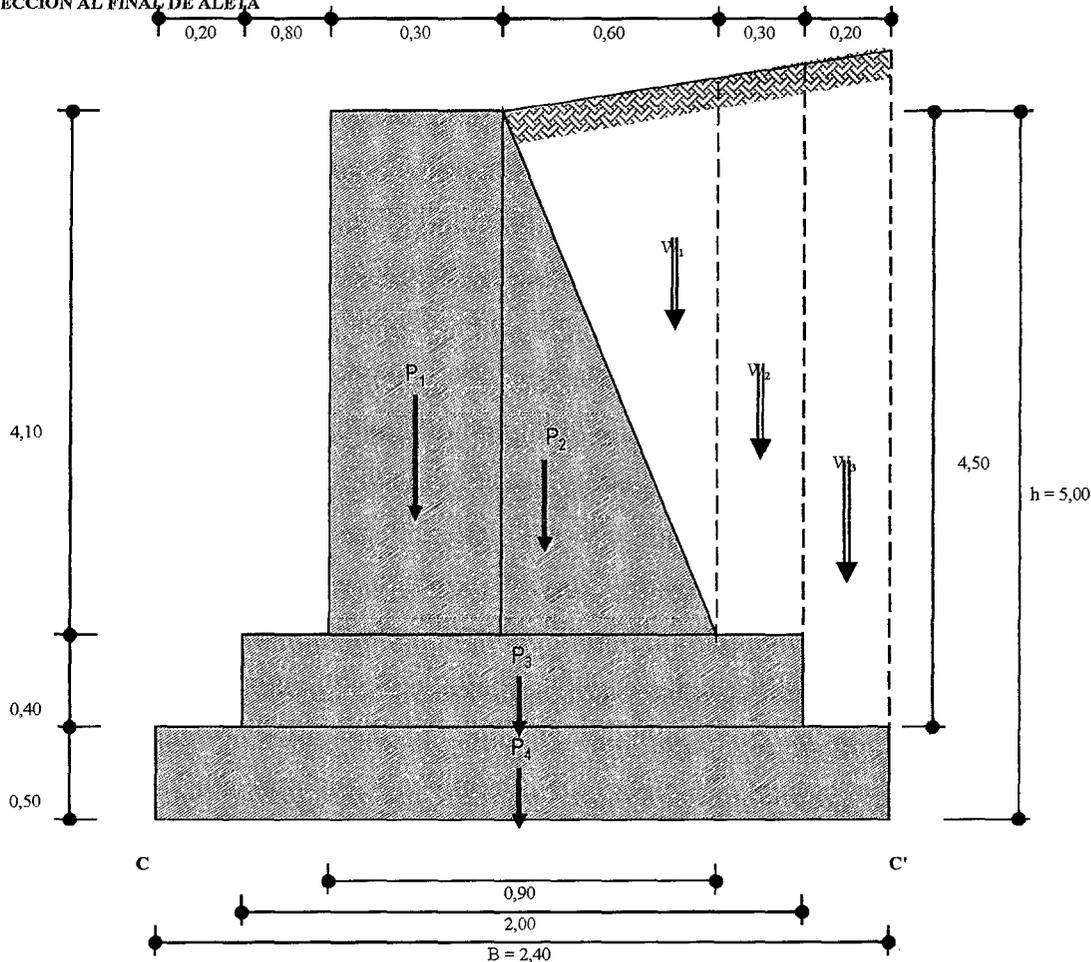
FACULTAD DE INGENIERIA

ESCUELA ACADEMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

PROYECTO DEL PUENTE "EL TINGO" SOBRE EL RÍO GRANDE CARRETERA LUSHCAPAMPA BAJA- EL ALISO

DESCRIPCION	FORMULA	VALOR	UNIDADES
ANGULO INCLINACION DEL RELLENO	$\alpha = \text{Arctag} \left(\frac{H-h}{La \cdot \text{Tag } \omega} \right)$	10,13	°

SECCION AL FINAL DE ALETA



1. MOMENTOS POR PESO PROPIO

FUERZA	VALOR Tn	RESPECTO de A		RESPECTO de B		RESPECTO de C	
		BRAZO m	MOMENTO Tn.m	BRAZO m	MOMENTO Tn.m	BRAZO m	MOMENTO Tn.m
P ₁	2,95	0,15	0,44	0,95	2,80	1,15	3,39
P ₂	2,95	0,50	1,48	1,30	3,84	1,50	4,43
P ₃	0,86	-	-	1,00	0,86	1,20	1,04
P ₄	2,88	-	-	-	-	1,20	3,46
W ₁	2,27	0,70	1,59	1,50	3,41	1,60	3,64
W ₂	2,29	-	-	1,85	4,23	2,05	4,69
W ₃	1,68	-	-	-	-	2,30	3,87
SUMATORIA		M _A	3,51	M _B	15,14	M _C	24,51

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

FACULTAD DE INGENIERIA

ESCUELA ACADEMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

PROYECTO DEL PUENTE "EL TINGO" SOBRE EL RÍO GRANDE CARRETERA LLUSHCAPAMPA BAJA- EL ALISO

2. FUERZAS VERTICALES POR PESO PROPIO

FUERZAS VERTICALES	FORMULA	VALOR	UNIDADES
RESPECTO de A	$F_A = P_1 + P_2 + W_1$	8,18	Tn
RESPECTO de B	$F_B = P_1 + P_2 + P_3 + W_1 + W_2$	11,33	Tn
RESPECTO de C	$F_C = P_1 + P_2 + P_3 + P_4 + W_1 + W_2 + W_3$	15,89	Tn

3. EMPUJE DEL RELLENO CON SISMO

DESCRIPCION	FORMULA	VALOR	UNIDAD
ANGULO θ_0	$\theta_0 = \text{tg}^{-1} \left(\frac{K_H}{1 - K_V} \right)$	3,01	°
COEFICIENTE PARA EMPUJE ACTIVO DE RELLENO	$C_{ea} = \frac{\cos^2(\phi - \theta_0 - \theta)}{\cos\theta_0 \cdot \cos^2\theta \cdot \cos(\delta + \theta + \theta_0) \left[1 + \sqrt{\frac{\text{sen}(\phi + \delta) \cdot \text{sen}(\phi - \theta_0 - \alpha)}{\cos(\delta + \theta + \theta_0) \cdot \cos(\theta - \alpha)}} \right]^2}$	0,40	adim

3.1. EMPUJE HORIZONTAL

EMPUJE HORIZONTAL	H m	FORMULA	VALOR Tn	0.4·H m	MOMTO	VALOR Tn.m
RESPECTO de A	4,21	$E_{HA} = (1 - K_V) \left[\gamma \frac{H_A^2}{2} \cos\delta \right] C_{ea}$	5,24	1,68	$M_{E_{AH}}$	8,82
RESPECTO de B	4,66	$E_{HB} = (1 - K_V) \left[\gamma \frac{H_B^2}{2} \cos\delta \right] C_{ea}$	6,43	1,86	$M_{E_{BH}}$	11,99
RESPECTO de C	5,20	$E_{HC} = (1 - K_V) \left[\gamma \frac{H_C^2}{2} \cos\delta \right] C_{ea}$	8,00	2,08	$M_{E_{CH}}$	16,62

3.2. EMPUJE VERTICAL

EMPUJE VERTICAL	H m	FORMULA	VALOR Tn	BRAZO m	MOMTO	VALOR Tn.m
RESPECTO de A	4,21	$E_{VA} = (1 - K_V) \left[\gamma \frac{H_A^2}{2} \text{sen}\delta \right] C_{ea}$	3,03	0,90	$M_{E_{AV}}$	2,72
RESPECTO de B	4,66	$E_{VB} = (1 - K_V) \left[\gamma \frac{H_B^2}{2} \text{sen}\delta \right] C_{ea}$	3,71	2,00	$M_{E_{BV}}$	7,43
RESPECTO de C	5,20	$E_{VC} = (1 - K_V) \left[\gamma \frac{H_C^2}{2} \text{sen}\delta \right] C_{ea}$	4,62	2,40	$M_{E_{CV}}$	11,08

4. BASTONES DE ACERO EN EL ARRANQUE DE LA PANTALLA

DESCRIPCION	FORMULA	VALOR	UNIDADES
DÍAMETRO SELECCIONADO	ϕ	1/2	pulg
AREA DE VARILLA	A_v	1,29	cm ²
NUMERO DE VARILLAS	N_v	4,00	unid
ESPACIAMIENTO	$S_p = 100/N_v$	25,00	cm
FUERZA PRODUCIDA POR EL ACERO	$FAS_A = N_v \cdot A_v \cdot f_y$	21,67	Tn
BRAZO PALANCA RESPECTO de A	br	0,60	m
MOMENTO RESPECTO de A	$MAS_A = FAS_A \cdot br$	13,00	Tn.m

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

FACULTAD DE INGENIERIA

ESCUELA ACADEMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

PROYECTO DEL PUENTE "EL TINGO" SOBRE EL RÍO GRANDE CARRETERA LLUSHCAPAMPA BAJA- EL ALISO

5. VERIFICACION DE ESTABILIDAD Y PRESIONES

DESC	RESPECTO de A		RESPECTO de B		RESPECTO de C	
	FORMULA	VALOR	FORMULA	VALOR	FORMULA	VALOR
ΣFV	$F_A + E_{VA} + FAS_A$	32,87	$F_B + E_{VB}$	15,04	$F_C + E_{VC}$	20,51
ΣFH	E_{HA}	5,24	E_{HB}	6,43	E_{HC}	8,00
ΣMr	$M_A + M_{EAV} + MAS_A$	19,24	$M_B + M_{EBV}$	22,57	$M_C + M_{ECV}$	35,59
ΣMv	M_{EAH}	8,82	M_{EBH}	11,99	M_{ECH}	16,62
ANCHO	B	0,90	B	2,00	B	2,40
Coef. Fric.	fr	0,70	fr	0,70	frs	0,60

A. VERIFICACIONES EN LA SECCION AA'

DESCRIPCION	FORMULA	VALOR	CONDICION	VERIFICACION
EXCENTRICIDAD	$e = B/2 - (\Sigma Mr - \Sigma Mv) / \Sigma FV$	0,13	$< B/6 = 0,15$	CONFORME
ESF. EN A	$\sigma_1 = \Sigma FV/B \cdot (1 + 6 \cdot e/B)$	68,96	$< 0.4f'c = 560,00$	CONFORME
ESF. EN A'	$\sigma_2 = \Sigma FV/B \cdot (1 - 6 \cdot e/B)$	4,09	$> 0,00$	CONFORME
POR DESLIZAMIENTO	$CD = \Sigma FV \cdot fr / \Sigma FH$	4,39	$> 1,50$	CONFORME
POR VOLTEO	$CV = \Sigma Mr / \Sigma Mv$	2,18	$> 1,50$	CONFORME

B. VERIFICACIONES EN LA SECCION BB'

DESCRIPCION	FORMULA	VALOR	CONDICION	VERIFICACION
EXCENTRICIDAD	$e = B/2 - (\Sigma Mr - \Sigma Mv) / \Sigma FV$	0,30	$< B/6 = 0,33$	CONFORME
ESF. EN B	$\sigma_1 = \Sigma FV/B \cdot (1 + 6 \cdot e/B)$	14,21	$< 0.4f'c = 560,00$	CONFORME
ESF. EN B'	$\sigma_2 = \Sigma FV/B \cdot (1 - 6 \cdot e/B)$	0,83	$> 0,00$	CONFORME
POR DESLIZAMIENTO	$CD = \Sigma FV \cdot fr / \Sigma FH$	1,64	$> 1,50$	CONFORME
POR VOLTEO	$CV = \Sigma Mr / \Sigma Mv$	1,88	$> 1,50$	CONFORME

C. VERIFICACIONES EN LA SECCION CC'

DESCRIPCION	FORMULA	VALOR	CONDICION	VERIFICACION
EXCENTRICIDAD	$e = B/2 - (\Sigma Mr - \Sigma Mv) / \Sigma FV$	0,27	$< B/6 = 0,40$	CONFORME
ESF. EN C	$\sigma_1 = \Sigma FV/B \cdot (1 + 6 \cdot e/B)$	14,42	$< 47,88$	CONFORME
ESF. EN C'	$\sigma_2 = \Sigma FV/B \cdot (1 - 6 \cdot e/B)$	2,67	$> 0,00$	CONFORME
POR DESLIZAMIENTO	$CD = \Sigma FV \cdot fr / \Sigma FH$	1,54	$> 1,50$	CONFORME
POR VOLTEO	$CV = \Sigma Mr / \Sigma Mv$	2,14	$> 1,50$	CONFORME

LONGITUD DE DESARROLLO EN TRACCION PARA EL ACERO DE REFUERZO

DESCRIPCION	FORMULA - SECCION	VALOR	UNIDADES
LONGITUD DE DESARROLLO 1	$Ld = 0.06Av \cdot fy / (f'c)^{1/2}$	27,47	cm
DIAMETRO DE VARILLA	Dv	1,27	cm
LONGITUD DE DESARROLLO 2	$Ld = 0.006Dv \cdot fy$	32,00	cm
LONGITUD DE DESARROLLO 3	Ld = 30 cm	30,00	cm
TOMANDO EL MAYOR DE LOS TRES	Ld	35,00	cm

CAPITULO IV

PRESENTACIÓN DE LOS RESULTADOS

4.1 TOPOGRAFÍA

La topografía de la zona donde se proyecta el puente, es llana en la parte baja y ondulada hacia la parte alta, por ésta razón la escala a utilizar para el plano topográfico, será de 1/500, con equidistancia entre curvas de nivel de 1.00m.

Se definió que la longitud libre del puente es de 16.00m y cuyo eje será perpendicular al eje del río

4.2 ESTUDIO DE SUELOS

Por los requerimientos de cimentación, que exige una estructura como un puente; del suelo sobre el cual se ubicará la estructura, se realizó un estudio in situ y en laboratorio, el cual se inició con excavaciones de dos calicatas de 3.50 m de profundidad, sin llegar a encontrarse napa freática. Los resultados más relevantes, obtenidos de las muestras de suelo, analizadas en laboratorio son las siguientes:

CUADRO N° 4.1 RESUMEN DE RESULTADOS DEL ESTUDIO DE SUELOS

CALICATA	ESTRATO	PROF. (m)	GRANULOMETRÍA				LÍMITES DE ATERBERG			W (%)	γ_m (gr/cm ³)	γ_s (gr/cm ³)	CLASIFICACION S.U.C.S
			% QUE PASA TAMIZ N° 200	% QUE PASA TAMIZ N° 4	Cu	Cc	LL (%)	LP (%)	IP (%)				
C1	E1	2.00	4.49	22.78	103.13	8.55	34.00	23.22	10.78	16.23	1.84	2.55	GP
	E2	3.50	9.29	20.22	260.00	42.40	68.00	40.86	27.14	26.07	1.88	2.33	GP-GC
C2	E1	2.00	4.77	22.02	100.00	8.16	36.10	22.36	13.74	16.06	1.89	2.54	GP
	E2	3.50	8.82	18.69	186.67	34.29	67.00	35.09	31.91	25.62	1.91	2.27	GP-GC

La resistencia del terreno según la ecuación de Terzaghi es de 3.60 Kg/cm², correspondiente al estrato de suelo gravoso con presencia de arcilla, sobre el cual se debe asegurar que sea resistente a la transmisión de los esfuerzos.

4.3 RESULTADO DEL ESTUDIO GEOLOGICO – GEOTECNICO Y CANTERA

ESTUDIO GEOLOGICO

La zona en estudio pertenece a formación:

Era: Cenozoico

Sistema: Cuaternario

En la zona de ubicación del Puente, la unidad lito estratigráfica presente es:

Deposito Aluvial(Q-al). Estos depósitos se presentan en el lecho del río Grande, que son acumulaciones de materiales transportados por cursos fluviales depositados en las riberas y fondo de los ríos. Consistentes de gravas gruesas, finas, arenas sueltas y depósitos limos arcillosos.

Geología Estructural:

En la zona de estudio no se encuentran fracturas, fallas o pliegues que influyan en la construcción de la cimentación del puente.

Geodinamica Externa:

La zona de estudio se encuentra sometida a los agentes de erosión, provocada por las aguas del río Grande debido al incremento del caudal en épocas de invierno, que arrastra gran cantidad de material que origina la erosión en las orillas del río.

ESTUDIO DE CANTERAS

Como resumen se indica que existen 03 canteras en el trayecto y que ofrecen agregados de buena calidad.

Los agregados por ser de origen fluvial y por presentar un porcentaje pequeño de finos, se logra alcanzar buena resistencia del concreto con menor cantidad de cemento.

4.4 ESTUDIO HIDROLÓGICO.

PARÁMETROS GEOMORFOLÓGICOS DE LA CUENCA:

La cuenca presenta las siguientes características:

CUADRO N° 4.3 PRINCIPALES PARÁMETROS GEOMORFOLÓGICOS DE LA CUENCA

PARÁMETRO	SIMBOLO	CANTIDAD	UNIDAD
Área de la cuenca	A	48.57	Km ²
Longitud del cauce principal	L	13.85	Km.
Pendiente del cauce principal	S	7.98	%
Pendiente de laderas	Sc	22.72	%
Tiempo de concentración	Tc	105	min.
Altitud media de la cuenca	\bar{H}	3608.00	m.s.n.m.

Los parámetros de este cuadro, son los que se utilizaron para la obtención del gasto de diseño. El cauce principal, de mayor recorrido, es la quebrada Callejón.

CAUDAL Y TIRANTE MÁXIMO

El caudal obtenido del modelamiento y diseño hidrológico, además el tirante máximo y socavación, se presentan en el siguiente cuadro.

CUADRO N° 4.4 PROPIEDADES DEL CAUCE PRINCIPAL

Caudal Total (Qt)	172.00 m ³ /sg
Tirante máximo (Y)	2.00 m
Socavación general	2.70 m

4.5 DISEÑO GEOMÉTRICO Y ESTRUCTURAL DE LA SUPERESTRUCTURA.

La Superestructura que se proyecta será simplemente apoyada, de un solo tramo con una luz libre entre apoyos de 16.00 m y de concreto armado. A continuación se presenta en cuadros de manera sucinta los resultados del diseño

CUADRO N° 4.5 RESULTADOS DEL DISEÑO GEOMÉTRICO Y ESTRUCTURAL DE LA SUPERESTRUCTURA

SUPERESTRUCTURA	
N° de vigas	2
N° de diafragmas	3
N° de vías	1
Ancho de la vía	3.60 m
Ancho total de veredas	0.45 m
Vehículo de diseño	H20 – S16

CUADRO N° 4.6 RESULTADOS DE DISEÑO ESTRUCTURAL DE LA BARANDA

BARANDA	
Altura	0.90 m
Espaciamiento de columnetas	1.30 m
Tubo de baranda	2" (F°G°)
Varillas de columnetas	ϕ 3/8"

CUADRO N° 4.7 RESULTADOS DE DISEÑO ESTRUCTURAL DE LA VEREDA

VEREDA	
Ubicación	Ambos lados de la calzada
Ancho	0.45 m.
Altura respecto a la losa	0.20 m
Acero de repartición y temperatura	ϕ 3/8" @ 20 cm. en ambos sentidos

CUADRO N° 4.8 RESULTADOS DE DISEÑO ESTRUCTURAL DE LA LOSA

LOSA	
Espesor de Losa	0.25 m
Acero positivo	ϕ 5/8" @ 25 cm
Acero Negativo	ϕ 1/2" @ 30 cm
Acero de repartición positivo	ϕ 3/8" @ 15 cm
Acero de repartición negativo	ϕ 3/8" @ 20 cm

CUADRO N° 4.9 RESULTADOS DE DISEÑO ESTRUCTURAL DE LAS VIGAS LONGITUDINALES

VIGAS LONGITUDINALES	
Peralte	1.20 m
Ancho	0.60 m
Distancia entre ejes	2.60 m
Acero positivo	22 ϕ 1"
Acero negativo	6 ϕ 3/4"
Estribos	ϕ 3/8": 1@ 10 + 17@ 20 + re @ 25 de c/extremo
Acero por flambeo	2 ϕ 3/4" + 4 ϕ 5/8"

CUADRO N° 4.10 RESULTADOS DE DISEÑO DEL DIAFRAGMA INTERIOR

DIAFRAGMA INTERIOR	
Peralte	0.70 m
Ancho	0.30 m
Acero positivo	2 ϕ 3/4" + 2 ϕ 5/8"
Acero negativo	4 ϕ 1/2"
Acero por flambeo	2 ϕ 5/8"
Estribos	ϕ 1/4": 1@ 12.5 + re @ 25.0 de c/extremo

CUADRO N° 4.11 RESULTADOS DE DISEÑO DEL DIAFRAGMA EXTERIOR

DIAFRAGMA EXTERIOR	
Peralte	0.70 m
Ancho	0.30 m
Acero positivo	4 ϕ 1/2"
Acero negativo	4 ϕ 1/2"
Acero por flambeo	2 ϕ 5/8"
Estribos	ϕ 1/4": 1@ 12.5 + re @ 25.0 de c/extremo

4.6 DISEÑO GEOMÉTRICO Y ESTRUCTURAL DE LA SUBESTRUCTURA.

El cálculo de los estribos, se realizó utilizando un perfil de tanteo y luego chequeando su estabilidad al volteo, deslizamiento, compresiones y tracciones, teniendo como base la máxima seguridad y economía, los estribos son de concreto armado. Los resultados obtenidos son los siguientes:

CUADRO N° 4.12 RESULTADOS DE DISEÑO ESTRUCTURAL DE ESTRIBOS

DESCRIPCIÓN	RESULTADOS
CORONA:	
Ancho	0.60 m
Acero Positivo	1Ø3/4" @0.30
Acero Positivo	1Ø3/4" @0.30
Acero Positivo	1Ø5/8" @0.30
PANTALLA:	
Ancho de base	1.50 m
Altura	4.80 m
Acero Positivo	1Ø3/4" @0.10
Acero Negativo	1Ø5/8" @0.20
Acero de repartición	1Ø5/8" @0.25
ZAPATA:	
Peralte	0.90 m
Ancho de la Base	3.80 m
Punta	1.10 m
Talón	1.20 m
Acero Superior	1Ø 5/8" @ 0.15
Acero Inferior	1Ø5/8" @ 0.15
Acero de repartición	1Ø5/8" @0.20

4.7 APOYOS.

Apoyo Móvil: Constituido por dos placas metálicas de 0.60m x 0.20m x 1¼", con cuatro bastones de ϕ 5/8" de longitud 0.30m cada placa, además neopreno de 1" de espesor entre las placas metálicas.

Apoyo Fijo: Constituido por 4 ϕ 1/2" de longitud 0.45 m cada uno.

CAPITULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

- La topografía de la zona en estudio es ondulada, la equidistancia de las curvas de
- Nivel es 1.0 m, la escala del plano topográfico es 1 /500.
- Se determinó que el diseño sea de una sola vía, de acuerdo al estudio del tránsito Vehicular.
- El caudal de diseño $Q_d = 172 \text{ m}^3/\text{s}$.
- La presión admisible hallada para el terreno de fundación es de $\sigma_t = 3.60 \text{ kg/cm}^2$.
- El puente será de un solo tramo y simplemente apoyado, con un solo carril de circulación vial de 3.60 m. de ancho, con veredas a ambos lados de la calzada, apoyándose esta sobre dos vigas de borde y estas a su vez sobre estribos de concreto armado.
- Este puente permitirá la continuidad de la carretera Llushcapampa Baja – El Aliso, con mejores condiciones, proporcionando mayor comunicación e intercambio de actividades comerciales, culturales, turísticas, promoviendo el desarrollo de esta parte de Cajamarca.
- Los datos hidrológicos utilizados en la presente tesis han sido obtenidos de la información de la estación A. Weberbauer. El tamaño de la muestra consta de un registro de 33 años, desde 1977 hasta 2009.
- El presupuesto ha sido elaborado considerando los costos de mano de obra de Construcción Civil de Junio de 2012 hasta Junio de 2013, el cual incluye todos los beneficios de Ley.
- El costo total de la obra asciende a S/ 341,153.25 (Trescientos cuarentiun mil ciento cincuenta y tres y 25/100 Nuevos Soles), el cual será ejecutada por Contrato.

5.2 RECOMENDACIONES

- Antes de proceder con la realización de la obra o proyecto, recomendamos realizar el **Replanteo topográfico**.
- Durante la ejecución del Proyecto deberá ceñirse estrictamente a las especificaciones técnicas y planos respectivos, previa verificación in-situ de la resistencia del suelo de cimentación, a fin de lograr una estructura resistente y segura, tanto para los vehículos como para las personas que circularán por ella.
- La construcción del puente, debe ejecutarse en épocas de estiaje (junio-octubre) para evitar el incremento de costos por percances no previstos en el presente estudio.
- La construcción del puente, debe hacerse con personal calificado, materiales de buena calidad y equipos en buenas condiciones de operatividad.
- Realizar Limpieza del cauce, en forma periódica para evitar la colmatación de sedimentos.
- Si el tipo de suelos donde se va a cimentar los estribos son diferentes a los resultados indicados en el presente proyecto, recomendamos realizar nuevos estudios de suelos debido a que las calicatas se han excavado a 1.5 m de distancia de su ubicación.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

PROYECTO DEL PUENTE "EL TINGO" SOBRE EL RÍO GRANDE CARRETERA LLUSHCAPAMPA BAJA – EL ALISO

APÉNDICE

CUADRO N° 3.8 DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL

CALICATA 1

CALICATA	ESTRATO	
C1	E1	E2
W tara (g)	29.30	28.60
Wt + M. Húmeda (g)	341.50	283.90
Wt + M. Seca (g)	297.90	231.10
W agua (g)	43.60	52.80
W M. Seca (g)	268.60	202.50
W (%)	16.23	26.07

CUADRO N° 3.9 DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL

CALICATA 2

CALICATA	ESTRATO	
C2	E1	E2
W tara (g)	28.90	28.50
Wt + M. Húmeda (g)	317.50	262.90
Wt + M. Seca (g)	277.56	215.10
W agua (g)	39.94	47.80
W M. Seca (g)	248.66	186.60
W (%)	16.06	25.62

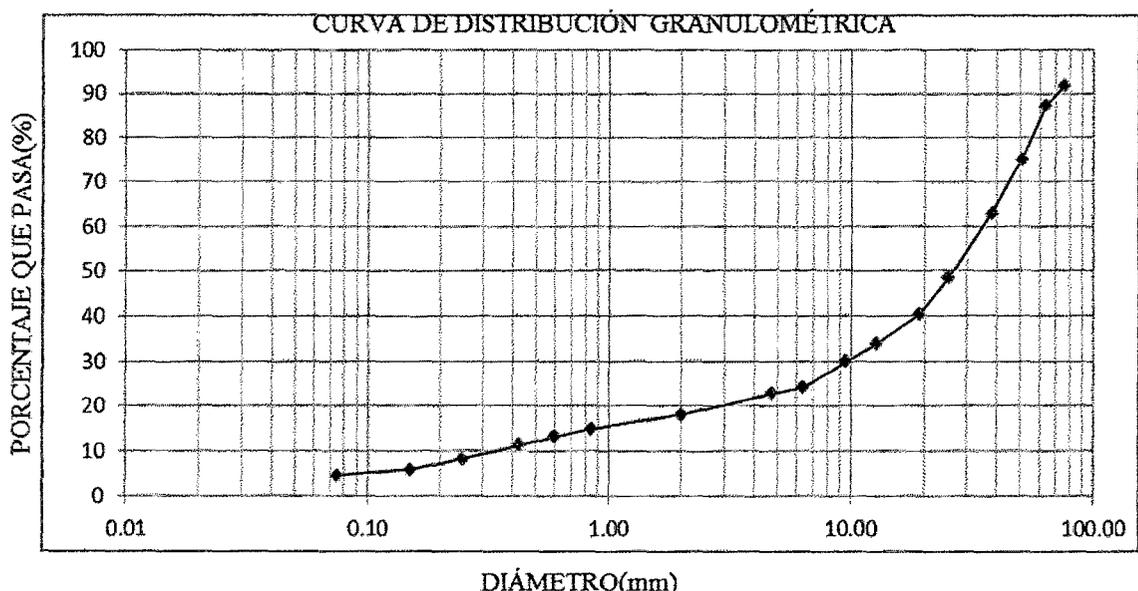
UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

PROYECTO DEL PUENTE "EL TINGO" SOBRE EL RÍO GRANDE CARRETERA LLUSHCAPAMPA BAJA - EL ALISO

CUADRO N° 3.10 ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE LA CALICATA 1 - ESTRATO 1

CALICATA: C1			ESTRATO: E1			PROFUNDIDAD	
Peso de muestra seca inicial (Ws)			9000.00 gr.			2.00m.	
TAMIZ		PRP (gr)	%RP	%RA	% QUE PASA	PORCENTAJE QUE PASA MALLA N° 200	
N°	ABERTURA (mm)						
3"	76.200	731.00	8.12	8.12	91.88	Peso seco + tara (gr)	9143.00
2 ½"	63.500	414.00	4.60	12.72	87.28	Peso seco lav.+ tara (gr)	8738.64
2"	50.800	1096.00	12.18	24.90	75.10	Peso tara (gr)	143.00
1 ½"	38.100	1098.00	12.20	37.10	62.90	Peso seco Ws (gr)	9000.00
1"	25.400	1286.00	14.29	51.39	48.61	Peso seco lavado (gr)	8595.64
¾"	19.050	752.00	8.36	59.74	40.26	Pérdida de peso (gr)	404.36
½"	12.700	578.00	6.42	66.17	33.83	% QUE PASA MALLA N° 200	
3/8"	9.500	355.00	3.94	70.11	29.89	4.49	
¼"	6.350	522.00	5.80	75.91	24.09	GRAVA	GRUESA 3" - ¾"
N° 4	4.750	118.00	1.31	77.22	22.78		FINA ¾" - N° 4
N° 10	2.000	417.17	4.64	81.86	18.14	ARENA	GRUESA N° 4 - N° 10
N° 20	0.850	296.73	3.30	85.15	14.85		MEDIA N° 10 - N° 40
N° 30	0.600	155.80	1.73	86.89	13.11		FINA N° 40 - N° 200
N° 40	0.425	161.44	1.79	88.68	11.32	LIMO Y ARCILLA < N° 200	
N° 60	0.250	279.83	3.11	91.79	8.21	D ₁₀ = 0.32	
N° 100	0.150	204.49	2.27	94.06	5.94	D ₃₀ = 9.50	
N° 200	0.075	130.18	1.45	95.51	4.49	D ₆₀ = 33.00	
PÉRDIDA POR LAVADO		404.36	4.49	100.00	0.00	Cu = 103.13	
TOTAL		9000.00 gr.				Cc = 8.55	



Observación: la muestra en estudio ha sido clasificada utilizando el método S.U.C.S. y corresponde a una Grava Limpia mal graduada (GP), grava de T.M. 3"

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

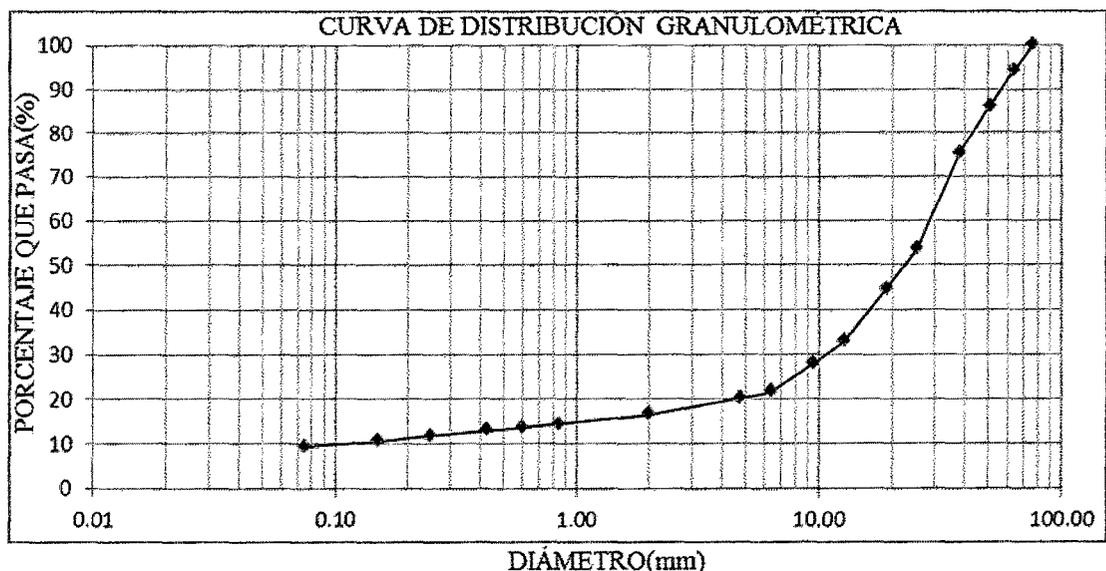
FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

PROYECTO DEL PUENTE "EL TINGO" SOBRE EL RÍO GRANDE CARRETERA LLUSHCAPAMPA BAJA - EL ALISO

CUADRO N° 3.11 ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE LA CALICATA 1 - ESTRATO 2

CALICATA: C1			ESTRATO: E2			PROFUNDIDAD	
Peso de muestra seca inicial (Ws)			9000.00 gr.			3.50 m.	
TAMIZ		PRP (gr)	%RP	%RA	% QUE PASA	PORCENTAJE QUE PASA MALLA N° 200	
N°	ABERTURA (mm)						
3"	76.200	0.00	0.00	0.00	100.00	Peso seco + tara (gr)	9143.00
2 ½"	63.500	517.00	5.74	5.74	94.26	Peso seco lav. + tara (gr)	8307.25
2"	50.800	744.00	8.27	14.01	85.99	Peso tara (gr)	143.00
1 ½"	38.100	951.00	10.57	24.58	75.42	Peso seco Ws (gr)	9000.00
1"	25.400	1963.00	21.81	46.39	53.61	Peso seco lavado (gr)	8164.26
¾"	19.050	810.00	9.00	55.39	44.61	Pérdida de peso (gr)	835.74
½"	12.700	1065.00	11.83	67.22	32.78	% QUE PASA MALLA N° 200	
3/8"	9.500	436.00	4.84	72.07	27.93	9.29	
¼"	6.350	568.00	6.31	78.38	21.62	GRAVA	GRUESA 3" - ¾"
N° 4	4.750	126.00	1.40	79.78	20.22		FINA ¾" - N° 4
N° 10	2.000	325.05	3.61	83.39	16.61	ARENA	GRUESA N° 4 - N° 10
N° 20	0.850	205.66	2.29	85.67	14.33		MEDIA N° 10 - N° 40
N° 30	0.600	69.89	0.78	86.45	13.55		FINA N° 40 - N° 200
N° 40	0.425	62.97	0.70	87.15	12.85	LIMO Y ARCILLA < N° 200	
N° 60	0.250	106.29	1.18	88.33	11.67	D ₁₀ = 0.10	
N° 100	0.150	103.38	1.15	89.48	10.52	D ₃₀ = 10.50	
N° 200	0.075	111.02	1.23	90.71	9.29	D ₆₀ = 26.00	
PÉRDIDA POR LAVADO		835.74	9.29	100.00	0.00	Cu = 260.00	
TOTAL		9000.00 gr.				Cc = 42.40	



Observación: la muestra en estudio ha sido clasificada utilizando el método S.U.C.S. y corresponde a una Grava mal graduada con arcilla (GP-GC), grava de T.M. 3"

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

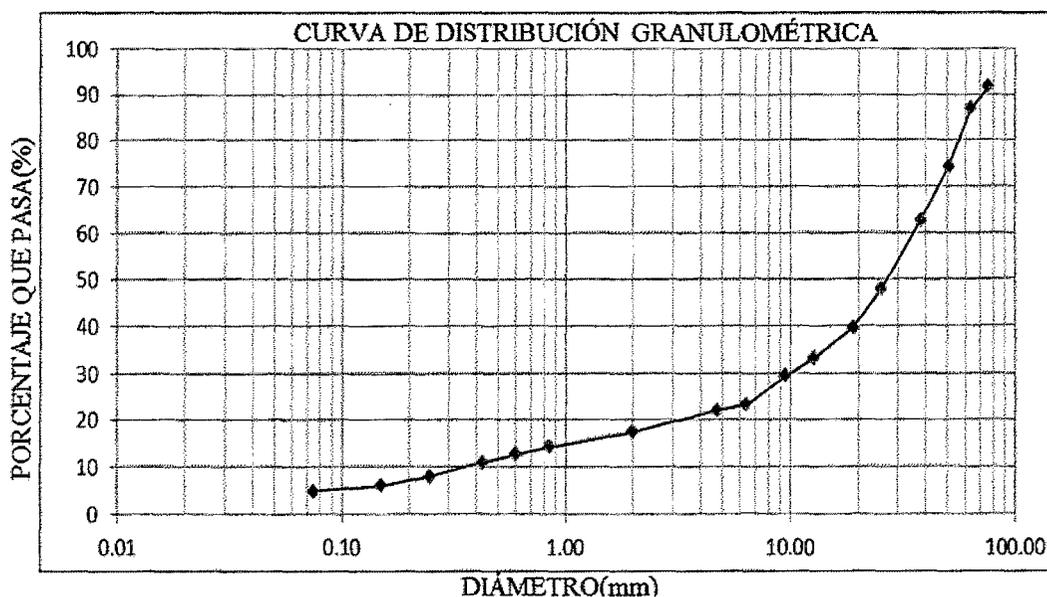
FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

PROYECTO DEL PUENTE "EL TINGO" SOBRE EL RÍO GRANDE CARRETERA LLUSHCAPAMPA BAJA - EL ALISO

CUADRO N° 3.12 ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE LA CALICATA 2 - ESTRATO 1

CALICATA: C2			ESTRATO: E1			PROFUNDIDAD		
Peso de muestra seca inicial (Ws)			8500.00 gr.			2.00 m.		
TAMIZ		PRP (gr)	%RP	%RA	% QUE PASA	PORCENTAJE QUE PASA MALLA N° 200		
N°	ABERTURA (mm)							
3"	76.200	705.00	8.29	8.29	91.71	Peso seco + tara (gr)	8639.00	
2 ½"	63.500	413.50	4.86	13.16	86.84	Peso seco lav.+ tara (gr)	8233.35	
2"	50.800	1065.00	12.53	25.69	74.31	Peso tara (gr)	139.00	
1 ½"	38.100	998.00	11.74	37.43	62.57	Peso seco Ws (gr)	8500.00	
1"	25.400	1232.00	14.49	51.92	48.08	Peso seco lavado (gr)	8094.35	
¾"	19.050	726.50	8.55	60.47	39.53	Pérdida de peso (gr)	405.65	
½"	12.700	545.00	6.41	66.88	33.12	% QUE PASA MALLA N° 200	4.77	
3/8"	9.500	320.25	3.77	70.65	29.35			
¼"	6.350	515.00	6.06	76.71	23.29	GRAVA	GRUESA	3" - ¾"
N° 4	4.750	108.00	1.27	77.98	22.02		FINA	¾" - N° 4
N° 10	2.000	395.10	4.65	82.63	17.37	ARENA	GRUESA	N° 4 - N° 10
N° 20	0.850	268.20	3.16	85.78	14.22		MEDIA	N° 10 - N° 40
N° 30	0.600	135.80	1.60	87.38	12.62		FINA	N° 40 - N° 200
N° 40	0.425	141.25	1.66	89.04	10.96	LIMO Y ARCILLA		< N° 200
N° 60	0.250	250.32	2.94	91.99	8.01	D ₁₀ = 0.35		
N° 100	0.150	175.25	2.06	94.05	5.95	D ₃₀ = 10.00		
N° 200	0.075	100.18	1.18	95.23	4.77	D ₆₀ = 35.00		
PÉRDIDA POR LAVADO		405.65	4.77	100.00	0.00	Cu = 100.00		
TOTAL		8500.00	gr.		Cc = 8.16			



Observación: la muestra en estudio ha sido clasificada utilizando el método S.U.C.S. y corresponde a una Grava Limpia (GP), grava de T.M. 3"

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

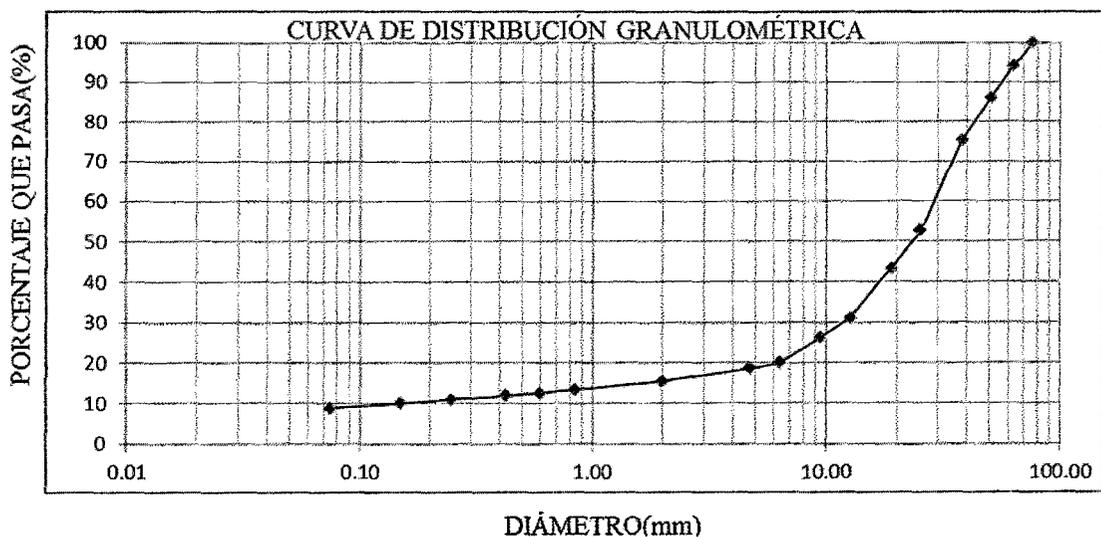
FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

PROYECTO DEL PUENTE "EL TINGO" SOBRE EL RÍO GRANDE CARRETERA LLUSHCAPAMPA BAJA - EL ALISO

CUADRO N° 3.13 ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE LA CALICATA 2 - ESTRATO 2

CALICATA: C2			ESTRATO: E 2			PROFUNDIDAD	
Peso de muestra seca inicial (Ws)			8500.00 gr.			3.50 m.	
TAMIZ		PRP (gr.)	%RP	%RA	% QUE PASA	PORCENTAJE QUE PASA MALLA N° 200	
N°	ABERTURA (mm)						
3"	76.200	0.00	0.00	0.00	100.00	Peso seco + tara (gr)	8639.00
2 ½"	63.500	487.60	5.74	5.74	94.26	Peso seco lav.+ tara (gr)	7889.29
2"	50.800	709.20	8.34	14.08	85.92	Peso tara (gr)	139.00
1 ½"	38.100	901.00	10.60	24.68	75.32	Peso seco Ws (gr)	8500.00
1"	25.400	1918.20	22.57	47.25	52.75	Peso seco lavado (gr)	7750.29
¾"	19.050	810.00	9.53	56.78	43.22	Pérdida de peso (gr)	749.71
½"	12.700	1033.00	12.15	68.93	31.07	% QUE PASA MALLA N° 200	
3/8"	9.500	406.00	4.78	73.71	26.29	8.82	
¼"	6.350	526.00	6.19	79.89	20.11	GRAVA	GRUESA 3" - ¾"
N° 4	4.750	120.30	1.42	81.31	18.69		FINA ¾" - N° 4
N° 10	2.000	279.10	3.28	84.59	15.41	ARENA	GRUESA N° 4 - N° 10
N° 20	0.850	180.36	2.12	86.71	13.29		MEDIA N° 10 - N° 40
N° 30	0.600	64.36	0.76	87.47	12.53		FINA N° 40 - N° 200
N° 40	0.425	57.25	0.67	88.15	11.85	LIMO Y ARCILLA < N° 200	
N° 60	0.250	78.29	0.92	89.07	10.93	D ₁₀ = 0.15	
N° 100	0.150	85.38	1.00	90.07	9.93	D ₃₀ = 12.00	
N° 200	0.075	94.25	1.11	91.18	8.82	D ₆₀ = 28.00	
PÉRDIDA POR LAVADO		749.71	8.82	100.00	0.00	Cu = 186.67	
TOTAL		8500.00 gr.			Cc = 34.29		



Observación: la muestra en estudio ha sido clasificada utilizando el método S.U.C.S. y corresponde a una Grava bien graduada con arcilla (GP-GC), grava de T.M. 3"

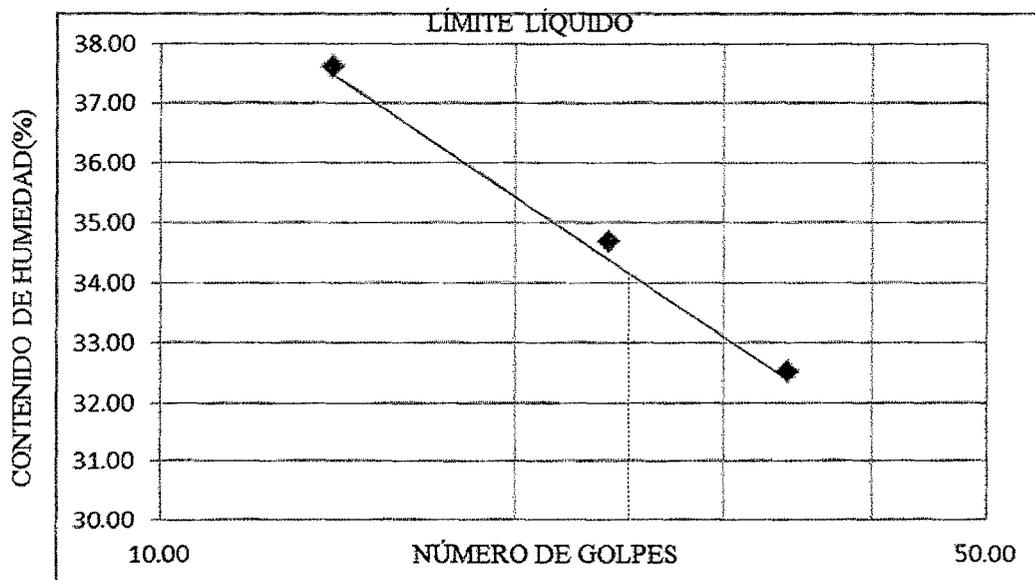
UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

PROYECTO DEL PUENTE "EL TINGO" SOBRE EL RÍO GRANDE CARRETERA LLUSHCAPAMPA BAJA - EL ALISO

CUADRO N° 3.14 LÍMITE LÍQUIDO Y LÍMITE PLÁSTICO DE CALICATA 1-ESTRATO 1

CALICATA: C1		ESTRATO: E1			PROFUNDIDAD: 2.00 m.		
LÍMITE LÍQUIDO (LL)				LÍMITE PLÁSTICO (LP)			
TARA N°	1	2	3	TARA N°	1	2	
W tara (gr)	27.90	26.00	26.70	W tara (gr)	26.30	26.40	
Wt + M. Húmeda (gr)	42.90	42.70	42.60	Wt + M. Húmeda (gr)	32.20	32.70	
Wt + M. Seca (gr)	38.80	38.40	38.70	Wt + M. Seca (gr)	31.10	31.50	
W agua (gr)	4.10	4.30	3.90	W agua (gr)	1.10	1.20	
W M. Seca (gr)	10.90	12.40	12.00	W M. Seca (gr)	4.80	5.10	
W (%)	37.61	34.68	32.50	W (%)	22.92	23.53	
N° Golpes	14	24	34	LP	23.22 %		



TEMPERATURA DE SECADO	110 °C
AGUA USADA	POTABLE

LÍMITE LÍQUIDO	34.00%
LÍMITE PLÁSTICO	23.22%
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	10.78%

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

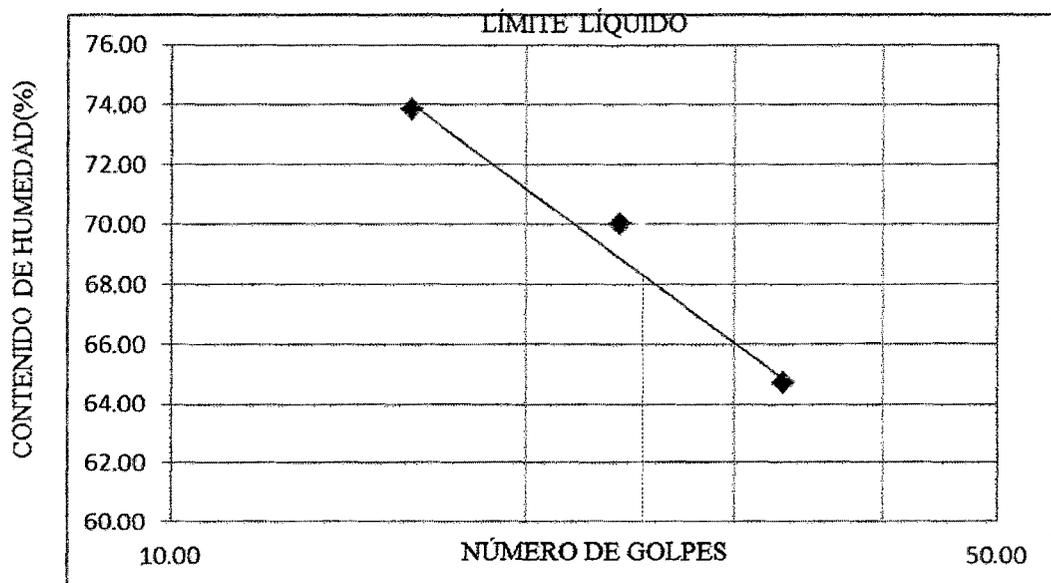
FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

PROYECTO DEL PUENTE "EL TINGO" SOBRE EL RÍO GRANDE CARRETERA LLUSHCAPAMPA BAJA - EL ALISO

CUADRO N° 3.15 LÍMITE LÍQUIDO Y LÍMITE PLÁSTICO DE CALICATA 1-ESTRATO 2

CALICATA: C1			ESTRATO: E2			PROFUNDIDAD: 3.50 m.		
LÍMITE LÍQUIDO (LL)				LÍMITE PLÁSTICO (LP)				
TARA N°	1	2	3	TARA N°	1	2		
W tara (gr)	26.40	29.40	27.50	W tara (gr)	25.50	26.40		
Wt + M. Húmeda (gr)	41.70	43.00	41.50	Wt + M. Húmeda (gr)	31.70	33.30		
Wt + M. Seca (gr)	35.20	37.40	36.00	Wt + M. Seca (gr)	29.90	31.30		
W agua (gr)	6.50	5.60	5.50	W agua (gr)	1.80	2.00		
W M. Seca (gr)	8.80	8.00	8.50	W M. Seca (gr)	4.40	4.90		
W (%)	73.86	70.00	64.71	W (%)	40.91	40.82		
N° Golpes	16	24	33	LP	40.86 %			



TEMPERATURA DE SECADO	110 °C
AGUA USADA	POTABLE

LÍMITE LÍQUIDO	68.00%
LÍMITE PLÁSTICO	40.86%
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	27.14%

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

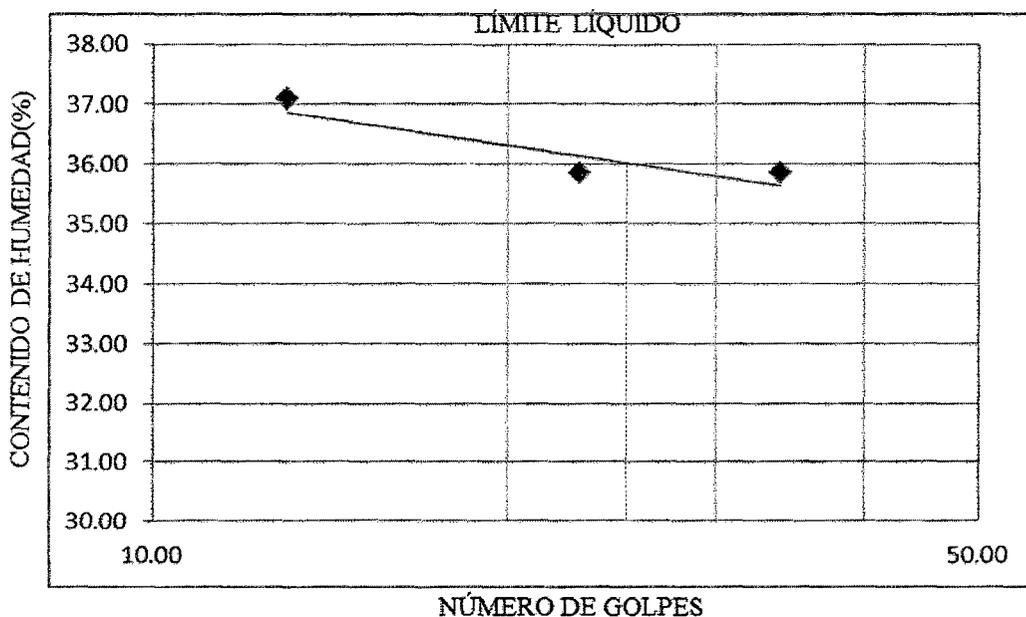
FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

PROYECTO DEL PUENTE "EL TINGO" SOBRE EL RÍO GRANDE CARRETERA LLUSHCAPAMPA BAJA - EL ALISO

CUADRO N° 3.16 LÍMITE LÍQUIDO Y LÍMITE PLÁSTICO DE CALICATA 2-ESTRATO 1

CALICATA: C2			ESTRATO: E1			PROFUNDIDAD: 2.00 m.		
LÍMITE LÍQUIDO (LL)				LÍMITE PLÁSTICO (LP)				
TARA N°	1	2	3	TARA N°	1	2		
W tara (gr)	28.80	28.20	27.30	W tara (gr)	27.30	27.10		
Wt + M. Húmeda (gr)	37.30	35.40	34.50	Wt + M. Húmeda (gr)	32.20	32.60		
Wt + M. Seca (gr)	35.00	33.50	32.60	Wt + M. Seca (gr)	31.30	31.60		
W agua (gr)	2.30	1.90	1.90	W agua (gr)	0.90	1.00		
W M. Seca (gr)	6.20	5.30	5.30	W M. Seca (gr)	4.00	4.50		
W (%)	37.10	35.85	35.85	W (%)	22.50	22.22		
N° Golpes	13	23	34	LP	22.36 %			



TEMPERATURA DE SECADO	110 °C
AGUA USADA	POTABLE

LÍMITE LÍQUIDO	36.10%
LÍMITE PLÁSTICO	22.36%
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	13.74%

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

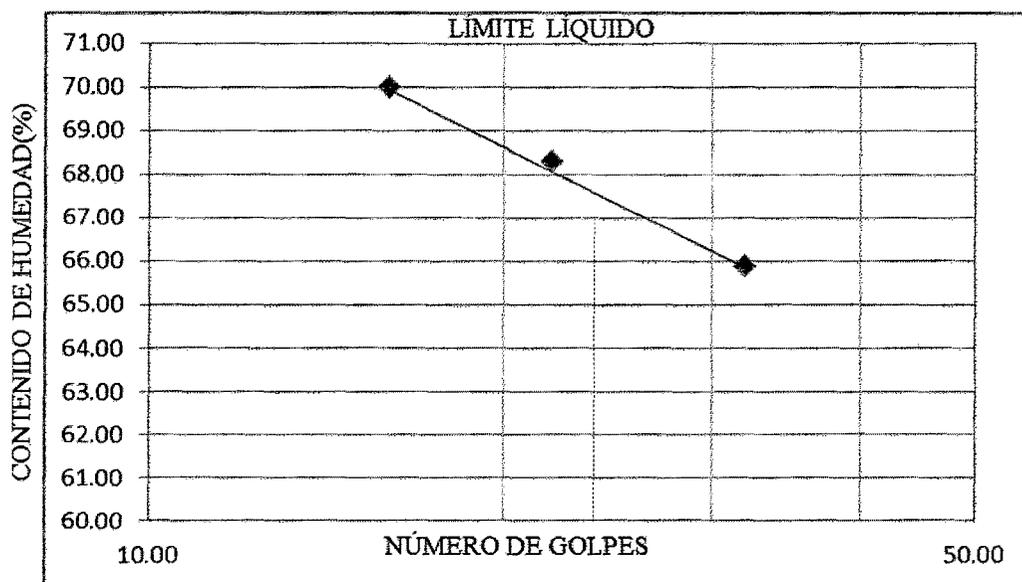
FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

PROYECTO DEL PUENTE "EL TINGO" SOBRE EL RÍO GRANDE CARRETERA LLUSHCAPAMPA BAJA - EL ALISO

CUADRO N° 3.17 LÍMITE LÍQUIDO Y LÍMITE PLÁSTICO DE CALICATA 2 - ESTRATO 2

CALICATA: C2			ESTRATO: E2			PROFUNDIDAD: 3.50 m.		
LÍMITE LÍQUIDO (LL)				LÍMITE PLÁSTICO (LP)				
TARA N°	1	2	3	TARA N°	1	2		
W tara (gr)	26.20	29.30	27.50	W tara (gr)	25.40	25.20		
Wt + M. Húmeda (gr)	41.50	43.10	41.60	Wt + M. Húmeda (gr)	31.50	32.20		
Wt + M. Seca (gr)	35.20	37.50	36.00	Wt + M. Seca (gr)	29.90	30.40		
W agua (gr)	6.30	5.60	5.60	W agua (gr)	1.60	1.80		
W M. Seca (gr)	9.00	8.20	8.50	W M. Seca (gr)	4.50	5.20		
W (%)	70.00	68.29	65.88	W (%)	35.56	34.62		
N° Golpes	16	22	32	LP	35.09 %			



TEMPERATURA DE SECADO	110 °C
AGUA USADA	POTABLE.

LÍMITE LÍQUIDO	67.00%
LÍMITE PLÁSTICO	35.09%
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	31.91%

CUADRO N° 3.18 PESO ESPECÍFICO DE ARENA GRUESA Y GRAVA CALICATA 1 – ESTRATO 1 y 2

CALICATA	E1		E2	
C1	PROFUNDIDAD: 2.00m		PROFUNDIDAD: 3.50m	
	M1	M2	M1	M2
Waire (g)	129.12	157.07	92.25	169.35
Wmsumergida	78.09	95.77	52.28	97.28
γ_s (g/cm ³)	2.53	2.56	2.31	2.35
γ_s (g/cm ³)	2.55		2.33	

CUADRO N° 3.19 PESO ESPECÍFICO DE ARENA GRUESA Y GRAVA CALICATA 2 – ESTRATO 1 y 2

CALICATA	E1		E2	
C2	PROFUNDIDAD: 2.00m		PROFUNDIDAD: 3.50m	
	M1	M2	M1	M2
Waire (g)	127.64	145.10	105.30	158.20
Wmsumergida	76.32	89.00	52.70	96.00
γ_s (g/cm ³)	2.49	2.59	2.00	2.54
γ_s (g/cm ³)	2.54		2.27	

CUADRO N° 3.20 PESO ESPECÍFICO DE MATERIAL FINO CALICATA 1 – ESTRATO 1

CALICATA	ESTRATO	
C1	E1	
	M1	M2
Wms (gr)	100.00	100.00
Wfw(gr)	649.00	649.00
Wfws(gr)	710.00	709.00
γ_s (gr/cm ³)	2.56	2.50
γ_s (gr/cm ³)	2.53	

**CUADRO N° 3.21 PESO ESPECÍFICO DE MATERIAL FINO
CALICATA 1 – ESTRATO 2**

CALICATA	ESTRATO	
C1	E2	
	M1	M2
Wms (gr)	85.00	85.00
Wfw(gr)	634.00	634.00
Wfws(gr)	685.00	686.00
γ_s (gr/cm ³)	2.50	2.58
γ_s (gr/cm ³)	2.54	

**CUADRO N° 3.22 PESO VOLUMÉTRICO DE MATERIAL FINO
CALICATA 1**

CALICATA	ESTRATO	
C1	E1	E2
W cilindro (gr)	257.60	262.40
Wc + M. Húmeda (gr)	469.20	470.60
W M. Húmeda (gr)	211.60	208.20
Vol. cilindro (cm ³)	114.99	110.84
γ_m (gr/cm ³)	1.84	1.88

**CUADRO N° 3.23 PESO VOLUMÉTRICO DE MATERIAL FINO
CALICATA 2**

CALICATA	ESTRATO	
C2	E1	E2
W cilindro (gr)	256.10	257.40
Wc + M. Húmeda (gr)	472.90	469.00
W M. Húmeda (gr)	216.80	211.60
Vol. cilindro (cm ³)	114.99	110.84
γ_m (gr/cm ³)	1.89	1.91

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

PROYECTO DEL PUENTE "EL TINGO" SOBRE EL RÍO GRANDE CARRETERA LLUSHCAPAMPA BAJA - EL ALISO

CUADRO N° 3.24 RESUMEN DE RESULTADOS Y CLASIFICACIÓN DE SUELOS

CALICATA	ESTRATO	PROF. (m)	GRANULOMETRÍA				LÍMITES DE ATERBERG			W (%)	γ_m (gr/cm ³)	γ_s (gr/cm ³)	CLASIFICACION S.U.C.S
			% QUE PASA TAMIZ N° 200	% QUE PASA TAMIZ N° 4	Cu	Cc	LL (%)	LP (%)	IP (%)				
C1	E1	2.00	4.49	22.78	103.13	8.55	34.00	23.22	10.78	16.23	1.84	2.55	GP
	E2	3.50	9.29	20.22	260.00	42.40	68.00	40.86	27.14	26.07	1.88	2.33	GP-GC
C2	E1	2.00	4.77	22.02	100.00	8.16	36.10	22.36	13.74	16.06	1.89	2.54	GP
	E2	3.50	8.82	18.69	186.67	34.29	67.00	35.09	31.91	25.62	1.91	2.27	GP-GC

GP: Grava bien graduada con limo y arena.

GP- GC: Arena arcillosa con grava.

CUADRO N° 3.27 TABULACIÓN DE DATOS PARA OBTENCIÓN DE LONGITUD Y PENDIENTE DEL CAUCE PRINCIPAL

LONGITUD DEL CAUCE PRINCIPAL			PENDIENTE (S %)	$\left(\frac{L_i^2}{S_i}\right)^{1/2}$
COTAS (m.s.n.m.)		LONGITUD (Km.)		
2900	3000	1.16	8.62	3.95
3000	3200	2.72	7.35	10.03
3200	3400	2.30	8.70	7.80
3400	3600	3.30	6.06	13.40
3600	3800	2.20	9.09	7.30
3800	4000	0.66	30.30	1.20
4000	4120	1.51	7.95	5.36
TOTAL		13.85	-	49.04

$$L = 13.85 \text{ Km}$$

LONGITUD AL CENTROIDE (Lc)

1220

$$Lc = 6.70 \text{ Km}$$

FACTOR DE FORMA (F)

Con la ecuación N° 2.10, se obtiene el siguiente valor:

$$F = 0.25$$

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

PROYECTO DEL PUENTE "EL TINGO" SOBRE EL RÍO GRANDE CARRETERA LLUSHCAPAMPA BAJA - EL ALISO

PENDIENTE DEL CAUCE PRINCIPAL (S)

Utilizando la ecuación N° 2.11

$$S = 7.98\%$$

ALTITUD MEDIA DE LA CUENCA (\bar{H})

Mediante la ecuación N° 2.15, se tiene:

Intervalo de Cotas (m.s.n.m)		Altura media Hi (msnm)	Área /Curv. (Km ²)
2900	3000	2950	0.23
3000	3200	3100	1.65
3200	3400	3300	6.12
3400	3600	3500	20.20
3600	3800	3700	8.62
3800	4000	3900	6.54
4000	4120	4060	5.21

TOTAL

48.57

\bar{H}

$$= 3608.03 \text{ msnm.}$$

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

PROYECTO DEL PUENTE "EL TINGO" SOBRE EL RÍO GRANDE CARRETERA LLUSHCAPAMPA BAJA – EL ALISO

CUADRO N° 3.30 INTENSIDADES DE LA ESTACIÓN FUENTE A. WEBERBAUER

Latitud	:07°10' (S)	Departamento : Cajamarca			
Longitud	:78°30' (W)	Provincia : Cajamarca			
Altitud	:2536 m.s.n.m	Distrito : Cajamarca			
Año	5 min	10 min	30 min	60 min	120 min
1977	117,96	70,14	30,78	18,30	10,88
1978	43,08	25,62	11,24	6,69	3,98
1979	81,60	48,48	21,28	12,65	7,52
1980	83,88	49,86	21,88	13,01	7,74
1981	114,48	68,04	29,86	17,76	10,56
1982	88,80	52,80	23,18	13,78	8,20
1983	86,76	51,60	22,64	13,46	8,01
1984	80,40	47,82	20,98	12,47	7,42
1985	57,72	34,32	15,04	8,95	5,32
1986	79,80	47,46	20,82	12,38	7,36
1987	70,80	42,06	18,46	10,98	6,53
1988	53,04	31,50	13,82	8,22	4,89
1989	87,36	51,96	22,80	13,55	8,06
1990	72,00	42,78	18,76	11,16	6,64
1991	86,52	51,42	22,56	13,42	7,98
1992	51,60	30,66	13,44	8,00	4,76
1993	65,52	39,00	17,10	10,17	6,05
1994	83,04	49,38	21,66	12,88	7,66
1995	60,00	35,70	15,66	9,31	5,54
1996	102,24	60,78	26,68	15,86	9,43
1997	80,40	47,82	20,98	12,47	7,42
1998	92,40	54,90	24,08	14,32	8,52
1999	113,04	67,20	29,48	17,53	10,43
2000	105,12	62,52	27,44	16,31	9,70
2001	82,20	48,84	21,42	12,74	7,58
2002	64,92	38,64	16,94	10,08	5,99
2003	60,60	36,00	15,80	9,40	5,59
2004	81,84	48,66	21,36	12,70	7,55
2005	58,80	34,98	15,34	9,13	5,43
2006	60,00	35,70	15,66	9,31	5,54
2007	74,04	43,98	19,30	11,48	6,83
2008	78,60	46,74	20,52	12,20	7,26
2009	64,68	38,46	16,86	10,03	5,97

Fuente: Proyecto Profesional "Proyecto de Ampliación y Reconstrucción del Puente Quitacalzón sobre la Quebrada Chilcos"

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

PROYECTO DEL PUENTE "EL TINGO" SOBRE EL RÍO GRANDE CARRETERA LLUSHCAPAMPA BAJA – EL ALISO

CUADRO: 3.31 TRANSFERENCIA DE INTENSIDADES A LA CUENCA DEL PROYECTO.

Utilizando la ecuación N° 2.16 y el cuadro N° 3.30

Altitud :3608 m.s.n.m (de la microcuenca)

Factor de transferencia = 1.42

Año	5 min	10 min	30 min	60 min	120 min
1977	167,8	99,8	43,8	26,0	15,5
1978	61,3	36,4	16,0	9,5	5,7
1979	116,1	69,0	30,3	18,0	10,7
1980	119,3	70,9	31,1	18,5	11,0
1981	162,9	96,8	42,5	25,3	15,0
1982	126,3	75,1	33,0	19,6	11,7
1983	123,4	73,4	32,2	19,1	11,4
1984	114,4	68,0	29,8	17,7	10,6
1985	82,1	48,8	21,4	12,7	7,6
1986	113,5	67,5	29,6	17,6	10,5
1987	100,7	59,8	26,3	15,6	9,3
1988	75,5	44,8	19,7	11,7	7,0
1989	124,3	73,9	32,4	19,3	11,5
1990	102,4	60,9	26,7	15,9	9,4
1991	123,1	73,2	32,1	19,1	11,4
1992	73,4	43,6	19,1	11,4	6,8
1993	93,2	55,5	24,3	14,5	8,6
1994	118,1	70,3	30,8	18,3	10,9
1995	85,4	50,8	22,3	13,2	7,9
1996	145,5	86,5	38,0	22,6	13,4
1997	114,4	68,0	29,8	17,7	10,5
1998	131,5	78,1	34,3	20,4	12,1
1999	160,8	95,6	41,9	24,9	14,8
2000	149,6	88,9	39,0	23,2	13,8
2001	116,9	69,5	30,5	18,1	10,8
2002	92,4	55,0	24,1	14,3	8,5
2003	86,2	51,2	22,5	13,4	8,0
2004	116,4	69,2	30,4	18,1	10,7
2005	83,7	49,8	21,8	13,0	7,7
2006	85,4	50,8	22,3	13,2	7,9
2007	105,3	62,6	27,5	16,3	9,7
2008	111,8	66,5	29,2	17,4	10,3
2009	92,0	54,7	24,0	14,3	8,5
Promedio	111,4	66,2	29,1	17,3	10,3
Desv. Est.	26,4	15,7	6,9	4,1	2,4

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

PROYECTO DEL PUENTE "EL TINGO" SOBRE EL RÍO GRANDE CARRETERA LLUSHCAPAMPA BAJA - EL ALISO

CUADRO: 3. 32 ESTIMACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE LA ECUACIÓN GUMBEL

m	Intensidades Máximas Ordenadas (mm/h)				
	5 min	10 min	30 min	60 min	120 min
1	61,3	36,4	16,0	9,5	5,7
2	73,4	43,6	19,1	11,4	6,8
3	75,5	44,8	19,7	11,7	7,0
4	82,1	48,8	21,4	12,7	7,6
5	83,7	49,8	21,8	13,0	7,7
6	85,4	50,8	22,3	13,2	7,9
7	85,4	50,8	22,3	13,2	7,9
8	86,2	51,2	22,5	13,4	8,0
9	92,0	54,7	24,0	14,3	8,5
10	92,4	55,0	24,1	14,3	8,5
11	93,2	55,5	24,3	14,5	8,6
12	100,7	59,8	26,3	15,6	9,3
13	102,4	60,9	26,7	15,9	9,4
14	105,3	62,6	27,5	16,3	9,7
15	111,8	66,5	29,2	17,4	10,3
16	113,5	67,5	29,6	17,6	10,5
17	114,4	68,0	29,8	17,7	10,6
18	114,4	68,0	29,8	17,7	10,5
19	116,1	69,0	30,3	18,0	10,7
20	116,4	69,2	30,4	18,1	10,7
21	116,9	69,5	30,5	18,1	10,8
22	118,1	70,3	30,8	18,3	10,9
23	119,3	70,9	31,1	18,5	11,0
24	123,1	73,2	32,1	19,1	11,4
25	123,4	73,4	32,2	19,1	11,4
26	124,3	73,9	32,4	19,3	11,5
27	126,3	75,1	33,0	19,6	11,7
28	131,5	78,1	34,3	20,4	12,1
29	145,5	86,5	38,0	22,6	13,4
30	149,6	88,9	39,0	23,2	13,8
31	160,8	95,6	41,9	24,9	14,8
32	162,9	96,8	42,5	25,3	15,0
33	167,8	99,8	43,8	26,0	15,5
Promedio	111,37	66,21	29,05	17,28	10,27
Desv. Est.	26,42	15,70	6,90	4,10	2,44
α	0,05	0,08	0,19	0,31	0,53
β	99,48	59,15	25,95	15,43	9,17

α : Calculado con la ecuación N° 2.26

β : Calculado con la ecuación N° 2.27

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

PROYECTO DEL PUENTE "EL TINGO" SOBRE EL RÍO GRANDE CARRETERA LLUSHCAPAMPA BAJA - EL ALISO

CUADRO: 3.33 PROBABILIDADES OBSERVADA Y SIMULADA

m	Prob. Weibull P(X ≤ Xm) m/(N+1)	Probabilidad de Gumbel $F(x \leq x_m) = e^{-e^{-\alpha(x_m - \beta)}}$				
		5 min	10 min	30 min	60 min	120 min
1	0,0294	0,0017	0,0017	0,0017	0,0017	0,0017
2	0,0588	0,0289	0,0286	0,0285	0,0287	0,0286
3	0,0882	0,0404	0,0398	0,0400	0,0399	0,0403
4	0,1176	0,0980	0,0980	0,0973	0,0976	0,0975
5	0,1471	0,1158	0,1164	0,1162	0,1168	0,1162
6	0,1765	0,1375	0,1383	0,1384	0,1378	0,1378
7	0,2059	0,1375	0,1383	0,1384	0,1378	0,1378
8	0,2353	0,1490	0,1480	0,1487	0,1489	0,1493
9	0,2647	0,2378	0,2380	0,2370	0,2373	0,2378
10	0,2941	0,2435	0,2451	0,2443	0,2450	0,2442
11	0,3235	0,2579	0,2597	0,2590	0,2589	0,2585
12	0,3529	0,3902	0,3887	0,3895	0,3898	0,3903
13	0,3824	0,4205	0,4193	0,4186	0,4191	0,4190
14	0,4118	0,4712	0,4696	0,4701	0,4704	0,4702
15	0,4412	0,5774	0,5778	0,5789	0,5785	0,5788
16	0,4706	0,6032	0,6038	0,6036	0,6034	0,6032
17	0,5000	0,6157	0,6164	0,6163	0,6155	0,6168
18	0,5294	0,6157	0,6164	0,6163	0,6155	0,6156
19	0,5588	0,6399	0,6388	0,6395	0,6390	0,6386
20	0,5882	0,6446	0,6448	0,6455	0,6453	0,6450
21	0,6176	0,6516	0,6506	0,6500	0,6503	0,6503
22	0,6471	0,6675	0,6679	0,6675	0,6675	0,6668
23	0,6765	0,6829	0,6827	0,6829	0,6828	0,6827
24	0,7059	0,7277	0,7273	0,7272	0,7277	0,7278
25	0,7353	0,7316	0,7321	0,7320	0,7318	0,7321
26	0,7647	0,7409	0,7415	0,7415	0,7408	0,7413
27	0,7941	0,7622	0,7624	0,7631	0,7628	0,7630
28	0,8235	0,8092	0,8085	0,8081	0,8082	0,8082
29	0,8529	0,8982	0,8982	0,8984	0,8983	0,8982
30	0,8824	0,9158	0,9160	0,9161	0,9160	0,9161
31	0,9118	0,9504	0,9504	0,9502	0,9503	0,9503
32	0,9412	0,9550	0,9549	0,9549	0,9550	0,9550
33	0,9706	0,9644	0,9645	0,9644	0,9645	0,9644

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

PROYECTO DEL PUENTE "EL TINGO" SOBRE EL RÍO GRANDE CARRETERA LLUSHCAPAMPA BAJA - EL ALISO

CUADRO: 3.34 PRUEBA DE SMIRNOV - KOLMOGOROV

m	Desviación absoluta $ P(x \leq X_m) - F(x \leq X_m) $				
	5 min	10 min	30 min	60 min	120 min
1	0,0277	0,0277	0,0277	0,0277	0,0277
2	0,0299	0,0302	0,0303	0,0302	0,0302
3	0,0478	0,0484	0,0482	0,0483	0,0480
4	0,0196	0,0196	0,0204	0,0200	0,0202
5	0,0313	0,0307	0,0309	0,0303	0,0308
6	0,0390	0,0382	0,0381	0,0387	0,0387
7	0,0684	0,0676	0,0675	0,0681	0,0681
8	0,0863	0,0873	0,0866	0,0864	0,0860
9	0,0269	0,0267	0,0277	0,0274	0,0269
10	0,0506	0,0490	0,0499	0,0492	0,0499
11	0,0657	0,0638	0,0646	0,0647	0,0650
12	0,0372	0,0358	0,0366	0,0368	0,0373
13	0,0381	0,0370	0,0363	0,0368	0,0367
14	0,0594	0,0578	0,0583	0,0587	0,0585
15	0,1362	0,1366	0,1377	0,1374	0,1376
16	0,1326	0,1332	0,1330	0,1329	0,1326
17	0,1157	0,1164	0,1163	0,1155	0,1168
18	0,0863	0,0870	0,0869	0,0861	0,0862
19	0,0811	0,0800	0,0807	0,0802	0,0798
20	0,0564	0,0565	0,0573	0,0571	0,0568
21	0,0340	0,0330	0,0323	0,0327	0,0327
22	0,0205	0,0208	0,0204	0,0204	0,0197
23	0,0065	0,0062	0,0064	0,0063	0,0062
24	0,0219	0,0214	0,0213	0,0218	0,0219
25	0,0037	0,0032	0,0033	0,0035	0,0032
26	0,0238	0,0232	0,0232	0,0239	0,0234
27	0,0319	0,0317	0,0311	0,0313	0,0311
28	0,0144	0,0150	0,0155	0,0153	0,0153
29	0,0453	0,0453	0,0455	0,0454	0,0453
30	0,0334	0,0337	0,0338	0,0336	0,0337
31	0,0386	0,0386	0,0385	0,0385	0,0386
32	0,0138	0,0137	0,0137	0,0139	0,0138
33	0,0062	0,0061	0,0061	0,0061	0,0062
Δc	0,1362	0,1366	0,1377	0,1374	0,1376

$\Delta t = 0,2600$

Como $\Delta c \leq \Delta t$, el ajuste es bueno para la distribución de Gumbel.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

PROYECTO DEL PUENTE "EL TINGO" SOBRE EL RÍO GRANDE CARRETERA LLUSHCAPAMPA BAJA - EL ALISO

CUADRO: 3. 35 SIMULACIÓN DEL MODELO DE GUMBEL

N	J %	Tr	Datos Simulados $X_r = \beta - \frac{1}{\alpha} \text{Ln} \left\{ -\text{Ln} \left[1 - \frac{1}{\text{Tr}} \right] \right\}$				
			5'	10'	30'	60'	120'
			$\alpha =$ $\beta = 0,05$ 99,48	0,08	0,19	0,31	0,53
20	10	190	208	123	54	32	19
	15	124	199	118	52	31	18
	20	90	192	114	50	30	18
	25	70	187	111	49	29	17
	30	57	182	108	48	28	17
	35	47	179	106	47	28	16
	40	40	175	104	46	27	16
	45	34	172	102	45	27	16
	50	29	169	100	44	26	16
25	10	238	212	126	55	33	20
	15	154	203	121	53	32	19
	20	113	197	117	51	31	18
	25	87	191	114	50	30	18
	30	71	187	111	49	29	17
	35	59	183	109	48	28	17
	40	49	180	107	47	28	17
	45	42	176	105	46	27	16
	50	37	173	103	45	27	16
30	10	285	216	128	56	33	20
	15	185	207	123	54	32	19
	20	135	200	119	52	31	18
	25	105	195	116	51	30	18
	30	85	191	113	50	30	18
	35	70	187	111	49	29	17
	40	59	183	109	48	28	17
	45	51	180	107	47	28	17
	50	44	177	105	46	27	16

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

PROYECTO DEL PUENTE "EL TINGO" SOBRE EL RÍO GRANDE CARRETERA LLUSHCAPAMPA BAJA - EL ALISO

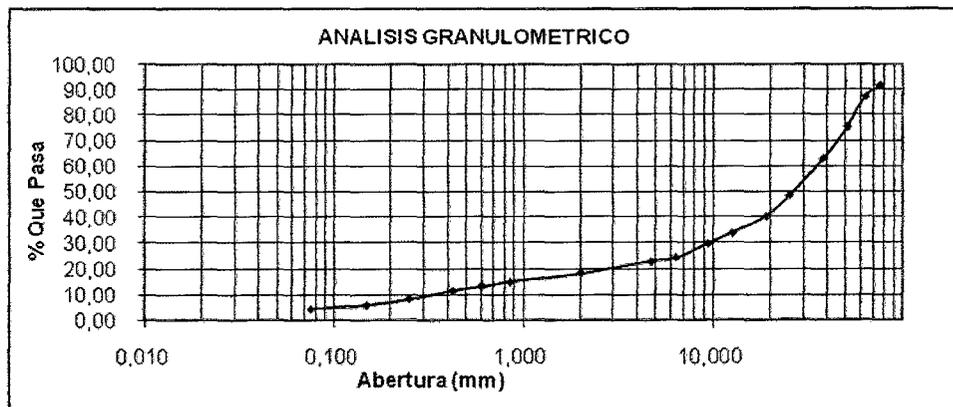
CALCULO DE GASTO DE SÓLIDOS

CUADRO N° 3.36 ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO MEDIANTE TAMIZADO EN SECO - NORMA A.S.T.M. D 421

PROYECTO : PUENTE "EL TINGO" SOBRE EL RÍO GRANDE
 UBICACIÓN : LLUSHCAPAMPA BAJA- EL ALISO- CAJAMARCA

Peso de muestra seca inicial (Ws) 9000 gr.

TAMIZ		PRP (gr)	%RP	%RA	% QUE PASA
N°	Abert.(mm)				
3"	76,200	731,00	8,12	8,12	91,88
2 ½"	63,500	414,00	4,60	12,72	87,28
2"	50,800	1096,00	12,18	24,90	75,10
1 ½"	38,100	1098,00	12,20	37,10	62,90
1"	25,400	1286,00	14,29	51,39	48,61
¾"	19,050	752,00	8,36	59,74	40,26
½"	12,700	578,00	6,42	66,17	33,83
⅜"	9,500	355,00	3,94	70,11	29,89
¼"	6,350	522,00	5,80	75,91	24,09
N°4	4,750	118,00	1,31	77,22	22,78
N° 10	2,000	417,17	4,64	81,86	18,14
N° 20	0,850	296,73	3,30	85,15	14,85
N° 30	0,600	155,80	1,73	86,89	13,11
N° 40	0,425	161,44	1,79	88,68	11,32
N° 60	0,250	279,83	3,11	91,79	8,21
N° 100	0,150	204,49	2,27	94,06	5,94
N° 200	0,075	130,18	1,45	95,51	4,49
CAZOLETA		404,36	4,49	100,00	0,00
TOTAL		9000	-	-	-



Cálculo del diámetro Medio

Calculo de diámetro medio de material tamizado con la ecuación N° 2.38

$$d_m = 0.01 \sum d_i p_i$$

Donde:

d_i : diámetro medio, en mm, de una fracción en la curva granulométrica de la muestra total que se analiza.

p_i : peso como porcentaje de esa misma porción, comparada respecto al peso total de la muestra. Las fracciones escogidas no deben necesariamente ser iguales entre sí.

$$D_m = 26,94 \text{ mm}$$

3.3.5 ECUACIÓN PARA EL CÁLCULO DE LA PROFUNDIDAD DE SOCAVACIÓN

$$X = 1.25 * h * [0.6 - (V'/V)]$$

Donde:

X : socavación.

h : tirante máximo.

V' : velocidad de arrastre.

V : velocidad en la superficie de la corriente.

3.3.4 ECUACIÓN PARA EL CÁLCULO DEL TIRANTE DE DISEÑO

$$Q = \frac{A * R^{2/3} * S^{1/2}}{n}$$

Donde :

Q : caudal de diseño

A : área de la sección transversal = b*y

b : ancho del río

R : radio hidráulico. $R = b*y / (b+2y)$.

S : pendiente del Río.

n : coeficiente de rugosidad de manning (tabla 2.12)

BIBLIOGRAFÍA

01. Ing. Félix E. García Gálvez: "Técnicas de Levantamiento Topográfico"
Universidad Nacional de Cajamarca, 1998.
02. Dimitri P. Krynine: "Principios de Geología y Geotecnia para Ingenieros"
Ediciones Omega S.A., 1961.
03. Braja M. Das: "Fundamentos de Ingeniería Geotécnica"
International Thomson Editores S.A., 2001.
04. José María Rodríguez Ortiz: "Curso Aplicado De Cimentaciones"
Colegio Oficial de Arquitectos de Madrid, 1993.
05. E. Juárez Badillo: "Mecánica De Suelos" Tomo III.
06. Ing. Rosa Llique Mondragón: "Manual de Laboratorio de Mecánica De Suelos"
Editorial UNC, 2003.
07. Ven Te Chow: "Hidrología Aplicada", Mc Graw Hill
Interamericana S.A., 2001.
08. Ing. Oswaldo Ortiz Vera: "Separatas del Curso Hidrología Superficial"
Facultad de Ingeniería, U.N.C.
09. Francisco J. A. Mijares: "Fundamentos de Hidrología de Superficie"
Editorial LIMUSA S.A., 1997.
10. Arturo Rocha Felices: "Introducción a la Hidráulica Fluvial"
WH Editores S.R.L, 1998.
11. Ing. L. Pastor: "Puentes y Obras de Arte".
12. Ing. Roger Becerra Suárez: "Separatas del Curso de Puentes"
Facultad de Ingeniería, U.N.C.
13. DGCF – MTC: "Manual de Diseño de Puentes", Julio, 2003.
14. Bach. L. Augusta Timoteo Ortiz Tesis: "Construcción del puente carrozable
Sobre el río Chonta en el caserío La Victoria
de Otuzco. Distrito de los Baños del Inca
Cajamarca.
15. Manual de Diseño Geométrico de DG – Perú - 2001.
16. Manual de Diseño de Puentes DGCF – MTC – Perú – 2009.

ANEXOS



Const. N° 002- 2013

EL QUE SUSCRIBE JEFE DEL LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

CONSTANCIA

Que el Bach. IC **CALUA GAMARRA, Estanislao**, ex alumno de la Escuela Académico Profesional de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Cajamarca, según consta en el cuaderno de asistencia del Laboratorio de Mecánica de Suelos, ha registrado su asistencia a dicho Laboratorio (N° 092) para la elaboración del proyecto profesional: “ **PROYECTO DEL PUENTE EL TINGO SOBRE EL RIO GRANDE CARRETERA LLUSHCAPAMPA BAJA – ALISO** “, en el siguiente periodo:

Del 30 de enero al 05 de febrero del 2013

El Laboratorio no se responsabiliza por la ejecución y los resultados de los ensayos realizados.

Se expide el presente a solicitud verbal del interesado para los fines que estime por conveniente,

Cajamarca, 03 de Abril de 2013.



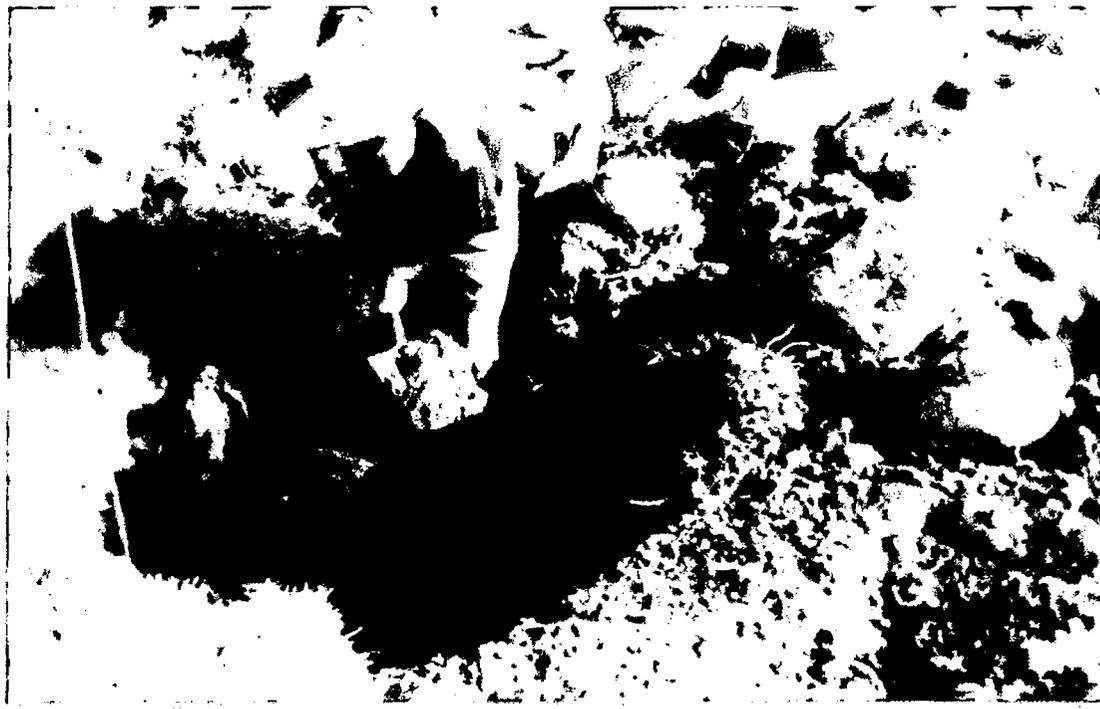
UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
FACULTAD DE INGENIERIA
Laboratorio de Mecánica de Suelos

Marco W. Hoyos Saucedo
ING. MARCO W. HOYOS SAUCEDO
Reg. CIP 28931

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
FACULTAD DE INGENIERIA

ESCUELA ACADEMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL
PROYECTO DEL PUENTE "EL TINGO" SOBRE EL RÍO GRANDE CARRETERA LLUSHCAPAMPA BAJA- EL ALISO

PANEL FOTOGRÁFICO



Excavación manual de calicata – orilla del Rio Grande



Medición de profundidad de calicata escavada – orilla del Rio Grande



Vista panorámica de la ubicación del puente



Levantamiento topográfico de la zona el proyecto

Estacion Meteorologica Agricola Principal Augusto Weberbauer

Dpto: Cajamarca
 Prov: Cajamarca
 Dist: Cajamarca
 Precipitaciones Senanhi

Lat: 7°10'03"S
 Long: 78°29'35"W
 Alt: 2536 m.s.n.m.

Codigo: 107028

Año: 1999

Mes	Dia	Prec. Max Diaria	Total Mensual
Enero	25	15.9	94.8
Febrero	13	38.8	242.7
Marzo	15	13.5	69.5
Abril	6	10.4	64.4
Mayo	5	13.9	53.7
Junio	23	9.8	22.8
Julio	6	11.6	22.1
Agosto	25	0.5	1.2
Septiembre	21	21.9	81.4
Octubre	2	14.3	21.7
Noviembre	18	18.6	77
Diciembre	20	13.1	68.8

Año: 2000

Mes	Dia	Prec. Max Diaria	Total Mensual
Enero	31	17.3	46
Febrero	28	36.1	140.2
Marzo	7	18.6	126.3
Abril	24	19.7	77.3
Mayo	4	14.4	40.5
Junio	21	5.3	15.6
Julio	9	1.8	21
Agosto	3	5	87
Septiembre	26	10.9	56
Octubre	7	3.3	9.9
Noviembre	30	17.9	44.5
Diciembre	7	20.4	122.3

Año: 2001

Mes	Dia	Prec. Max Diaria	Total Mensual
Enero	18	27.6	191.2
Febrero	26	17.7	100.8
Marzo	10	28.2	230.2
Abril	2	14.3	57.2
Mayo	9	4.6	48.1
Junio	2	1	2.3
Julio	10	6.9	13.9
Agosto	0	0	0
Septiembre	17	5.7	34.4
Octubre	30	14.7	46.2
Noviembre	14	20.3	93.4
Diciembre	24	15.9	90.9

Año: 2002

Mes	Dia	Prec. Max Diaria	Total Mensual
Enero	12	8.2	27
Febrero	2	10.8	60.8
Marzo	4	15.7	133.1
Abril	7	18.2	77.2
Mayo	23	12.7	23
Junio	10	5.4	8.8
Julio	5	4.7	10.7
Agosto	26	3.4	3.4
Septiembre	30	7.7	14.6
Octubre	22	22.3	90.3
Noviembre	27	0.5	99.9
Diciembre	26	9.4	86.1

Año: 2003

Mes	Dia	Prec. Max Diaria	Total Mensual
Enero	3	18.7	51.1
Febrero	7	18.4	61.4
Marzo	13	18	103.6
Abril	12	8.8	42.1
Mayo	6	6.7	30.7
Junio	20	7	22.3
Julio	6	1.6	1.8
Agosto	23	6.1	10.6
Septiembre	22	8.9	14.8
Octubre	21	19.2	46
Noviembre	16	13.5	63.8
Diciembre	26	20.8	80.7

Año: 2004

Mes	Dia	Prec. Max Diaria	Total Mensual
Enero	7	11.9	36.1
Febrero	24	21.5	102
Marzo	5	10.5	56.9
Abril	2	12.4	44.5
Mayo	6	6.5	42.4
Junio	9	0.9	2.1
Julio	14	6	29.4
Agosto	25	10.2	19
Septiembre	7	3.8	63.4
Octubre	23	9.5	92.6
Noviembre	7	28.1	123.7
Diciembre	11	22.7	123.7



Año: 2005

Mes	Día	Prec. Max Diaria	Total Mensual
Enero	4	20.2	84.9
Febrero	8	10	119.3
Marzo	3	19.7	136.6
Abril	5	10.8	54
Mayo	17	3.6	7.2
Junio	23	3.5	45
Julio	20	0.3	0.6
Agosto	23	3.5	3.5
Septiembre	30	14.3	31.2
Octubre	20	9.3	92.3
Noviembre	11	11.6	30.2
Diciembre	25	15.3	87.5

Año: 2007

Mes	Día	Prec. Max Diaria	Total Mensual
Enero	21	15.6	95.4
Febrero	9	6.8	17.5
Marzo	4	25.4	182.4
Abril	8	21	111.5
Mayo	1	5.2	29
Junio	12	1.4	1.4
Julio	8	3	10.7
Agosto	29	4	6.4
Septiembre	21	10.2	11.6
Octubre	18	19	118.9
Noviembre	26	15.7	97.6
Diciembre	31	16.7	68.8

Año: 2009

Mes	Día	Prec. Max Diaria	Total Mensual
Enero	18	18.3	180.7
Febrero	6	16.4	74.6
Marzo	24	20.5	110.5
Abril	7	14.2	78.8
Mayo	1	18.2	72.2
Junio	24	9.1	17.9
Julio	20	5.3	12.3
Agosto	4	0.9	3.9
Septiembre	21	5.2	11.8
Octubre	16	18.1	78.5
Noviembre	18	22.2	109.4
Diciembre	1	12.6	74.2

Año: 2006

Mes	Día	Prec. Max Diaria	Total Mensual
Enero	14	15.2	83.2
Febrero	10	13.5	101.6
Marzo	10	18.8	199.3
Abril	4	17	77.6
Mayo	7	2.2	7.7
Junio	4	6.2	23.9
Julio	25	1.6	1.8
Agosto	30	5.4	6.1
Septiembre	17	10.2	33.6
Octubre	22	4	12.7
Noviembre	11	20.6	60.4
Diciembre	27	12.3	81.7

Año: 2008

Mes	Día	Prec. Max Diaria	Total Mensual
Enero	7	20.2	80.2
Febrero	18	17.1	133.3
Marzo	27	23.6	118.4
Abril	12	27	99.1
Mayo	31	7.4	22.7
Junio	23	6	15.4
Julio	8	1.3	2.3
Agosto	20	4.8	11.7
Septiembre	7	11.6	34.7
Octubre	8	10.8	96.5
Noviembre	1	19.7	72.2
Diciembre	10	9.9	34.4

Año: 2010

Mes	Día	Prec. Max Diaria	Total Mensual
Enero	9	14.6	49.5
Febrero	6	36.4	112.9
Marzo	31	34	154
Abril	26	21.6	88.4
Mayo	1	12.6	31.6
Junio	18	2.8	8.6
Julio	17	2.2	2.6
Agosto	12	1.3	1.3
Septiembre			
Octubre			
Noviembre			
Diciembre			



INFORMACION METEOROLÓGICA

ESTACION : AUGUSTO WEBERBAUER
 CUENCA : MARAÑÓN

Dpto: Cajamarca
 Prov: Cajamarca

CUADRO N° 3.38. DATOS GENERALES

Precip. Máxima en 24 horas	
AÑO	MAXIMA
1975	37.90
1976	72.90
1977	40.50
1978	14.80
1979	28.00
1980	28.80
1981	39.30
1982	30.50
1983	29.80
1984	27.60
1985	19.80
1986	27.40
1987	24.30
1988	18.20
1989	30.00
1990	24.70
1991	29.70
1992	17.70
1993	22.50
1994	28.50
1995	20.60
1996	35.10
1997	27.60
1998	31.70
1999	38.80
2000	36.10
2001	28.20
2002	22.30
2003	20.80
2004	28.10
2005	20.20
2006	20.6
2007	25.4
2008	27
2009	22.2



LLUVIAS MAXIMAS (mm): ESTACION WEBERBAUER

AÑO	P.Mdx.24h.	DURACION EN MINUTOS					
		5	10	15	30	60	120
1975	37.90	9.20	10.94	12.11	14.40	17.12	20.36
1976	72.90	17.70	21.04	23.29	27.70	32.94	39.17
1977	40.50	9.83	11.69	12.94	15.39	18.30	21.76
1978	14.80	3.59	4.27	4.73	5.62	6.69	7.95
1979	28.00	6.80	8.08	8.95	10.64	12.65	15.04
1980	28.80	6.99	8.31	9.20	10.94	13.01	15.47
1981	39.30	9.54	11.34	12.56	14.93	17.76	21.12
1982	30.50	7.40	8.80	9.74	11.59	13.78	16.39
1983	29.80	7.23	8.60	9.52	11.32	13.46	16.01
1984	27.60	6.70	7.97	8.82	10.49	12.47	14.83
1985	19.80	4.81	5.72	6.33	7.52	8.95	10.64
1986	27.40	6.65	7.91	8.75	10.41	12.38	14.72
1987	24.30	5.90	7.01	7.76	9.23	10.98	13.06
1988	18.20	4.42	5.25	5.81	6.91	8.22	9.78
1989	30.00	7.28	8.66	9.58	11.40	13.55	16.12
1990	24.70	6.00	7.13	7.89	9.38	11.16	13.27
1991	29.70	7.21	8.57	9.49	11.28	13.42	15.96
1992	17.70	4.30	5.11	5.65	6.72	8.00	9.51
1993	22.50	5.46	6.50	7.19	8.55	10.17	12.09
1994	28.50	6.92	8.23	9.10	10.83	12.88	15.31
1995	20.60	5.00	5.95	6.58	7.83	9.31	11.07
1996	35.10	8.52	10.13	11.21	13.34	15.86	18.86
1997	27.60	6.70	7.97	8.82	10.49	12.47	14.83
1998	31.70	7.70	9.15	10.13	12.04	14.32	17.03
1999	38.80	9.42	11.20	12.40	14.74	17.53	20.85
2000	36.10	8.76	10.42	11.53	13.72	16.31	19.40
2001	28.20	6.85	8.14	9.01	10.71	12.74	15.15
2002	22.30	5.41	6.44	7.12	8.47	10.08	11.98
2003	20.80	5.05	6.00	6.65	7.90	9.40	11.18
2004	28.10	6.82	8.11	8.98	10.68	12.70	15.10
2005	20.20	4.90	5.83	6.45	7.67	9.13	10.85
2006	20.60	5.00	5.95	6.58	7.83	9.31	11.07
2007	25.40	6.17	7.33	8.11	9.65	11.48	13.65
2008	27.00	6.55	7.79	8.63	10.26	12.20	14.51
2009	22.20	5.39	6.41	7.09	8.43	10.03	11.93





PERÚ

Ministerio
del Ambiente

Servicio Nacional de Meteorología
e Hidrología del Perú - SENAMHI

Dirección Reg
de Cajamarca

2007-2016 "DECENIO DE LAS PERSONAS CON DISCAPACIDAD EN EL PERÚ"
"AÑO DEL CENTENARIO DE MACHU PICCHU PARA EL MUNDO"

Cajamarca, 07 de Diciembre del 2011

OFICIO PART. N° 077/SENAMHI-DRE-3/2011

Señor

Ing. GASPAR MENDEZ CRUZ

Director de la Escuela Profesional de Ingeniería Hidráulica

Av. Atahualpa S/N. Carretera Cajamarca Baños del Inca

Asunto: Sobre verificación de datos.- Comunica

Ref. : OFICIO N° 206-2011-EAPIH-FI-UNC del 06/10/11

Es grato dirigirme a usted para expresarle un cordial saludo y al mismo tiempo comunicarle que de la información revisada en los archivos del Senamhi Cajamarca, se ha determinado que la Precipitación Máxima en 24 horas para el año 2009 es de 22,2 milímetros, siendo correcta la información según lo indicado en el documento de referencia.

Sin otro particular reitero a usted las muestras de consideración y mi más alta estima personal.



Atentamente,

Ingeniero Meteorólogo

JULIO E. URBIOLA DEL CARPIO

Director Regional SENAMHI

Cajamarca-La Libertad

DISTRIBUCIÓN :

c.c. Archivo
07/12/2011
NGG-

Ciencia y Tecnología Hidrometeorológica al Servicio del País

Pasaje Jaén N° 121 Urb. Ramón Castilla, Telf. (076)-365701 dr03-cajamarca@senamhi.gob.pe

Celular: 076-976789869 RPM: # 536908

Pág. Web www.senamhi.gob.pe



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

FACULTAD DE INGENIERIA

ESCUELA ACADEMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

PROYECTO DEL PUENTE "EL TINGO" SOBRE EL RÍO GRANDE CARRETERA LLUSHCAPAMPA BAJA – EL ALISO

EXPEDIENTE TÉCNICO

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

FACULTAD DE INGENIERIA

ESCUELA ACADEMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

PROYECTO DEL PUENTE "EL TINGO" SOBRE EL RÍO GRANDE CARRETERA LLUSHCAPAMPA BAJA - EL ALISO

MEMORIA DESCRIPTIVA

MEMORIA DESCRIPTIVA.

1.0 GENERALIDADES

1.1 UBICACIÓN.

El proyecto se encuentra ubicado en:

Caserío	:	Llushcapampa
Distrito	:	Cajamarca
Provincia	:	Cajamarca
Altitud	:	2900.00 m.s.n.m.
Coordenadas UTM del puente		
Este	:	773 790 m.
Norte	:	9 216 570 m.

En la microcuenca de las quebradas Corral Blanco, Callejón y Encajón.

En el trayecto Callejón- Llushcapampa a la altura del Km.4 + 300 se encuentra la ubicación del puente.

1.2 OBJETIVOS.

- Dotar a la carretera Llushcapampa - Aliso Colorado, de un puente carrozable sobre el cauce que forman las quebradas Corral Blanco y Callejón, para mejorar las condiciones de tráfico en cualquier época del año.
- Mejorar la infraestructura vial, de los caseríos de Llushcapampa Baja el Aliso y por ende del Distrito, Provincia y Departamento de Cajamarca.

1.3 METAS.

Construir 01 puente de un solo tramo simplemente apoyado, de 16 m de luz con:

Una losa, 2 vigas, estribos de concreto armado, aletas de concreto armado, con veradas y barandas metálicas.

1.4 JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO.

El "ESTUDIO DEL PUENTE CARROZABLE SOBRE EL RÍO GRANDE", se justifica porque permitirá el impulso económico, agrícola, pecuario, comercial y

turístico de las zonas beneficiadas, permitiendo fácil acceso, para que los productos agrícolas y pecuarios lleguen a los mercados de abastos en condiciones óptimas de consumo. Además de fortalecer el valor turístico de la zona.

1.5 MODALIDAD DE EJECUCIÓN.

La obra se ejecutará por Contrato, a cargo de la Municipalidad Provincial de Cajamarca, la que deberá cumplir con las normas, procedimientos de las especificaciones técnicas y cumplimiento de lo establecido en los planos.

1.6 PLAZO DE EJECUCIÓN.

La obra se ejecutará en un plazo no mayor de 60 días calendarios.

2.0 DESCRIPCIÓN DE LA ESTRUCTURA

El puente es de concreto armado, simplemente apoyado y de un solo tramo, con una luz libre entre apoyos de 16.00 m, contará con una vía de 3.60 m de ancho apoyado en dos vigas longitudinales, además dos veredas en los extremos de 0.20 de alto x 0.60 m. de ancho, con barandas conformadas por tubos de fierro galvanizado y columnas de concreto armado de sección 0.15x 0.15 m y altura de 0.90 m. Según su planimetría el puente será recto, por el ángulo de cruce (90°) es denominado recto

SUPERESTRUCTURA

LOSA: Un solo carril de 3.60 m de ancho, con un bombeo de 2 % a partir del eje de la vía, tendrá un peralte de 0.25 m y debido a la ubicación de las vigas longitudinales, presenta un tramo intermedio y dos en voladizo, en los cuales se colocarán tubos PVC de 2" de diámetro cada 2 m, para el drenaje de aguas de lluvia. Además, se proporcionara una contraflecha de 11.50 cm en el centro de la luz.

VEREDAS: Estarán constituidas, por una losa apoyada directamente sobre los tramos en voladizo, de la losa principal, serán de 0.20 m de peralte por 0.45 m de ancho.

BARANDAS: Estarán compuestas por columnas y tubos de F°G°. Las columnas serán de concreto armado, 14 a cada lado, apoyadas en la vereda y la losa, de sección 0.15 x

0.15 m y 0.90 m de altura. Los tubos de fierro galvanizado serán de 2" de diámetro y se colocarán 2 tubos longitudinalmente en cada baranda.

VIGAS LONGITUDINALES: Serán construidas monolíticamente con la losa, son dos de concreto reforzado de sección rectangular 0.60 m de ancho por 1.20 m de peralte incluido el peralte de la losa, con una distancia entre ejes de 2.60 m; se deberá proporcionar una contra flecha mínima de 11.50 cm en el centro de la luz, la que se proveerá mediante el encofrado.

DIAFRAGMAS: Serán en número de tres, de los cuales dos serán extremos y uno intermedio, todos serán de sección igual 0.30 x 0.70 m sin incluir el peralte de la losa, todos tendrán una longitud de 2.00 m.

SUBESTRUCTURA

ESTRIBOS: Serán construidos de concreto armado, a una profundidad de cimentación de 2.70 m, con altura total de 7.00 m, con una cajuela de 0.60 m y con zapatas de 3.80 m de ancho, longitud de 5.55 m y 0.90 m de peralte; estarán separadas de las alas por medio de juntas de dilatación de 1" de espesor.

ALAS: Se construirán bajo un ángulo de 75° con el cuerpo de los estribos, separadas por juntas de dilatación de 1" rellenas con asfalto.

LOS DISPOSITIVOS DE APOYO: Serán uno fijo y otro móvil, el apoyo móvil es de simple resbalamiento, que consiste en dos placas metálicas de 1¼" de espesor, mas una intermedia de neopreno de 1" de espesor, con un dimensionamiento en planta de 24"x8". El dispositivo de apoyo fijo, formado por bastones de acero de diámetro 5/8", los cuales se incrustan tanto en la viga principal como en el estribo.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

FACULTAD DE INGENIERIA

ESCUELA ACADEMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

PROYECTO DEL PUENTE "EL TINGO" SOBRE EL RÍO GRANDE CARRETERA LLUSHCAPAMPA BAJA – EL ALISO

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA CONSTRUCCIÓN DEL
PUENTE "EL TINGO" SOBRE EL RÍO GRANDE CARRETERA
LLUSHCAPAMPA BAJA- EL ALISO

1.0 GENERALIDADES

1.1 CONSIDERACIONES GENERALES

Son las consideraciones y normas que se deben tomar en cuenta, para seguir un adecuado proceso constructivo, referente a la mano de obra, equipo, herramientas, dosificación, proceso constructivo que permite al técnico tener un documento auxiliar durante el proceso de construcción.

1.2 CONSIDERACIONES PARTICULARES

Está sujeta a las variaciones, que conllevan el tratamiento y aplicación de las partidas y que estén sujetos a cambios atmosféricos, variación de factibilidad y ubicación de recursos, así mismo a las experiencias ocurridas, durante el transcurso de ejecución de la obra.

1.3 COMPATIBILIDAD Y COMPLEMENTO

Las presentes especificaciones técnicas, deben ser compatibles con las Normas y Reglamentos en actual vigencia, de tal manera que nos permita ejecutar una obra en las mejores condiciones de seguridad y durabilidad; las normas a las que se puede acudir son las siguientes:

- Norma E-060 Concreto Armado.
- Norma E-050 Suelos y Cimentaciones.
- Especificaciones de la AASHTO.
- Reglamento Nacional de Edificaciones del Perú.
- Disposiciones Constructivas del Manual de Diseño de Puentes de la DGCF - MTC.

01.00.00 OBRAS PROVISIONALES.

01.01.00 CARTEL DE IDENTIFICACION DE LA OBRA DE 3.60x2.40 M.

Descripción:

Comprende la confección, pintado y colocación del cartel de obra cuyas dimensiones serán de 3.60m de ancho por 2.40m de altura, las piezas serán acopladas en forma perfecta, de tal manera que mantengan una rigidez capaz de soportar las fuerzas que actúen sobre él.

Los bastidores y parantes serán de madera tornillo y los paneles de triplay lupuna de 4mm. La superficie a pintar será previamente lijada y recibirá una mano de pintura base. Los colores y emblemas serán los indicados por la Municipalidad Distrital de Jesús.

La fijación en el terreno se realizará mediante, dados de concreto ciclópeo C:H, 1:8 + 30% P.M. La colocación del cartel se efectuará al inicio de las actividades.

Método de Medición.

El trabajo efectuado se medirá por Unidad (UND).

01.02.00 CASETA DE ALMACEN Y GUARDIANIA.

Descripción:

Deberá ser en un lugar de fácil acceso, prevenir el acceso de aguas de lluvia, proveído de un sistema de drenaje alrededor del mismo.

Comprende los trabajos necesarios, para construir y/o habilitar las instalaciones adecuadas para la iniciación de la obra, incluye caseta de guardianía y almacén. Son temporales, fabricadas con madera y triplay que faciliten el montaje y desmontaje en corto plazo, con una área mínima de 30.00 m². Al finalizar los trabajos, todas las instalaciones serán retiradas, debiendo quedar limpia y libre de desmonte, toda el área que utilizó para tal fin.

Método de Medición.

El trabajo efectuado se medirá por metro cuadrado (M2) de construcción.

01.03.00 MOVILIZACIÓN Y DESMOVILIZACIÓN.

Descripción:

Comprende las acciones para reunir y transportar el equipo, herramientas, madera y otros necesarios para instalar e iniciar los trabajos. Esta partida incluye también el transporte al finalizar los trabajos, debiendo retirar del lugar los elementos transportados.

Método de Medición.

El trabajo efectuado se medirá en forma global (GLB), teniendo en consideración la distancia recorrida.

02.00.00 TRABAJOS PRELIMINARES.

02.01.00 LIMPIEZA DE TERRENO.

Descripción:

Comprende todos los trabajos que de esa naturaleza deberán realizarse antes del trazo, durante el proceso de construcción de la obra y después de terminada para su entrega, incluye todo lo que refiere a mantener en orden la obra, acomodando los materiales existentes, los que se estén empleando propiamente en el trabajo, así como la limpieza de equipo y herramientas. La obra deberá presentarse siempre limpia y ordenada. Se eliminará constantemente los desmontes, desperdicios escombros y basurales. Las superficies estarán libres de piedras grandes.

Método de Medición.

El trabajo efectuado se medirá por metro cuadrado (M²).

02.02.00 TRAZO REPLANTEO Y NIVELACIÓN

Descripción:

El replanteo podrá hacerse antes o después de la nivelación del terreno, según convenga. En todo caso, antes y después de las excavaciones que a cimientos se refiera, las demarcaciones deberán ser exactas, precisas, claras y tanto más seguras y estables cuando más importante sean los ejes y elementos a replantear, los elementos de la

construcción y también los niveles deberán materializarse sobre el terreno, en forma segura y permanente, mediante estacas de madera.

Método de Medición.

El trabajo efectuado se medirá por metro cuadrado (M2).

03.00.00 CIMENTACIÓN.

03.01.00 MOVIMIENTO DE TIERRAS.

03.01.01 EXCAVACIÓN PARA CIMIENTOS CON MAQUINARIA.

Descripción:

Las excavaciones para la estructura o para las bases de ésta, serán efectuadas de acuerdo a los niveles de cimentación indicados en los planos, debiendo ser las dimensiones de las excavaciones, tales que permitan colocar todo el ancho y largo de la estructura correspondiente.

Las profundidades mínimas de cimentación aparecen indicadas en los planos, las cuales podrán ser modificados, si tal variación fuese necesaria para asegurar la estabilidad de la obra, el ancho de las excavaciones estará determinada por las dimensiones de las cimentaciones y los requerimientos de estabilidad lateral de la excavación.

Método de Medición.

El trabajo efectuado se medirá por metro cúbico (M3).

03.01.02 NIVELACIÓN Y COMPACTACIÓN PISO DE ZAPATAS.

Descripción:

Comprende los trabajos necesarios para dar al fondo de la excavación, la nivelación necesaria para apoyar a las zapatas, necesita de un apisonado manual para asegurar una mejor transmisión de las cargas. Sobre esta superficie compactada se colocara el solado de las zapatas.

Método de Medición.

El trabajo efectuado se medirá por metro cuadrado (M2), considerando el área efectiva de los elementos de fundación.

03.01.03 RELLENO CON MATERIAL PROPIO.

Descripción:

Esta partida comprende los rellenos a ejecutarse utilizando el material proveniente de las excavaciones de la misma obra. El relleno deberá ser de buena calidad, colocadas en capas de espesor uniforme debidamente regadas y compactadas a óptimo contenido de humedad, por medios apropiados, hasta las líneas rasantes y secciones transversales que se muestran en los planos. Todo material extraído que no sea utilizado como relleno, deberá ser transportado hacia otro lugar de modo que no afecte la capacidad del cauce, la estética de los accesos, ni la construcción de la obra.

Método de Medición.

El trabajo efectuado se medirá por metro cúbico (M3), se medirá el volumen de relleno compactado.

OBRAS DE CONCRETO SIMPLE Y ARMADO.

03.02.00 CONCRETO SIMPLE.

MATERIALES.

Cemento. El cemento ha emplear será Pórtland tipo I, que deberá cumplir con los requerimientos de las especificaciones ASTM C-150 (AASHTO M85), empleándose el envasado generalmente en bolsas. El cemento deberá almacenarse y manipularse de manera que siempre esté protegido de la humedad y sea posible su utilización según el orden de llegada a la obra o almacén. Si en algunas zonas del terreno se encuentra muestras de sales en la cimentación se utilizará cemento del tipo V, que es especial para este tipo de terrenos.

Agregado Fino. La arena para la mezcla del cemento, será limpia de origen natural deberá cumplir con los requisitos de la Norma ASTM C-33, será una arena lavada, limpia, que tenga granos fuertes y duros, libre de cantidades perjudiciales de ácidos, material orgánico, greda u otras sustancias dañinas.

Agregado Grueso. Debe ser grava o piedra triturada o partidas, de grano compacto y de calidad dura, debe ser limpia, libre de polvo, materia orgánica, greda y otras sustancias perjudiciales y no contener piedra desintegrada, mica o cales libres, estar bien gradada hasta un tamaño máximo de 3/4".

Piedra. Para la preparación de concreto ciclópeo no excederá al 30% del volumen total y deberá de ser roca sana de tamaño apropiado a la dimensión de la estructura y cuidando que las piedras deberán estar lavadas y humedecidas en su superficie antes de su colocación evitando el uso de piedra en forma exageradamente angulares.

Agua. El agua que se emplea para la mezcla y curado del concreto debe ser limpia y libre de aceites, ácidos, álcalis, materiales orgánicos o minerales y cualquier otro tipo de impurezas que puedan reducir la calidad del concreto. De preferencia esta debe ser agua potable.

03.02.01 SOLADO E=0.20m PARA ZAPATAS C:H, 1:12.

Descripción:

Esta partida comprende una capa de concreto simple de 20 cm de espesor que se ejecuta en el fondo de excavaciones para zapatas, proporcionando una base uniforme a la cimentación. Se ejecutará con concreto simple 1:12, Cemento: Hormigón. El batido de la mezcla se efectuará utilizando mezcladora tipo trompo, utilizando agregados de río, así como herramientas manuales (picos, palas, carretillas) y mano de obra calificada.

Método de Medición.

El trabajo efectuado se medirá por metro cuadrado (M2)

03.02.02 CONCRETO ZAPATAS $f_c' = 140 \text{ Kg/cm}^2 + 25\% \text{ P.G.}$

Descripción:

Comprende el concreto ciclópeo con $f_c' = 140 \text{ Kg/cm}^2$, para las zapatas, al que se adicionará piedra espaciadora, máximo de 6", en volumen de 30%. La piedra para la preparación de concreto ciclópeo deberá de ser roca sana de tamaño apropiado a la dimensión de la estructura y cuidando que las piedras deberán estar lavadas y humedecidas en su superficie antes de su colocación. El batido de la mezcla se efectuará utilizando mezcladora tipo trompo, utilizando agregados de río, así como herramientas manuales (picos, palas, carretillas) y mano de obra calificada.

Método de Medición.

El trabajo ejecutado se medirá por metro cúbico (M3) de concreto colocado.

03.03.00 CONCRETO ARMADO.

03.03.01 CONCRETO ZAPATAS $f_c' = 175 \text{ Kg/cm}^2$

Descripción:

Comprende el concreto armado con $f_c' 175 \text{ Kg/cm}^2$, para las zapatas de los estribos y se colocará después de haberse vaciado la capa de solado. El batido de la mezcla se efectuará utilizando mezcladora tipo trompo, utilizando agregados de río, así como herramientas manuales (picos, palas, carretillas) y mano de obra calificada.

Método de Medición.

El trabajo ejecutado se medirá por metro cúbico (M3) de concreto colocado.

03.03.02 ACERO $f_y = 4200 \text{ Kg/cm}^2$ EN ZAPATAS

Descripción:

Constituye la armadura de refuerzo y se refiere a la habilitación del acero en barras según lo especificado en los planos. Las barras deberán ser dobladas en frío de acuerdo a la forma y dimensiones estipulados, toda la armadura será colocada en las longitudes que se estipulen, además los empalmes a traslape se hará atortolando las dos barras con alambre de modo que queden firmemente sujetas.

Método de Medición.

El trabajo ejecutado se medirá en kilogramo (KG), de acero colocado.

04.00.00 SUB ESTRUCTURA

04.01.00 MOVIMIENTO DE TIERRAS.

04.01.01 CONFORMACION DE TERRAPLEN COMPACTADO.

Descripción:

El relleno del terraplén detrás de los estribos y muros del ala del puente será depositado y compactado convenientemente, con tamaño máximo de piedras no mayor

que 6" en capas horizontales de espesor no mayor que 0.30 m, debiendo alcanzar porcentajes de compactación del 90% del Proctor modificado. En las cercanías a los muros se deberá compactar con una compactadora vibratoria tipo plancha de 4 HP.

No se colocará relleno tras los estribos y muros del ala de contención, preferentemente no antes de los 14 días de terminada la albañilería o cuando las pruebas del concreto arrojen cuando menos el 80% de su resistencia especificada.

Método de Medición.

El trabajo ejecutado se medirá por metro cúbico (M3), de terraplén conformado y compactado por los medios adecuados.

04.02.00 CONCRETO SIMPLE.

04.02.01 CONCRETO $f_c' = 140 \text{ KG/CM}^2 + 25\% \text{ P.G.}$

Descripción:

Comprende el concreto ciclópeo con $f_c' 140 \text{ Kg/cm}^2$, para el cuerpo de estribos y alas, al que se adicionará piedra espaciadora, máximo de 6", en volumen de 25% para el cuerpo o pantalla de estribos y alas. La piedra para la preparación de concreto ciclópeo deberá de ser roca sana de tamaño apropiado a la dimensión de la estructura y cuidando que las piedras deberán estar lavadas y humedecidas en su superficie antes de su colocación. El batido de la mezcla se efectuará utilizando mezcladora tipo trompo, utilizando agregados de río, así como herramientas manuales (picos, palas, carretillas) y mano de obra calificada.

Método de Medición.

El trabajo efectuado se medirá por metro cúbico (M3).

04.02.02 ENCOFRADO Y DESENCOFRADO.

Descripción:

Encofrado: Los encofrados tendrán una resistencia adecuada para resistir con seguridad y sin deformaciones apreciables, las cargas por su propio peso, el peso o empuje del concreto. Las formas serán herméticas a fin de evitar la filtración del

mortero y serán adecuadamente alineados y nivelados, de tal manera que formen elementos de las dimensiones indicadas en los planos.

Desencofrado: Los encofrados no se desmontarán hasta que el concreto se haya endurecido lo suficiente, en general se deberán contemplar los siguientes lapsos entre el vaciado del concreto y el desencofrado.

DESCRIPCIÓN DEL ELEMENTO	TIEMPO
- Muros	48 horas
- Concreto masivo	45 horas

Las zonas de concreto con hormigones o cangrejas, serán picadas y rellenas utilizando concreto o mortero en proporciones idénticas al concreto utilizado, y acabados de tal manera, que produzca una textura superficial, similar a la del resto del concreto.

Método de Medición.

El trabajo efectuado se medirá por metro cuadrado (M²), de encofrado y desencofrado medido directamente sobre la estructura.

04.02.03 JUNTAS DE DILATACION ESTRIBO - ALAS.

Descripción:

Su finalidad es disminuir los esfuerzos que se generan en la subestructura, específicamente en la unión de las alas con el estribo, se dejará un espacio entre ambos de espesor 1" para permitir su libre movimiento por efecto de las variaciones de temperatura de los bordes. Estas juntas serán rellenas con material asfáltico y arena en una proporción de 1:4

Método de Medición.

El trabajo ejecutado se medirá por metro lineal (M), de juntas de espesor 1" rellenas adecuadamente con material asfáltico.

05.00.00 SUPER ESTRUCTURA.

05.01.00 CONCRETO ARMADO.

Los materiales a utilizarse deberán cumplir con lo indicado en el ítem 03.02.00, adicionalmente cumplirán con las siguientes especificaciones:

Acero.

El acero está especificado en los planos (f_y 4200 Kg/cm², Grado 60) en base a su carga de fluencia y debe ceñirse a las Normas indicadas en el proyecto de estructuras. Todos los refuerzos deben cortarse a la medida y habilitarse estrictamente como se indica en los planos, el recubrimiento debe ser como mínimo el que especifica en los planos respectivos.

Almacenaje y Limpieza.

Los aceros de refuerzo se almacenan evitando contacto con el suelo (preferible cubiertos) y se mantendrán libres de tierra y suciedad, aceite, grasa y oxidación. Antes de su colocación en la estructura, el refuerzo metálico debe limpiarse de escamas laminosas, óxidos y cualquier elemento que pueda reducir su adherencia. Cuando haya demorado en el llenado de concreto, el refuerzo se revisará y se volverá a limpiar cuando sea necesario.

05.01.01 CONCRETO EN SUPER ESTRUCTURA $f_c' = 210$ KG/CM²

Descripción:

La calidad del concreto será de $f_c' 210$ Kg/cm² para todos los elementos de la superestructura, el vaciado de las vigas y la losa debe hacerse en forma simultánea para lograr un comportamiento monolítico.

Colocación.

Antes de llevar el concreto, se elimina todo deshecho del espacio que va ha ser ocupado por él. El concreto deber ser preparado lo más cerca posible a su ubicación final; el concreto debe ser vaciado continuamente en capas de espesor, tal que ningún concreto sea vaciado sobre otro que haya endurecido lo suficiente para dar lugar a puntas o planos débiles dentro de la sección., las juntas de construcción se harán en los puntos indicados en los planos. En general la compactación se efectuará empleando vibradores de inmersión.

Pruebas.

La resistencia del concreto deber ser comprobada periódicamente. Con este fin se tomarán muestras para ensayos de resistencia en compresión de cada clase de concreto colocado cada día deberán ser tomadas:

- No menos de una muestra de ensayo por día.
- No menos de una muestra de ensayo por cada 50 m³ de concreto colocado.
- No menos de una muestra de ensayo por cada 5 camiones cuando se trate de concreto premezclado.

Si el volumen total de concreto de una clase es tal que la cantidad de ensayos de resistencia en compresión ha de ser menor de 5, se realizará ensayos de por lo menos 5 tandas tomadas al azar, o de cada tanda si va haber menos de cinco. La prueba de resistencia consistirá en romper mínimo tres testigos de la misma edad y clase, de acuerdo a lo indicado en la norma ASTM C-39, se denomina resistencia del concreto, al promedio de los tres resultados. La resistencia del concreto debe ser tal que no más de una prueba de cada diez, dé un valor inferior al especificado y que el promedio de tres pruebas, cualquiera sea siempre superior al valor especificado.

Curado.

El curado debe iniciarse tan pronto como sea posible y será protegida del secamiento prematuro, temperaturas excesivamente calientes o frías, y deberá ser mantenido con la menor pérdida de humedad, por el periodo necesario para la hidratación del cemento y endurecido del concreto.

Método de Medición.

El trabajo ejecutado se medirá por metro cúbico (M³), de concreto colocado.

05.01.02 ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE VIGAS

05.01.03 ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE LOSA

Descripción:

Encofrado: Los andamiajes y los encofrados tendrán una resistencia adecuada para resistir con seguridad y sin deformaciones apreciables, las cargas por su propio peso, el peso o empuje del concreto y una sobrecarga de llenado no inferior a 200 Kg/cm². Las

formas serán herméticas a fin de evitar la filtración del mortero y serán adecuadamente alineados y nivelados, de tal manera que formen elementos de las dimensiones indicadas en los planos. Con el objeto de facilitar el desencofrado, las formas serán recubiertas con aceite soluble antes de depositar el concreto.

Desencofrado: Los encofrados no se desmontarán hasta que el concreto se haya endurecido lo suficiente, en general se deberán contemplar los siguientes lapsos entre el vaciado del concreto y el desencofrado.

DESCRIPCIÓN DEL ELEMENTO	TIEMPO
- Vigas y losas	14 días
- Columnas y muros	48 horas
- Concreto masivo	45 horas
- Barandas	24 horas

Las zonas de concreto con hormigones o cangrejeras serán, serán previamente inspeccionadas, el espacio será llenado de concreto o mortero en iguales proporciones al concreto usado, y acabados de tal manera que produzca una textura superficial similar a la del resto del concreto. No se permitirá se desprecie esos defectos.

Método de Medición.

El trabajo efectuado se medirá por metro cuadrado (M2), de encofrado y desencofrado medido directamente sobre la estructura.

05.01.04 ACERO $F_y = 4200 \text{ KG/CM}^2$ EN SUPER ESTRUCTURA.

Descripción:

Constituye la armadura de refuerzo y se refiere a la habilitación del acero en barras según lo especificado en los planos. Las barras deberán ser dobladas en frío de acuerdo a la forma y dimensiones estipulados, toda la armadura será colocada en las longitudes que se estipulen, además los empalmes a traslape se hará atortolando las dos barras con alambre de modo que queden firmemente sujetas.

Método de Medición.

El trabajo ejecutado se medirá en kilogramo (KG), de acero colocado.

05.01.05 JUNTAS DE DILATACIÓN ESTRIBO – SUPER ESTRUCTURA.

Descripción:

Se construirán juntas de dilatación de 1½” en los extremos de la losa, para permitir la libre deformación de la superestructura, estas juntas se detallan en los planos, las cuales serán conformadas mediante la colocación de tecknoport de 1½”, procediendo luego a retirar parte de este material de la superficie en una profundidad de ½”, previo al sellado se eliminara todo residuo de cemento, tecknoport y polvo con el empleo de aire comprimido, finalmente se procederá al sellado con masilla flexible elastomerica a base de poliuretano siguiendo las indicaciones del fabricante.

Método de Medición.

El trabajo ejecutado se medirá por metro lineal (M), de junta construida.

06.00.00 ACCESORIOS DE TABLERO.

06.01.00 VEREDAS.

06.01.01 CONCRETO PARA VEREDAS $f_c'=210$ KG/CM2.

Descripción:

Comprende el concreto de $f_c'= 210$ Kg/cm², para las veredas. El batido de la mezcla se efectuará utilizando mezcladora tipo trompo, utilizando agregados de río, así como herramientas manuales (picos, palas, carretillas) y mano de obra calificada.

Método de Medición.

El trabajo efectuado se medirá por metro cúbico (M3).

06.01.02 ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE VEREDAS.

Descripción:

Comprende el suministro, ejecución y colocación de las formas de madera para el vaciado de concreto de las veredas, se podrá utilizar madera tornillo seca y habilitada.

Los encofrados serán convenientemente humedecidos antes de depositar el concreto y sus superficies interiores debidamente lubricadas para evitar la adherencia del mortero.

Método de Medición.

El trabajo ejecutado se medirá por metro cuadrado (M2), del área cubierta por los encofrados.

06.01.03 ACERO $F_y = 4200 \text{ KG/CM}^2$ PARA VEREDAS.

Descripción:

Constituye la armadura de refuerzo a colocarse en las veredas y se refiere a la habilitación y colocación de acero $F_y = 4200 \text{ KG/CM}^2$ en barras según lo especificado en los planos.

Método de Medición.

El trabajo ejecutado se medirá en kilogramo (KG), de acero colocado.

06.02.00 BARANDAS.

06.02.01 CONCRETO EN COLUMNAS $f_c' = 210 \text{ KG/CM}^2$.

Descripción:

Comprende el concreto de $f_c' = 210 \text{ Kg/cm}^2$, para las columnas de las barandas y cumplirá con lo especificado en el ítem 05.01.01.

Método de Medición.

El trabajo efectuado se medirá por metro cúbico (M3) de concreto colocado en las columnas de las barandas.

06.02.02 ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE COLUMNAS.

Descripción:

Comprende el suministro, ejecución y colocación de las formas de madera para el vaciado de concreto en las columnas, se utilizará madera tornillo seca y habilitada. Los encofrados serán convenientemente humedecidos antes de depositar el concreto y sus superficies interiores debidamente lubricadas para evitar la adherencia del mortero.

Método de Medición.

El trabajo ejecutado se medirá por metro cuadrado (M²), del área cubierta por los encofrados.

06.02.03 ACERO Fy = 4200 KG/CM² PARA COLUMNAS.

Descripción:

Constituye la armadura de refuerzo a colocarse en las columnas de las barandas y se refiere a la habilitación y colocación de acero Fy = 4200 KG/CM² en barras según lo especificado en los planos.

Método de Medición.

El trabajo ejecutado se medirá en kilogramo (KG), de acero colocado.

06.02.04 COLOCACIÓN DE TUBO F^oG^o DIAM. 2"

Descripción:

Comprende al suministro y colocación de los tubos de fierro galvanizado de 2" de diámetro en las barandas, tal como lo estipulan los planos. Los tubos deberán ser colocados soldados al refuerzo de las columnas de barandas, previo al encofrado de las mismas.

Método de Medición.

El trabajo ejecutado se medirá en metro lineal (M), de tubo colocado en las barandas.

07.00.00 REVESTIMIENTOS

07.01.00 TARRAJEO FROTACHADO 1:3 EN LOSA.

Descripción:

Comprenden trabajos de acabados en la losa del puente, el cual se realizará inmediatamente pasadas las primeras horas de fraguado del concreto, se realizará con una mezcla de cemento – arena 1:3, se procederá a aplicar sobre la losa a fin de darle un acabado homogéneo y parejo.

Método de Medición.

El trabajo ejecutado se medirá por metro cuadrado (M2), de área enlucida.

07.02.00 TARRAJEO MEZCLA 1:5 EN VEREDAS.

Descripción:

Las veredas serán tarrajeadas con una mezcla cemento - arena de 1:5 acabado frotachado y bruñado de 1 cm. Ejecutado previa limpieza y humedecimiento de las superficies donde serán aplicados. Esta partida se debe realizar con la finalidad de darle mejor apariencia al acabado del puente.

Método de Medición.

El trabajo ejecutado se medirá por metro cuadrado (M2), de vereda tarrajeadada.

07.03.00 TARRAJEO MEZCLA 1:5 EN COLUMNAS DE BARANDA.

Descripción:

Las columnas de la baranda serán tarrajeadas con una mezcla cemento - arena de 1:5 acabado. Ejecutada previa limpieza y humedecimiento de las superficies donde serán aplicados

Método de Medición.

El trabajo ejecutado se medirá por metro cuadrado (M2), de vereda tarrajeadada.

08.00.00 DISPOSITIVOS DE APOYO

08.01.00 APOYO FIJO.

Descripción:

Comprende la construcción del apoyo mediante 4 barras de acero de ½" de diámetro, tal como se indican en los planos, dicho apoyo será ejecutado colocando las barras de acero en la cajuela del estribo derecho, para posteriormente anclarse en las vigas longitudinales del puente.

Método de Medición.

El trabajo ejecutado se medirá por unidad (UND).

08.02.00 APOYO MOVIL.

Descripción:

Comprende la construcción del apoyo deslizante mediante 2 placas de acero de 24"x 8"x 1 ¼", tal como se indican en los planos, dicho apoyo será ejecutado colocando entre las placas de acero una plancha de neopreno de 24"x 8"x 1", en la cajuela del estribo izquierdo. Las placas metálicas se hallarán ancladas tanto a las vigas como a los estribos por medio de 4 pernos o bastones de acero de 5/8" en cada una de las placas metálicas, de forma como se indica en los planos respectivos.

Método de Medición.

El trabajo ejecutado se medirá por unidad (UND).

09.00.00 DRENAJE

09.01.00 DRENAJE LOSA DE PUENTE, TUB Ø2"

09.02.00 DRENAJE ESTRIBO Y ALAS, TUB Ø3"

10.00.00 MEDIO AMBIENTE

10.01.00 RESTAURACIÓN DE AREAS AFECTADAS.

Descripción:

Comprende la restauración de las áreas, que han sido afectadas por la construcción de la caseta de guardianía, el patio de maquinas y otros; en estas áreas se revegetara con plantas de la zona, para tratar de regresar a los terrenos afectados al entorno inicial antes de comenzar la construcción del puente.

Método de Medición.

El trabajo ejecutado se medirá en forma global (GLB).

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

PROYECTO DEL PUENTE "EL TINGO" SOBRE EL RÍO GRANDE CARRETERA LLUSHCAPAMPA BAJA- EL ALISO

METRADOS

01.00.00 OBRAS PROVISIONALES

01.01.00 Construcción Caseta de Guardia	(m2)	Longitud	=	5,00 m.
		Ancho	=	6,00 m.
		Area	=	30,00 m2.
		TOTAL	=	30,00 m2
01.02.00 Cartel de Identificación de Obra	(Und)			1,00 Und.
01.03.00 Movilización y desmovilización	(Glb)			1,00 Glb.

02.00.00 TRABAJOS PRELIMINARES

02.01.00 Limpieza de Terreno	(m2)	Longitud	=	20,00 m.
		Ancho	=	11,50 m.
		Area	=	230,00 m2.
		TOTAL	=	230,00 m2

02.02.00 Trazo, replanteo y nivelación

	(m2)			
Puente (losa) :	Longitud	=	16,00 m.	
	Ancho	=	4,80 m.	
	Area	=	76,80 m2.	
Estribos :	Longitud	=	5,55 m.	
	Ancho	=	3,80 m.	
	Nº	=	2,00 und.	
	Area	=	42,18 m2.	
Alas :	Longitud prom.	=	3,20 m.	
	Ancho	=	2,80 m.	
	Nº	=	4,00 und.	
	Area	=	35,84 m2.	
	TOTAL	=	155,02 m2	

02.03.00 Desviación de agua en Lecho de Río

	(m3)			
Lecho de río	Longitud	=	20,00 m.	
	Ancho	=	5,00 m.	
	Altura	=	0,80 m.	
	Nº	=	1,00 und.	
	Volumen	=	80,00 m3.	
	TOTAL	=	80,00 m3	

02.03.00 Replanteo continuo de Obra

	(Glb)			1,00 Glb.
--	---------	--	--	------------------

03.00.00 CIMENTACIÓN

03.01.00 MOVIMIENTO DE TIERRAS

03.01.00 Excavación con maquinaria

	(m3)			
Estribos :	Longitud	=	5,55 m.	
	Ancho	=	2,40 m.	
	Altura	=	3,30 m.	
	Nº	=	2,00 und.	
	Volumen	=	87,91 m3.	
Alas :	Longitud	=	3,20 m.	
	Ancho prom.	=	2,40 m.	
	Altura	=	3,30 m.	

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

PROYECTO DEL PUENTE "EL TINGO" SOBRE EL RÍO GRANDE CARRETERA LLUSHCAPAMPA BAJA- EL ALISO

	N°	=	4,00 und.
	Volumen	=	101,38 m3.
TOTAL		=	189,29 m3
03.01.02 Nivelación y compactado piso de zapatas	(m2)		
Estribos :	Longitud	=	5,55 m.
	Ancho	=	3,80 m.
	N°	=	2,00 und.
	Area	=	42,18 m2.
Alas :	Longitud	=	3,20 m.
	Ancho	=	2,50 m.
	N°	=	4,00 und.
	Area	=	32,00 m2.
TOTAL		=	74,18 M2
03.01.03 Relleno con material propio	(m3)		
Estribos :	Longitud	=	5,55 m.
	Ancho prom.	=	1,05 m.
	Altura prom.	=	6,10 m.
	N°	=	2,00 und.
	Volumen	=	71,10 m3.
Alas :	Longitud	=	3,00 m.
	Ancho prom.	=	1,00 m.
	Altura prom.	=	5,10 m.
	N°	=	4,00 und.
	Volumen	=	61,20 m3.
TOTAL		=	132,30 m3
03.02.00 OBRAS DE CONCRETO SIMPLE			
03.02.01 Solado para zapatas C:H, 1:12	(m2)		
Zapata de estribos	Longitud prom.	=	5,55 m.
	Ancho prom.	=	3,80 m.
	N°	=	2,00 und.
	Área	=	42,18 m2.
Zapata de Alas	Área 1 (Cad)	=	8,46 m2.
	N°	=	4,00 und.
	Área	=	33,84 m2.
TOTAL		=	76,02 m2
03.02.02 Zapatas; f'c= 140 Kg/cm2 + 25 % de P.G. m	(m3)		
Zapata de Alas	Área 1 (Cad)	=	8,46 m2.
	Altura	=	0,50 m.
	N°	=	4,00 und.
	Volumen	=	16,92 m3.
	Área 2 (Cad)	=	7,25 m2.
	Altura	=	0,40 m.
	N°	=	4,00 und.
	Volumen	=	11,60 m3.
TOTAL		=	28,52 m3

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

PROYECTO DEL PUENTE "EL TINGO" SOBRE EL RÍO GRANDE CARRETERA LLUSHCAPAMPA BAJA- EL ALISO

03.03.00 OBRAS DE CONCRETO ARMADO

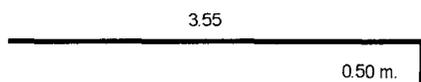
03.03.01 Zapatas de Estribos; $f_c = 175 \text{ Kg/cm}^2$ (m³)

Longitud	=	5,55 m.
Ancho	=	3,80 m.
Altura	=	0,90 m.
N°	=	2,00 und.
Volumen	=	37,96 m ³ .

TOTAL = 37,96 m³

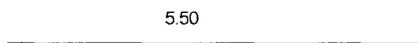
03.03.02 Acero $f_y = 4200 \text{ Kg/cm}^2$ en Zapata de Estribos (Kg)

As (transv.) 1 Ø 5/8" @ 15 cm. ==> (Malla Superior)



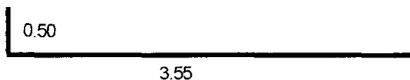
Longitud	=	3,55 m.
N° Veces	=	38,00 und.
Ø	=	5/8" pulg.
Peso de As	=	1,57 kg / m
N°	=	2,00 und.
Peso Total	=	423,59 Kg

As (Longit.) 1 Ø 5/8" @ 20 cm. ==> (Malla Superior)



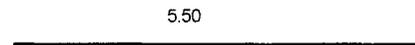
Longitud	=	5,50 m.
N° Veces	=	19,00 und.
Ø	=	5/8" pulg.
Peso de As	=	1,57 kg / m
N°	=	2,00 und.
Peso Total	=	328,13 Kg

As (transv.) 1 Ø 5/8" @ 15 cm. ==> (Malla Inferior)



Longitud	=	3,55 m.
N° Veces	=	38,00 und.
Ø	=	5/8" pulg.
Peso de As	=	1,57 kg / m
N°	=	2,00 und.
Peso Total	=	423,59 Kg

As (Longit.) 1 Ø 5/8" @ 20 cm. ==> (Malla Inferior)



Longitud	=	5,50 m.
N° Veces	=	19,00 und.
Ø	=	5/8" pulg.
Peso de As	=	1,57 kg / m
N°	=	2,00 und.
Peso Total	=	328,13 Kg

TOTAL = 1503,44 KG

04.00.00 SUB ESTRUCTURA

04.01.00 MOVIMIENTO DE TIERRAS

04.01.01 Conformación de terraplén compactado con material de préstamo (m³)

TOTAL = 404,78 m³

04.02.00 OBRAS DE CONCRETO SIMPLE

04.02.01 Aletas; $f_c = 140 \text{ Kg/cm}^2 + 25 \% \text{ de P.G. máx}$ (m³)

Aleta (Elevacion)

- Concreto $f_c = 140 \text{ Kg/cm}^2 + 30 \% \text{ de P.M. máx. 6"}$

Seccion inicial Seccion final

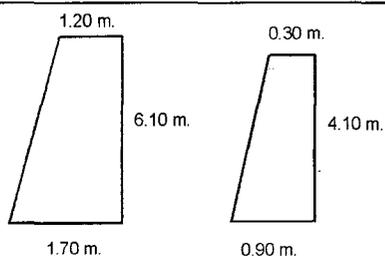
Seccion inicial :	
Ancho prom.	= 1,45 m.
Altura	= 6,10 m.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

PROYECTO DEL PUENTE "EL TINGO" SOBRE EL RÍO GRANDE CARRETERA LLUSHCAPAMPA BAJA- EL ALISO



Area Inicial = 8,85 m².

Seccion final :

Ancho prom. = 0,60 m.
 Altura = 4,10 m.
 Area final = 2,46 m².

Area prom. = 5,65 m².
 Longitud = 3,00 m.
 N° = 4,00 und.
 Volumen = 67,83 m³.

TOTAL = 67,83 m³

04.02.02 Encofrado y desencofrado de muros

(m²)

Muros: Interior

Longitud = 3,40 m.
 Altura prom. = 4,45 m.
 N° = 4,00 und.
 Area = 60,52 m².

Muros: Exterior

Longitud = 3,00 m.
 Altura prom. = 4,45 m.
 N° = 4,00 und.
 Area = 53,40 m².

Muros: Cara lateral

Ancho prom. = 1,45 m.
 Altura = 6,10 m.
 N° = 4,00 und.
 Area = 35,38 m².

Ancho prom. = 0,60 m.
 Altura = 4,10 m.
 N° = 4,00 und.
 Area = 9,84 m².

TOTAL = 159,14 m²

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

PROYECTO DEL PUENTE "EL TINGO" SOBRE EL RÍO GRANDE CARRETERA LLUSHCAPAMPA BAJA- EL ALISO

04.02.03 Juntas de dilatación Estribo- Alas

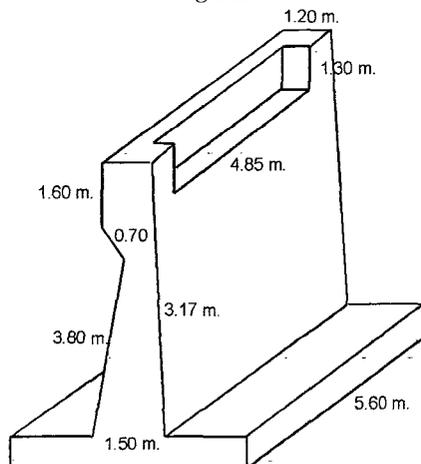
(m)

Longitud = 6,10 m.
N° Veces = 4,00 und.

TOTAL = 24,40 m.

04.02.00 OBRAS DE CONCRETO ARMADO

04.02.01 Concreto $f'c = 175 \text{ Kg/cm}^2$ en Pantalla de estribo (m3)



Volumen 1 :

pantalla total: Longitud = 5,60 m.
Area Seccion = 5,80 m2.
N° Veces = 2,00 und.
Volumen 1 = 64,96 m3

Volumen 2 :

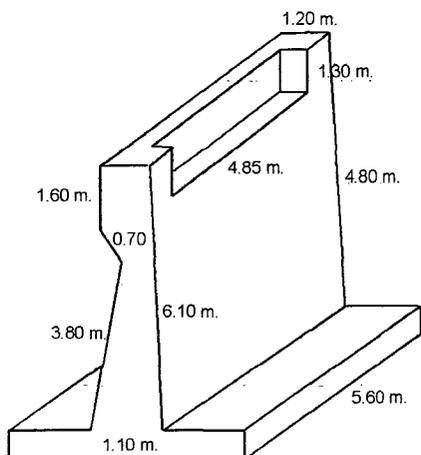
cajuela total: Longitud = 4,85 m.
Ancho = 0,60 m.
Altura = 1,30 m.
N° Veces = 2,00 und.
Volumen 2 = 7,57 m3

Volumen total = V1 - V2

TOTAL = 57,39 M3.

04.02.02 Encofrado y desencofrado de estribos

(m2)



Cara Interior : Longitud = 5,60 m.
Altura = 6,10 m.
N° Veces = 2,00 und.
Area = 68,32 m2.

Cara Exterior : Longitud = 5,60 m.
Altura 1 = 1,60 m.
Altura 2 = 0,70 m.
Altura 3 = 3,80 m.
N° Veces = 2,00 und.
Area = 68,32 m2.

Cajuela: Longitud = 4,85 m.
Altura = 1,30 m.
N° Veces = 2,00 und.
Area = 12,61 m2.

Caras laterales: Area Seccion = 5,80 m2.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

PROYECTO DEL PUENTE "EL TINGO" SOBRE EL RÍO GRANDE CARRETERA LLUSHCAPAMPA BAJA- EL ALISO

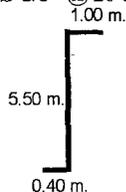
N° Veces = 4,00 und.
 Area = 23,20 m².

TOTAL = 172,45 M2.

04.02.03 Acero fy= 4200 Kg/cm², en estribos (kg)

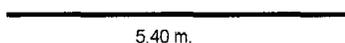
ACERO EN PANTALLA:

As (vert.) 1 Ø 5/8" @ 20 cm. ==> (Malla vertical)



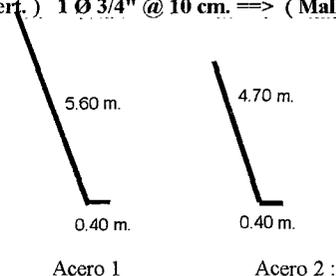
Longitud = 6,90 m.
 N° Veces = 28,00 und.
 Ø = 5/8" pulg.
 Peso de As = 1,57 kg / m
 N° Estribos = 2,00 und.
 Peso Total = 606,65 Kg

As (longit.) 1 Ø 5/8" @ 25 cm. ==> (Malla vertical)



Longitud = 5,40 m.
 N° Veces = 20,00 und.
 Ø = 5/8" pulg.
 Peso de As = 1,57 kg / m
 N° Estribos = 2,00 und.
 Peso Total = 339,12 Kg

As (vert.) 1 Ø 3/4" @ 10 cm. ==> (Malla inclinada)



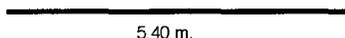
acero 1 :

Longitud = 6,00 m.
 N° Veces = 19,00 und.
 Ø = 3/4" pulg.
 Peso de As = 2,23 kg / m
 N° Estribos = 2,00 und.
 Peso Total = 508,44 Kg

acero 2 :

Longitud = 5,10 m.
 N° Veces = 36,00 und.
 Ø = 3/4" pulg.
 Peso de As = 2,23 kg / m
 N° Estribos = 2,00 und.
 Peso Total = 818,86 Kg

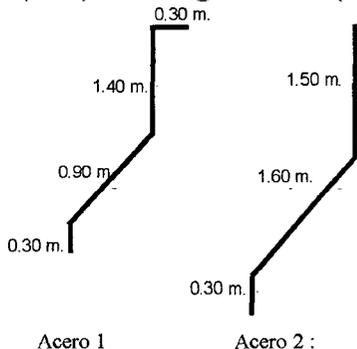
As (longit.) 1 Ø 5/8" @ 25 cm. ==> (Malla inclinada)



Longitud = 5,40 m.
 N° Veces = 20,00 und.
 Ø = 5/8" pulg.
 Peso de As = 1,57 kg / m
 N° Estribos = 2,00 und.
 Peso Total = 339,12 Kg

ACERO EN CAJUELA:

As (vert.) 1 Ø 3/4" @ 30 cm. ==> (Malla vertical)



acero 1 :

Longitud = 2,90 m.
 N° Veces = 19,00 und.
 Ø = 3/4" pulg.
 Peso de As = 2,23 kg / m
 N° Estribos = 2,00 und.
 Peso Total = 245,75 Kg

acero 2 :

Longitud = 3,40 m.
 N° Veces = 19,00 und.
 Ø = 3/4" pulg.
 Peso de As = 2,23 kg / m
 N° Estribos = 2,00 und.
 Peso Total = 288,12 Kg

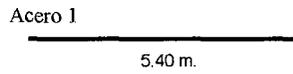
UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

FACULTAD DE INGENIERÍA

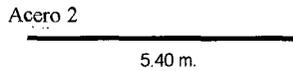
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

PROYECTO DEL PUENTE "EL TINGO" SOBRE EL RÍO GRANDE CARRETERA LLUSHCAPAMPA BAJA- EL ALISO

As (long.) 1 Ø 5/8" @ 30 cm. ==> (Malla vertical)



acero 1 :	Longitud	=	5,40 m.
	N° Veces	=	10,00 und.
	Ø	=	5/8" pulg.
	Peso de As	=	1,57 kg / m
	N° Estribos	=	2,00 und.
	Peso Total	=	169,56 Kg

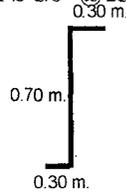


acero 2 :	Longitud	=	5,40 m.
	N° Veces	=	12,00 und.
	Ø	=	5/8" pulg.
	Peso de As	=	1,57 kg / m
	N° Estribos	=	2,00 und.
	Peso Total	=	203,47 Kg

TOTAL = ##### KG

04.02.04 Acero fy= 4200 Kg/cm2 de refuerzo en cimentación de aleta: (Kg)

As (vert.) 1 Ø 5/8" @ 25 cm.



	Longitud	=	1,30 m.
	N° Veces	=	12,00 und.
	Ø	=	5/8" pulg.
	Peso de As	=	1,57 kg / m
	N° Estribos	=	4,00 und.
	Peso Total	=	97,97 Kg

TOTAL = 97,97 KG

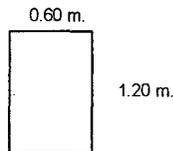
05.00.00 SUPER ESTRUCTURA

05.01.00 OBRAS DE CONCRETO ARMADO

05.01.01 Concreto en Super Estructura f'c= 210 Kg/cm2

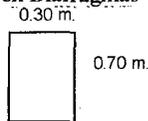
Concreto en Vigas principales

(m3)



	Longitud	=	17,15 m.
	Ancho	=	0,60 m.
	Altura	=	1,20 m.
	N°	=	2,00 und.
	Volumen	=	24,70 m3.

Concreto en Diafragmas



	Longitud	=	2,00 m.
	Ancho	=	0,30 m.
	Altura	=	0,70 m.
	N°	=	3,00 und.
	Volumen	=	1,26 m3.

Concreto en Losa

(M3)

	Longitud	=	17,15 m.
	Ancho	=	4,80 m.
	Altura	=	0,25 m.
	N°	=	1,00 und.
	Volumen	=	20,58 m3.

TOTAL = 46,54 m3

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

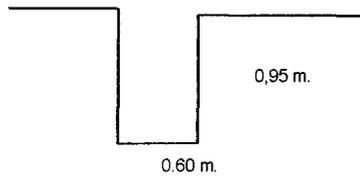
FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

PROYECTO DEL PUENTE "EL TINGO" SOBRE EL RÍO GRANDE CARRETERA LLUSHCAPAMPA BAJA- EL ALISO

05.01.02 Encofrado y desencofrado de vigas (M2)

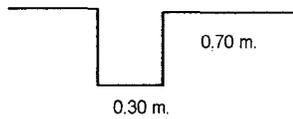
Vigas principales



Cara Inferior : Longitud	=	17,15 m.
Ancho	:	0,60 m.
N°		2,00 und.
Área		20,58 m2.

Caras laterales: Longitud exter	=	17,15 m.
Longitud inter	=	16,25 m.
Altura		0,95 m.
N°		2,00 und.
Área		63,46 m2.

Vigas diafragma

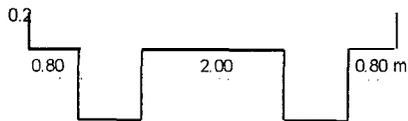


Cara Inferior : Longitud	=	2,00 m.
Ancho	:	0,30 m.
N°		3,00 und.
Área		1,80 m2.

Caras laterales : Longitud	=	2,00 m.
Ancho	:	0,30 m.
N°		6,00 und.
Área		3,60 m2.

TOTAL = 89,44 M2

05.01.03 Encofrado y desencofrado de Losa (M2)



Cara Inferior : Longitud interior	=	17,15 m.
Ancho	=	2,00 m.
Área	=	34,30 m2.

Cara Inferior : Longitud exterior	=	17,15 m.
Ancho	=	1,60 m.
Área	=	27,44 m2.

Cara Vertical : Longitud exterior -lateral	=	17,15 m.
Ancho	=	0,25 m.
N°	=	2,00 und.
Area	=	8,58 m2.

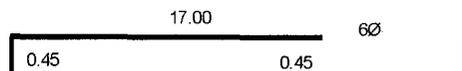
TOTAL = 70,32 m2

05.01.04 Acero fy= 4200 Kg/cm2 en Super Estructura (Kg)

Vigas principales

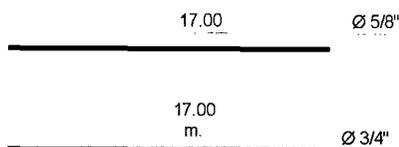
(Kg)

As (-) 6Ø 3/4" x VIGA ==> (As Negativo)



Longitud	=	17,90 m.
N° Veces	=	6,00 und.
N° de Vigas	=	2,00 und.
Ø	=	3/4" pulg.
Peso de As	=	2,23 kg / m
Peso Total	=	479,00 Kg

As (L) 4 Ø 5/8 + 2 Ø 3/4" x VIGA ==> (As Flambéo)



Longitud	=	17,00 m.
N° Veces	=	4,00 und.
N° de Vigas	=	2,00 und.
Ø	=	5/8" pulg.
Peso de As	=	1,57 kg / m
Peso Total	=	213,52 Kg

Longitud = 17,00 m.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

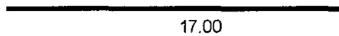
FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

PROYECTO DEL PUENTE "EL TINGO" SOBRE EL RÍO GRANDE CARRETERA LLUSHCAPAMPA BAJA- EL ALISO

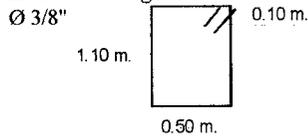
	N° Veces = 2,00 und.
	N° de Vigas = 2,00 und.
	Ø = 3/4" pulg.
	Peso de As = 2,23 kg / m
	Peso Total = 151,64 Kg

As (+) 22 Ø1" x VIGA ==> (As Positivo)



Longitud = 17,00 m.
N° Veces = 22,00 und.
N° de Vigas = 2,00 und.
Ø = 1" pulg.
Peso de As = 3,97 kg / m
Peso Total = ##### Kg

Estribos de Viga



Longitud = 3,40 m.
N° Veces = 73,00 und.
N° de Vigas = 2,00 und.
Ø = 3/8" pulg.
Peso de As = 0,56 kg / m
Peso Total = 277,98 Kg

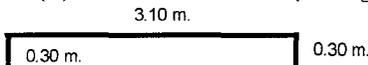
Separadores

Ø 1" ; C/2.00m.

Longitud = 0,50 m.
As (+) : 1ra. Capa = 9,00 und.
As (+) : 2da. Capa = 9,00 und.
N° de Vigas = 2,00 und.
Ø = 1" pulg.
Peso de As = 3,97 kg / m
Peso Total = 71,46 Kg

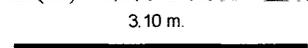
Viga Diafragma Intermedio

As (-) 4 Ø 1/2" x VIGA ==> (As Negativo)



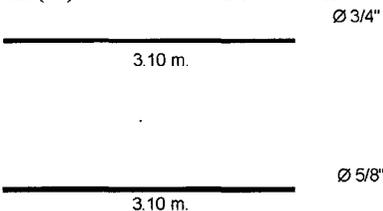
Longitud = 3,70 m.
N° Veces = 4,00 und.
N° de Diafrag. = 1,00 und.
Ø = 1/2" pulg.
Peso de As = 1,05 kg / m
Peso Total = 15,54 Kg

As (L) 2 Ø 5/8" x VIGA ==> (As Flambeo).



Longitud = 3,10 m.
N° Veces = 2,00 und.
N° de Diafrag. = 1,00 und.
Ø = 5/8" pulg.
Peso de As = 1,57 kg / m
Peso Total = 9,73 Kg

As (+) 2 Ø 3/4" + 2 Ø 5/8" x VIGA ==> (As Positivo)

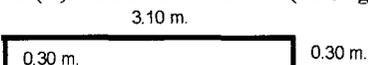


Longitud = 3,10 m.
N° Veces = 2,00 und.
N° de Diafrag. = 1,00 und.
Ø = 3/4" pulg.
Peso de As = 2,23 kg / m
Peso Total = 13,83 Kg

Longitud = 3,10 m.
N° Veces = 2,00 und.
N° de Diafrag. = 1,00 und.
Ø = 5/8" pulg.
Peso de As = 1,57 kg / m
Peso Total = 9,73 Kg

Viga Diafragma Lateral

As (-) 4 Ø 1/2" x VIGA ==> (As Negativo)



Longitud = 3,70 m.
N° Veces = 4,00 und.
N° de Diafrag. = 2,00 und.
Ø = 1/2" pulg.
Peso de As = 1,05 kg / m
Peso Total = 31,08 Kg

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

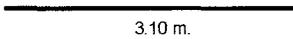
PROYECTO DEL PUENTE "EL TINGO" SOBRE EL RÍO GRANDE CARRETERA LLUSHCAPAMPA BAJA- EL ALISO

As (L) 2 Ø 5/8" x VIGA ==> (As Flambeo)
3.10 m.



Longitud = 3,10 m.
N° Veces = 2,00 und.
N° de Diafrag. = 2,00 und.
Ø = 5/8" pulg.
Peso de As = 1,57 kg / m
Peso Total = 19,47 Kg

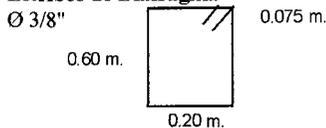
As (+) 4 Ø 1/2" x VIGA ==> (As Positivo)



3.10 m.

Longitud = 3,10 m.
N° Veces = 2,00 und.
N° de Diafrag. = 2,00 und.
Ø = 1/2" pulg.
Peso de As = 1,05 kg / m
Peso Total = 13,02 Kg

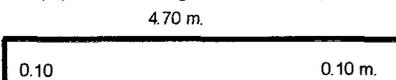
Estribos de Diafragma



Longitud = 1,75 m.
N° Veces = 8,00 und.
N° de Diafrag. = 3,00 und.
Ø = 3/8" pulg.
Peso de As = 0,56 kg / m
Peso Total = 23,52 Kg

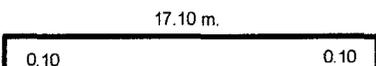
Losa

As (-) 1 Ø 1/2" @ 30 cm. ==> (Malla Superior)



Longitud = 4,90 m.
N° Veces = 58,00 und.
Ø = 1/2" pulg.
Peso de As = 1,05 kg / m
Peso Total = 298,41 Kg

As (Temp.) 1 Ø 3/8" @ 20 cm. ==> (Malla Superior)



Longitud = 17,30 m.
N° Veces = 24,00 und.
Ø = 3/8" pulg.
Peso de As = 0,56 kg / m
Peso Total = 232,51 Kg

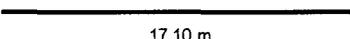
As (+) 1 Ø 5/8" @ 25 cm. ==> (Malla Inferior)



4.70 m.

Longitud = 4,70 m.
N° Veces = 58,00 und.
Ø = 5/8" pulg.
Peso de As = 1,57 kg / m
Peso Total = 427,98 Kg

As (Repar.) 1 Ø 3/8" @ 15 cm. ==> (Malla Inferior)



17.10 m.

Longitud = 17,10 m.
N° Veces = 32,00 und.
Ø = 3/8" pulg.
Peso de As = 0,56 kg / m
Peso Total = 306,43 Kg

TOTAL = 1288.85 KG

05.01.05 Juntas de dilatación Estribos- Superestructu (ML)

Longitud = 6,05 m.
N° Veces = 2,00 und.

TOTAL = 12,10 ML

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

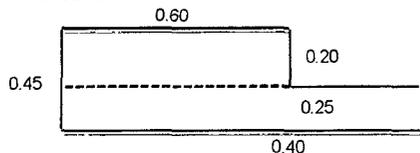
PROYECTO DEL PUENTE "EL TINGO" SOBRE EL RÍO GRANDE CARRETERA LLUSHCAPAMPA BAJA- EL ALISO

06.00.00 ACCESORIOS DE TABLERO

06.01.00 VEREDAS

06.01.01 Concreto para veredas $f'c= 210 \text{ Kg/cm}^2$

Seccion:



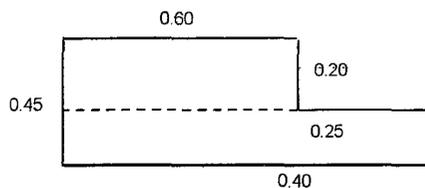
(M3)

Longitud	=	17,10 m.
Ancho n° 01	=	0,60 m.
Altura n° 01	=	0,20 m.
Volumen n° 01	=	2,05 m3.
N° Veredas	=	2,00 und.

TOTAL = 4,10 m3

06.01.02 Encofrado y desencofrado de veredas

Seccion:



(M2)

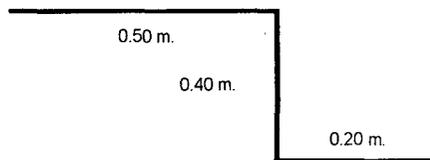
Cara laterales : Longitud	=	17,10 m.
Ancho	=	0,20 m.
N° Caras =	=	2,00
N° Veredas	=	2,00 und.
Area	=	13,68 m2.

TOTAL = 13,68 m2

06.01.03 Acero $f_y= 4200 \text{ Kg/cm}^2$ para veredas

(Kg)

As (-) 1 Ø 1/2" @ 30 cm. ==> (Malla Superior)



Longitud	=	1,10 m.
N° Veces	=	57,00 und.
Ø	=	1/2" pulg.
Peso de As	=	1,05 kg / m
N° Veredas	=	2,00 und.
Peso Total	=	131,67 Kg

As (Temp.) 1 Ø 3/8" @ 20 cm. ==> (Malla Superior)



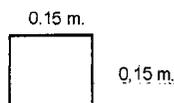
Longitud	=	17,10 m.
N° Veces	=	3,00 und.
Ø	=	3/8" pulg.
Peso de As	=	0,56 kg / m
N° Veredas	=	2,00 und.
Peso Total	=	57,46 Kg

TOTAL = 189,13 KG

06.02.00 BARANDAS

06.02.01 Concreto en columnas $f'c=210 \text{ Kg/cm}^2$

Seccion:



(M3)

Longitud	=	0,15 m.
Ancho	=	0,15 m.
Altura	=	0,90 m.
N°	=	28,00 und.
Volumen	=	0,57 m3.

TOTAL = 0,57 m3

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

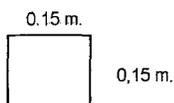
FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

PROYECTO DEL PUENTE "EL TINGO" SOBRE EL RÍO GRANDE CARRETERA LLUSHCAPAMPA BAJA- EL ALISO.

06.02.02 Encofrado y desencofrado de columnas

Seccion:



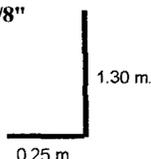
Cara Lateral exterior y inter	Longitud	=	0,15 m.
	Altura	=	0,90 m.
	N° Veces	=	56,00 und.
	N° Veredas	=	2,00 und.
	Area	=	15,12 m ² .

Cara laterales frontal	Altura	=	0,15 m.
	Ancho	=	0,15 m.
	N° Veces	=	56,00 und.
	N° Veredas	=	2,00 und.
	Area	=	2,52 m ² .

TOTAL = 17,64 m²

06.02.03 Acero fy= 4200 Kg/ cm² en columnas

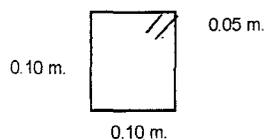
As en columnetas 4 Ø 3/8"



(Kg)

Longitud	=	1,55 m.
N° Veces	=	56,00 und.
Ø	=	3/8" pulg.
Peso de As	=	0,56 kg / m
N° Veredas	=	2,00 und.
Peso Total	=	97,22 Kg

Estribos de Columnetas



Longitud	=	0,50 m.
N° Veces	=	112,00 und.
Ø	=	1/4" pulg.
Peso de As	=	0,25 kg / m
N° Veredas	=	2,00 und.
Peso Total	=	28,00 Kg

TOTAL = 125,22 KG

06.02.04 Colocación de tubo de F°G° Ø2"

(m)

Longitud	=	1,20 m.
N° Veces	=	52,00 und.

TOTAL = 62,40 m.

07.00.00 REVESTIMIENTOS

07.01.00 Tarrajeo frotachado 1:3 en losa

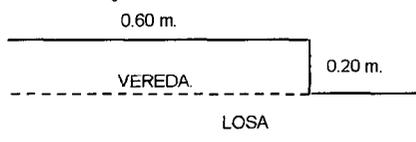
(m²)

Longitud	=	17,10 m.
Ancho	=	3,60 m.
N°	=	1,00 und.
Area	=	61,56 m ² .

TOTAL = 61,56 m²

07.02.00 Tarrajeo mezcla 1:5 en veredas

(m²)



Longitud	=	17,10 m.
Ancho	=	0,60 m.
N°	=	2,00 und.
Area	=	20,52 m ² .

Longitud	=	17,10 m.
Altura	=	0,20 m.
N°	=	2,00 und.
Area	=	6,84 m ² .

TOTAL = 27,36 m²

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

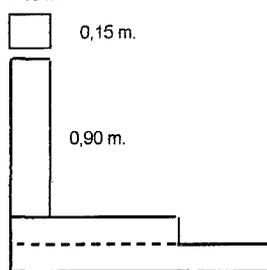
FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

PROYECTO DEL PUENTE "EL TINGO" SOBRE EL RÍO GRANDE CARRETERA LLUSHCAPAMPA BAJA- EL ALISO.

07.03.00 Tarrajeo mezcla 1:5 en columnas de barandas

Sección:



Longitud = 0,15 m.
 Ancho = 0,15 m.
 N° = 28,00 und.
 Area = 0,63 m²

Longitud = 0,15 m.
 Ancho = 0,15 m.
 Altura = 0,90
 N° = 28,00 und.
 Area = 15,12 m²

TOTAL = 15,75 m²

08.00.00 DISPOSITIVOS DE APOYO

08.01.00 Apoyo Fijo

(Und.)

Cant / viga = 1,00 und.
 N° Vigas = 2,00 und.

TOTAL = 2,00 und

08.02.00 Apoyo móvil

(Und.)

Cant / viga = 1,00 und.
 N° Vigas = 2,00 und.

TOTAL = 2,00 und

09.00.00 DRENAJE

09.01.00 Drenaje de losa del puente: Tubería PVC Ø2

(ML)

Longitud = 0,30 m.
 N° tubos / lado = 8,00 und.
 N° Veces = 2,00 und.

TOTAL = 4,80 ML

09.02.00 Drenaje de estribos y alas: Tubería PVC Ø3'

(ML)

Longitud = 1,80 m.
 N° tubos / lado = 6,00 und.
 N° Veces = 2,00 und.

TOTAL = 21,60 ML

PRESUPUESTO Y ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS

- ✓ **PRESUPUESTO**
- ✓ **ANÁLISIS DE COSTOS UNITARIOS**

FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA ACADEMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

Presupuesto

Presupuesto 0491002 "ESTUDIO DEL PUENTE EL TINGO SOBRE EL RÍO GRANDE - CARRETERA LLUSHCAPAMPA BAJA- EL ALISO
 Subpresupuesto 001 "ESTUDIO DEL PUENTE EL TINGO SOBRE EL RÍO GRANDE - CARRETERA LLUSHCAPAMPA BAJA- EL ALISO
 Cliente Municipalidad Provincial de Cajamarca Costo al 25/03/2013
 Lugar CAJAMARCA - CAJAMARCA - CAJAMARCA

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
01	OBRAS PROVISIONALES				2,918.95
01.01	CARTEL DE IDENTIFICACION DE LA OBRA DE 3.60X2.40M	und	1.00	785.12	785.12
01.02	CASETA DE ALMACEN Y GUARDIANÍA	m2	30.00	36.25	1,087.50
01.03	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION	GLB	1.00	1,046.33	1,046.33
02	TRABAJOS PRELIMINARES				10,180.36
02.01	LIMPIEZA DE TERRENO	m2	230.00	4.13	949.90
02.02	TRAZO REPLANTEO Y NIVELACIÓN	M2	155.02	1.39	215.48
02.03	DESVIACIÓN DE AGUA EN LECHO DEL RÍO	m3	80.00	61.96	4,956.80
02.04	REPLANTEO CONTINUO DE OBRA	GLB	1.00	4,058.18	4,058.18
03	CIMENTACIÓN				35,877.67
03.01	MOVIMIENTO DE TIERRAS				6,648.38
03.01.01	EXCAVACION PARA CIMENTOS	m3	189.29	13.82	2,615.99
03.01.02	NVEL. Y COMP. PISO DE ZAPATAS	m2	74.18	2.21	163.94
03.01.03	RELLENO CON MATERIAL PROPIO	m3	132.30	29.24	3,868.45
03.02	CONCRETO SIMPLE				11,236.45
03.02.01	SOLADO E=0.20m PARA ZAPATAS C.H. 1:12	m2	76.02	61.15	4,648.62
03.02.02	CONCRETO F'c=140 KG/CM2+25%P.G.	m3	28.52	230.99	6,587.83
03.03	CONCRETO ARMADO				17,992.84
03.03.01	CONCRETO ZAPATAS F'C=175 KG/CM2	m3	37.96	314.78	11,949.05
03.03.02	ACERO Fy=4200 KG/CM2 EN ZAPATAS	kg	1,503.43	4.02	6,043.79
04	SUB ESTRUCTURA				97,575.83
04.01	MOVIMIENTO DE TIERRAS				30,362.55
04.01.01	CONFORMACION DE TERRAPLEN COMPACTADO	m3	404.78	75.01	30,362.55
04.02	CONCRETO SIMPLE				24,841.68
04.02.01	CONCRETO F'c=140 KG/CM2+25%P.G.	m3	67.83	230.99	15,668.05
04.02.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	159.14	56.63	9,012.10
04.02.03	JUNTAS DE DILATACIÓN ESTRIBO - ALAS	m	24.40	6.62	161.53
04.03	CONCRETO ARMADO				42,371.60
04.03.01	CONCRETO EN PANTALLA F'c=175 KG/CM2	m3	57.39	314.78	18,065.22
04.03.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	172.45	56.63	9,765.84
04.03.03	ACERO Fy=4200 KG/CM2 EN PANTALLA Y CAJUELA	kg	3,519.08	4.02	14,146.70
04.03.04	ACERO DE REFUERZO Fy=4200 KG/CM2 ZAPATA- MURO DE ALETAS	kg	97.97	4.02	393.84
05	SUPER ESTRUCTURA				47,266.36
05.01	CONCRETO ARMADO				47,266.36
05.01.01	CONCRETO SUPER ESTRUCTURA F'c=210 KG/CM2	m3	46.54	337.68	15,715.63
05.01.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE VIGAS	m2	89.44	64.39	5,759.04
05.01.03	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE LOSA	m2	70.32	38.87	2,733.34
05.01.04	ACERO Fy=4200 KG/CM2 EN SUPER ESTRUCTURA	kg	5,564.43	4.02	22,369.01
05.01.05	JUNTAS DE DILATACION ESTRIBO - SUPER ESTRUCTURA	m	12.10	56.97	689.34
06	ACCESORIOS DEL TABLERO				7,384.88
06.01	VEREDAS				2,540.83
06.01.01	CONCRETO PARA VEREDAS F'c=210 KG/CM2	m3	4.10	337.68	1,384.49
06.01.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE VEREDAS	m2	13.68	28.95	396.04
06.01.03	ACERO Fy = 4200 KG/CM2 PARA VEREDAS	kg	189.13	4.02	760.30
06.02	BARANDAS				4,843.85
06.02.01	CONCRETO EN COLUMNAS F'c=210 KG/CM2	m3	0.57	420.15	239.49
06.02.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE COLUMNAS	m2	17.64	30.92	545.43
06.02.03	ACERO Fy = 4200 KG/CM2 EN COLUMNAS	kg	125.22	4.02	503.38
06.02.04	COLOCACION DE TUBO P"6" DIAM. 2"	m	62.40	56.98	3,555.55
07	REVESTIMIENTOS				2,666.69

Fecha: 14/08/2013 12:35:52

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
FACULTAD DE INGENIERIA
 ESCUELA ACADEMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

Presupuesto

Presupuesto **0491002 "ESTUDIO DEL PUENTE EL TINGO SOBRE EL RÍO GRANDE - CARRETERA LLUSHCAPAMPA BAJA- EL AUISO**
 Subpresupuesto **001 "ESTUDIO DEL PUENTE EL TINGO SOBRE EL RÍO GRANDE - CARRETERA LLUSHCAPAMPA BAJA- EL AUISO**
 Cliente **Municipalidad Provincial de Cajamarca** Costo al **25/03/2013**
 Lugar **CAJAMARCA - CAJAMARCA - CAJAMARCA**

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
07.01	TARRAJEO FROTACHADO 1:3 EN LOSA	m ²	61.56	19.99	1,230.58
07.02	TARRAJEO MEZCLA 1:5 EN VEREDAS	m ²	27.36	35.26	964.71
07.03	TARRAJEO MEZCLA 1:5 EN COLUMNAS DE BARANDA	m ²	15.75	29.93	471.40
08	DISPOSITIVOS DE APOYO				1,228.30
08.01	APOYO FIJO	und	2.00	70.91	141.82
08.02	APOYO MOVIL	und	2.00	543.24	1,086.48
09	DRENAJE				722.13
09.01	DRENAJE LOSA DE PUENTE, TUB. Ø2"	m	4.80	26.74	128.35
09.02	DRENAJE ESTRIBO Y ALASE, TUB. Ø3"	m	21.60	27.49	593.78
10	MEDIO AMBIENTE				1,547.47
10.01	RESTAURACIÓN DE AREAS AFECTADAS	GLB	1.00	1,547.47	1,547.47
11	FLETE TERRESTRE				5,046.95
11.01	FLETE TERRESTRE	GLB	1.00	5,046.95	5,046.95
	COSTO DIRECTO				212,415.39
	GASTOS GENERALES (26.50%)				56,300.00
	UTILIDAD (5%)				10,620.77
					=====
	SUB TOTAL				279,336.16
	IMPUESTO GENERAL A LAS VENTAS (18.00%)				50,280.51
					=====
	VALOR REFERENCIAL				329,616.67
					=====
	SUPERVISIÓN (3.5%)				11,536.58
					=====
	TOTAL PRESUPUESTO				341,153.25

SON : **TRESCIENTOS CUARENTUN MIL CIENTO CINCUENTITRES Y 25/100 NUEVOS SOLES**

Fecha : 14/08/2013 12:35:52

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA ACADEMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL
PROYECTO DEL PUENTE "EL TINGO" SOBRE EL RIO GRANDE CARRETERA LLUSHCAPAMPA BAJA - EL ALISO

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Presupuesto	0491002 "ESTUDIO DEL PUENTE EL TINGO SOBRE EL RIO GRANDE - CARRETERA LLUSHCAPAMPA BAJA- EL ALISO					
Subpresupuesto	001 "ESTUDIO DEL PUENTE EL TINGO SOBRE EL RIO GRANDE - CARRETERA LLUSHCAP/					Fecha presupuesto
Partida	25/03/2013					
Partida	01.01	CARTEL DE IDENTIFICACION DE LA OBRA DE 3.60X2.40M				
Rendimiento	und/DIA	1,0000	EQ. 1,0000	Costo unitario directo por : und	785,12	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$f.	Parcial \$f.
Mano de Obra						
0147010002	OPERARIO	hh	1,5000	12,0000	16,18	194,16
0147010003	OFICIAL	hh	1,0000	8,0000	13,88	111,04
0147010004	PEON	hh	0,5000	4,0000	12,52	50,08
355,28						
Materiales						
0202010005	CLAVOS PARA MADERA C/C 3"	kg		1,0000	4,00	4,00
0202100010	PERNOS HEXAGONALES DE 3/4" x 3 1/2"	pza		9,0000	2,00	18,00
0205000010	PIEDRA MEDIANA (MAX 4")	m3		0,2000	50,00	10,00
0221000000	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5KG)	BOL		1,2000	18,30	21,96
0238000000	HORMIGON	m3		0,3600	37,50	13,50
0243010003	MADERA TORNILLO	p2		71,2500	3,50	249,38
0244030005	TRIPLAY LUPUNA DE 4x8x 4mm	pln		3,1000	25,00	77,50
0254020042	PINTURA ESMALTE SINTETICO	gln		1,0000	35,50	35,50
429,84						
Partida	01.02	CASETA DE ALMACEN Y GUARDIANIA				
Rendimiento	m2/DIA	200,0000	EQ. 200,0000	Costo unitario directo por : m2	36,25	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$f.	Parcial \$f.
Mano de Obra						
0147010002	OPERARIO	hh	1,0000	0,0400	16,18	0,65
0147010003	OFICIAL	hh	1,0000	0,0400	13,88	0,56
0147010004	PEON	hh	5,0000	0,2000	12,52	2,50
3,71						
Materiales						
0202010005	CLAVOS PARA MADERA C/C 3"	kg		0,0500	4,00	0,20
0243010003	MADERA TORNILLO	p2		3,2800	3,50	11,48
0244030005	TRIPLAY LUPUNA DE 4x8x 4mm	pln		0,8300	25,00	20,75
32,43						
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3,0000	3,71	0,11
0,11						
Partida	01.03	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION				
Rendimiento	GLB/DIA	1,0000	EQ. 1,0000	Costo unitario directo por : GLB	1.046,33	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$f.	Parcial \$f.
Mano de Obra						
0147010004	PEON	hh	2,0000	16,0000	12,52	200,32
200,32						
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3,0000	200,32	6,01
0348110004	VOLQUETE DE 10 M3	hm	1,0000	8,0000	105,00	840,00
846,01						
Partida	02.01	LIMPIEZA DE TERRENO				
Rendimiento	m2/DIA	25,0000	EQ. 25,0000	Costo unitario directo por : m2	4,13	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$f.	Parcial \$f.
Mano de Obra						
0147010004	PEON	hh	1,0000	0,3200	12,52	4,01
4,01						

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA ACADEMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL
PROYECTO DEL PUENTE "EL TINGO" SOBRE EL RIO GRANDE CARRETERA LLUSHCAPAMPA BAJA - EL ALISO

Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3,0000	4,01	0,12 0,12
Partida	02.02	TRAZO REPLANTEO Y NIVELACIÓN				
Rendimiento	M2/DIA	500,0000	EQ. 500,0000	Costo unitario directo por : M2	1,39	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0147000032	TOPOGRAFO	hh	1,0000	0,0160	16,18	0,26
0147010004	PEON	hh	2,0000	0,0320	12,52	0,40 0,66
Materiales						
0202010005	CLAVOS PARA MADERA C/C 3"	kg		0,0400	4,00	0,16
0229030002	YESO EN BOLSAS DE 25 KG.	BOL		0,0240	8,50	0,20
0243150006	ESTACA MADERA	p2		0,1100	2,00	0,22 0,58
Equipos						
0337540011	TEODOLITO	HE	1,0000	0,0160	5,00	0,08
0337540017	NIVEL TOPOGRAFICO	HE	1,0000	0,0160	4,50	0,07 0,15
Partida	02.03	DESVIACIÓN DE AGUA EN LECHO DEL RÍO				
Rendimiento	m3/DIA	10,0000	EQ. 10,0000	Costo unitario directo por : m3	61,96	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0147000023	OPERADOR DE EQUIPO PESADO	hh	1,0000	0,8000	16,18	12,94
0147010004	PEON	hh	2,0000	1,6000	12,52	20,03 32,97
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3,0000	32,97	0,99
0349040024	RETROEXCAVADOR S/ORUG 170-250HP 1.1-2.75	hm	1,0000	0,8000	35,00	28,00 28,99
Partida	02.04	REPLANTEO CONTINUO DE OBRA				
Rendimiento	GLB/DIA	0,1000	EQ. 0,1000	Costo unitario directo por : GLB	4.058,18	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0147000032	TOPOGRAFO	hh	1,0000	80,0000	16,18	1.294,40
0147010004	PEON	hh	2,0000	160,0000	12,52	2.003,20 3.297,60
Materiales						
0202010005	CLAVOS PARA MADERA C/C 3"	kg		0,0400	4,00	0,16
0229030002	YESO EN BOLSAS DE 25 KG.	BOL		0,0240	8,50	0,20
0243150006	ESTACA MADERA	p2		0,1100	2,00	0,22 0,58
Equipos						
0337540011	TEODOLITO	HE	1,0000	80,0000	5,00	400,00
0337540017	NIVEL TOPOGRAFICO	HE	1,0000	80,0000	4,50	360,00 760,00
Partida	03.01.01	EXCAVACION PARA CIMIENTOS				
Rendimiento	m3/DIA	50,0000	EQ. 50,0000	Costo unitario directo por : m3	13,82	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0147000023	OPERADOR DE EQUIPO PESADO	hh	1,0000	0,1600	16,18	2,59
0147010003	OFICIAL	hh	0,5000	0,0800	13,88	1,11
0147010004	PEON	hh	2,0000	0,3200	12,52	4,01 7,71

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA ACADEMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL
PROYECTO DEL PUENTE "EL TINGO" SOBRE EL RIO GRANDE CARRETERA LLUSHCAPAMPA BAJA - EL ALISO

Equipos							
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3,0000	7,71	0,23	
0348080000	MOTOBOMBA 10 HP 4"	hm	0,2500	0,0400	6,90	0,28	
0349040024	RETROEXCAVADOR S/ORUG 170-250HP 1.1-2.75	hm	1,0000	0,1600	35,00	5,60	
							6,11
Partida	03.01.02	NIVEL. Y COMP. PISO DE ZAPATAS					
Rendimiento	m2/DIA	120,0000	EQ. 120,0000	Costo unitario directo por : m2		2,21	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
	Mano de Obra						
0147010002	OPERARIO	hh	1,0010	0,0667	16,18	1,08	
0147010004	PEON	hh	1,0010	0,0667	12,52	0,84	
							1,92
	Materiales						
0243160052	REGLA DE MADERA	p2		0,0300	3,50	0,11	
							0,11
	Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3,0000	1,92	0,06	
0348080000	MOTOBOMBA 10 HP 4"	hm	0,2500	0,0167	6,90	0,12	
							0,18
Partida	03.01.03	RELLENO CON MATERIAL PROPIO					
Rendimiento	m3/DIA	4,0000	EQ. 4,0000	Costo unitario directo por : m3		29,24	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
	Mano de Obra						
0147010004	PEON	hh	1,0000	2,0000	12,52	25,04	
							25,04
	Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3,0000	25,04	0,75	
0348080000	MOTOBOMBA 10 HP 4"	hm	0,2500	0,5000	6,90	3,45	
							4,20
Partida	03.02.01	SOLADO E=0.20m PARA ZAPATAS C:H, 1:12					
Rendimiento	m2/DIA	30,0000	EQ. 30,0000	Costo unitario directo por : m2		61,15	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
	Mano de Obra						
0147010002	OPERARIO	hh	2,0000	0,5333	16,18	8,63	
0147010003	OFICIAL	hh	1,0000	0,2667	13,88	3,70	
0147010004	PEON	hh	6,0000	1,6000	12,52	20,03	
							32,36
	Materiales						
0221000000	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5KG)	BOL		0,7560	18,30	13,83	
0238000000	HORMIGON	m3		0,2583	37,50	9,69	
0239050000	AGUA	m3		0,0252	4,20	0,11	
							23,63
	Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3,0000	32,36	0,97	
0348080000	MOTOBOMBA 10 HP 4"	hm	0,2500	0,0667	6,90	0,46	
0349100007	MEZCLADORA CONCRETO TAMBOR 18HP 11P3	hm	1,0000	0,2667	14,00	3,73	
							5,16
Partida	03.02.02	CONCRETO F'C=140 KG/CM2+25%P.G.					
Rendimiento	m3/DIA	25,0000	EQ. 25,0000	Costo unitario directo por : m3		230,99	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
	Mano de Obra						
0147010002	OPERARIO	hh	2,0000	0,6400	16,18	10,36	
0147010003	OFICIAL	hh	1,0000	0,3200	13,88	4,44	
0147010004	PEON	hh	8,0000	2,5600	12,52	32,05	
							46,85

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

FACULTAD DE INGENIERIA

ESCUELA ACADEMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

PROYECTO DEL PUENTE "EL TINGO" SOBRE EL RIO GRANDE CARRETERA LLUSHCAPAMPA BAJA - EL ALISO

Materiales						
0205000019	AGREGADO GRUESO DE 3/4" (GRAVA)	m3		0,5400	60,00	32,40
0205010004	ARENA GRUESA	m3		0,4600	60,00	27,60
0205020051	PIEDRA GRANDE (6")	m3		0,4300	50,00	21,50
0221000000	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5KG)	BOL		5,2400	18,30	95,89
0239050000	AGUA	m3		0,1100	4,20	0,46
						177,85
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3,0000	46,85	1,41
0349070002	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 1.50"	DIA	1,0000	0,0400	10,00	0,40
0349100007	MEZCLADORA CONCRETO TAMBOR 18HP 11P3	hm	1,0000	0,3200	14,00	4,48
						6,29
Partida	03.03.01	CONCRETO ZAPATAS F'c=175 KG/CM2				
Rendimiento	m3/DIA	20,0000	EQ. 20,0000	Costo unitario directo por : m3	314,78	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$f.	Parcial \$f.
Mano de Obra						
0147010002	OPERARIO	hh	2,0000	0,8000	16,18	12,94
0147010003	OFICIAL	hh	2,0000	0,8000	13,88	11,10
0147010004	PEON	hh	10,0000	4,0000	12,52	50,08
						74,12
Materiales						
0205000019	AGREGADO GRUESO DE 3/4" (GRAVA)	m3		0,6400	60,00	38,40
0205010004	ARENA GRUESA	m3		0,5200	60,00	31,20
0221000000	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5KG)	BOL		8,8500	18,30	161,96
0239050000	AGUA	m3		0,1850	4,20	0,78
						232,34
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3,0000	74,12	2,22
0349070002	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 1.50"	DIA	1,0000	0,0500	10,00	0,50
0349100007	MEZCLADORA CONCRETO TAMBOR 18HP 11P3	hm	1,0000	0,4000	14,00	5,60
						8,32
Partida	03.03.02	ACERO Fy=4200 KG/CM2 EN ZAPATAS				
Rendimiento	kg/DIA	250,0000	EQ. 250,0000	Costo unitario directo por : kg	4,02	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$f.	Parcial \$f.
Mano de Obra						
0147010002	OPERARIO	hh	1,0000	0,0320	16,18	0,52
0147010003	OFICIAL	hh	1,0000	0,0320	13,88	0,44
						0,96
Materiales						
0202040009	ALAMBRE NEGRO N°16	kg		0,0600	4,50	0,27
0203030048	FIERRO COR. Fy=4200 KG/CM2 (GRADO 60)	kg		1,0500	2,63	2,76
						3,03
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3,0000	0,96	0,03
						0,03
Partida	04.01.01	CONFORMACION DE TERRAPLEN COMPACTADO				
Rendimiento	m3/DIA	400,0000	EQ. 400,0000	Costo unitario directo por : m3	75,01	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$f.	Parcial \$f.
Mano de Obra						
0147010004	PEON	hh	6,0000	0,1200	12,52	1,50
						1,50
Materiales						
0205300040	MATERIAL AFIRMADO	m3		1,0500	55,00	57,75
						57,75
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3,0000	1,50	0,05
0348110004	VOLQUETE DE 10 M3	hm	2,0000	0,0400	105,00	4,20

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

FACULTAD DE INGENIERIA

ESCUELA ACADEMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

PROYECTO DEL PUENTE "EL TINGO" SOBRE EL RIO GRANDE CARRETERA LLUSHCAPAMPA BAJA - EL ALISO

0348120001	CAMION CISTERNA 4X2 (AGUA) 1,500 GAL.	hm	1,0000	0,0200	101,00	2,02
0349040009	CARGADOR SILLANTAS 125 HP 2.5 YD3.	hm	1,0000	0,0200	190,50	3,81
0349090000	MOTONIVELADORA DE 125 HP	hm	1,0000	0,0200	174,00	3,48
0349110085	RODILLO VIBRATORIO 7 - 9 TN	hm	1,0000	0,0200	110,00	2,20
						15,76

Partida	04.02.01 CONCRETO F'C=140 KG/CM2+25%P.G.					
Rendimiento	m3/DIA	25,0000	EQ. 25,0000	Costo unitario directo por : m3	230,99	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra					
0147010002	OPERARIO	hh	2,0000	0,6400	16,18	10,36
0147010003	OFICIAL	hh	1,0000	0,3200	13,88	4,44
0147010004	PEON	hh	8,0000	2,5600	12,52	32,05
						46,85
	Materiales					
0205000019	AGREGADO GRUESO DE 3/4" (GRAVA)	m3		0,5400	60,00	32,40
0205010004	ARENA GRUESA	m3		0,4600	60,00	27,60
0205020051	PIEDRA GRANDE (6")	m3		0,4300	50,00	21,50
0221000000	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5KG)	BOL		5,2400	18,30	95,89
0239050000	AGUA	m3		0,1100	4,20	0,46
						177,85
	Equipos					
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3,0000	46,85	1,41
0349070002	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 1.50"	DIA	1,0000	0,0400	10,00	0,40
0349100007	MEZCLADORA CONCRETO TAMBOR 18HP 11P3	hm	1,0000	0,3200	14,00	4,48
						6,29

Partida	04.02.02 ENCOFRADO Y DESENCOFRADO					
Rendimiento	m2/DIA	10,0000	EQ. 10,0000	Costo unitario directo por : m2	56,63	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra					
0147010002	OPERARIO	hh	1,0000	0,8000	16,18	12,94
0147010003	OFICIAL	hh	1,0000	0,8000	13,88	11,10
0147010004	PEON	hh	1,0000	0,8000	12,52	10,02
						34,06
	Materiales					
0202010005	CLAVOS PARA MADERA C/C 3"	kg		0,2200	4,00	0,88
0202040010	ALAMBRE NEGRO N*8	kg		0,1200	4,50	0,54
0243010003	MADERA TORNILLO	p2		5,7500	3,50	20,13
						21,55
	Equipos					
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3,0000	34,06	1,02
						1,02

Partida	04.02.03 JUNTAS DE DILATACIÓN ESTRIBO - ALAS					
Rendimiento	m/DIA	100,0000	EQ. 100,0000	Costo unitario directo por : m	6,62	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra					
0147010003	OFICIAL	hh	1,0000	0,0800	13,88	1,11
0147010004	PEON	hh	3,0000	0,2400	12,52	3,00
						4,11
	Materiales					
0204000000	ARENA FINA	m3		0,0020	65,00	0,13
0213010003	ASFALTO RC-250	gln		0,1330	17,00	2,26
						2,39
	Equipos					
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3,0000	4,11	0,12
						0,12

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA ACADEMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL
PROYECTO DEL PUENTE "EL TINGO" SOBRE EL RIO GRANDE CARRETERA LLUSHCAPAMPA BAJA - EL ALISO

Partida	04.03.01 CONCRETO EN PANTALLA F'C=175 KG/CM2					
Rendimiento	m3/DIA	20,0000	EQ. 20,0000	Costo unitario directo por : m3	314,78	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Mano de Obra						
0147010002	OPERARIO	hh	2,0000	0,8000	16,18	12,94
0147010003	OFICIAL	hh	2,0000	0,8000	13,88	11,10
0147010004	PEON	hh	10,0000	4,0000	12,52	50,08
74,12						
Materiales						
0205000019	AGREGADO GRUESO DE 3/4" (GRAVA)	m3		0,6400	60,00	38,40
0205010004	ARENA GRUESA	m3		0,5200	60,00	31,20
0221000000	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5KG)	BOL		8,8500	18,30	161,96
0239050000	AGUA	m3		0,1850	4,20	0,78
232,34						
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3,0000	74,12	2,22
0349070002	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 1.50"	DIA	1,0000	0,0500	10,00	0,50
0349100007	MEZCLADORA CONCRETO TAMBOR 18HP 11P3	hm	1,0000	0,4000	14,00	5,60
8,32						
Partida	04.03.02 ENCOFRADO Y DESENCOFRADO					
Rendimiento	m2/DIA	10,0000	EQ. 10,0000	Costo unitario directo por : m2	56,63	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Mano de Obra						
0147010002	OPERARIO	hh	1,0000	0,8000	16,18	12,94
0147010003	OFICIAL	hh	1,0000	0,8000	13,88	11,10
0147010004	PEON	hh	1,0000	0,8000	12,52	10,02
34,06						
Materiales						
0202010005	CLAVOS PARA MADERA C/C 3"	kg		0,2200	4,00	0,88
0202040010	ALAMBRE NEGRO N°8	kg		0,1200	4,50	0,54
0243010003	MADERA TORNILLO	p2		5,7500	3,50	20,13
21,55						
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3,0000	34,06	1,02
1,02						
Partida	04.03.03 ACERO Fy=4200 KG/CM2 EN PANTALLA Y CAJUELA					
Rendimiento	kg/DIA	250,0000	EQ. 250,0000	Costo unitario directo por : kg	4,02	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Mano de Obra						
0147010002	OPERARIO	hh	1,0000	0,0320	16,18	0,52
0147010003	OFICIAL	hh	1,0000	0,0320	13,88	0,44
0,96						
Materiales						
0202040009	ALAMBRE NEGRO N°16	kg		0,0600	4,50	0,27
0203030048	FIERRO COR. Fy=4200 KG/CM2 (GRADO 60)	kg		1,0500	2,63	2,76
3,03						
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3,0000	0,96	0,03
0,03						
Partida	04.03.04 ACERO DE REFUERZO Fy=4200 KG/CM2 ZAPATA- MURO DE ALETAS					
Rendimiento	kg/DIA	250,0000	EQ. 250,0000	Costo unitario directo por : kg	4,02	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Mano de Obra						
0147010002	OPERARIO	hh	1,0000	0,0320	16,18	0,52
0147010003	OFICIAL	hh	1,0000	0,0320	13,88	0,44
0,96						

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA ACADEMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL
PROYECTO DEL PUENTE "EL TINGO" SOBRE EL RIO GRANDE CARRETERA LLUSHCAPAMPA BAJA – EL ALISO

Materiales						
0202040009	ALAMBRE NEGRO N°16	kg		0,0600	4,50	0,27
0203030048	FIERRO COR. FY=4200 KG/CM2 (GRADO 60)	kg		1,0500	2,63	2,76
						3,03
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3,0000	0,96	0,03
						0,03
Partida	05.01.01	CONCRETO SUPER ESTRUCTURA F'C=210 KG/CM2				
Rendimiento	m3/DIA	20,0000	EQ. 20,0000	Costo unitario directo por : m3	337,68	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$f.	Parcial \$f.
Mano de Obra						
0147010002	OPERARIO	hh	2,0000	0,8000	16,18	12,94
0147010003	OFICIAL	hh	2,0000	0,8000	13,88	11,10
0147010004	PEON	hh	10,0000	4,0000	12,52	50,08
						74,12
Materiales						
0205000019	AGREGADO GRUESO DE 3/4" (GRAVA)	m3		0,6300	60,00	37,80
0205010004	ARENA GRUESA	m3		0,5000	60,00	30,00
0221000000	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5KG)	BOL		10,2000	18,30	186,66
0239050000	AGUA	m3		0,1850	4,20	0,78
						255,24
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3,0000	74,12	2,22
0349070002	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 1.50"	DIA	1,0000	0,0500	10,00	0,50
0349100007	MEZCLADORA CONCRETO TAMBOR 18HP 11P3	hm	1,0000	0,4000	14,00	5,60
						8,32
Partida	05.01.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE VIGAS				
Rendimiento	m2/DIA	9,0000	EQ. 9,0000	Costo unitario directo por : m2	64,39	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$f.	Parcial \$f.
Mano de Obra						
0147010002	OPERARIO	hh	1,0000	0,8889	16,18	14,38
0147010003	OFICIAL	hh	1,0000	0,8889	13,88	12,34
0147010004	PEON	hh	1,0000	0,8889	12,52	11,13
						37,85
Materiales						
0202010005	CLAVOS PARA MADERA C/C 3"	kg		0,2400	4,00	0,96
0202040010	ALAMBRE NEGRO N°8	kg		0,2100	4,50	0,95
0243010003	MADERA TORNILLO	p2		6,7100	3,50	23,49
						25,40
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3,0000	37,85	1,14
						1,14
Partida	05.01.03	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE LOSA				
Rendimiento	m2/DIA	15,0000	EQ. 15,0000	Costo unitario directo por : m2	38,87	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$f.	Parcial \$f.
Mano de Obra						
0147010002	OPERARIO	hh	1,0000	0,5333	16,18	8,63
0147010003	OFICIAL	hh	1,0000	0,5333	13,88	7,40
						16,03
Materiales						
0202010005	CLAVOS PARA MADERA C/C 3"	kg		0,1400	4,00	0,56
0202040010	ALAMBRE NEGRO N°8	kg		0,1000	4,50	0,45
0243010003	MADERA TORNILLO	p2		6,1000	3,50	21,35
						22,36
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3,0000	16,03	0,48
						0,48

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA ACADEMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL
PROYECTO DEL PUENTE "EL TINGO" SOBRE EL RIO GRANDE CARRETERA LLUSHCAPAMPA BAJA - EL ALISO

Partida	05.01.04 ACERO Fy=4200 KG/CM2 EN SUPER ESTRUCTURA					
Rendimiento	kg/DIA	250,0000	EQ. 250,0000	Costo unitario directo por : kg	4,02	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Mano de Obra						
0147010002	OPERARIO	hh	1,0000	0,0320	16,18	0,52
0147010003	OFICIAL	hh	1,0000	0,0320	13,88	0,44
0,96						
Materiales						
0202040009	ALAMBRE NEGRO N°16	kg		0,0600	4,50	0,27
0203030048	FIERRO COR. FY=4200 KG/CM2 (GRADO 60)	kg		1,0500	2,63	2,76
3,03						
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3,0000	0,96	0,03
0,03						
Partida	05.01.05 JUNTAS DE DILATACION ESTRIBO - SUPER ESTRUCTURA					
Rendimiento	m/DIA	216,0000	EQ. 216,0000	Costo unitario directo por : m	56,97	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Mano de Obra						
0147010002	OPERARIO	hh	1,0000	0,0370	16,18	0,60
0147010003	OFICIAL	hh	1,0000	0,0370	13,88	0,51
1,11						
Materiales						
0229120065	TECKNOPORT E= 1 1/2"	pln		2,0700	20,50	42,44
0230150041	MASILLA ELASTOMERICA DE POLIURETANO	LTA		0,0500	261,50	13,08
55,52						
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3,0000	1,11	0,03
0349010002	COMPRESORA NEUMATICA 250-330 PCM, 87 HP	hm	0,1000	0,0037	84,50	0,31
0,34						
Partida	06.01.01 CONCRETO PARA VEREDAS F'c=210 KG/CM2					
Rendimiento	m3/DIA	20,0000	EQ. 20,0000	Costo unitario directo por : m3	337,68	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Mano de Obra						
0147010002	OPERARIO	hh	2,0000	0,8000	16,18	12,94
0147010003	OFICIAL	hh	2,0000	0,8000	13,88	11,10
0147010004	PEON	hh	10,0000	4,0000	12,52	50,08
74,12						
Materiales						
0205000019	AGREGADO GRUESO DE 3/4" (GRAVA)	m3		0,6300	60,00	37,80
0205010004	ARENA GRUESA	m3		0,5000	60,00	30,00
0221000000	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5KG)	BOL		10,2000	18,30	186,66
0239050000	AGUA	m3		0,1850	4,20	0,78
255,24						
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3,0000	74,12	2,22
0349070002	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 1.50"	DIA	1,0000	0,0500	10,00	0,50
0349100007	MEZCLADORA CONCRETO TAMBOR 18HP 11P3	hm	1,0000	0,4000	14,00	5,60
8,32						
Partida	06.01.02 ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE VEREDAS					
Rendimiento	m2/DIA	15,0000	EQ. 15,0000	Costo unitario directo por : m2	28,95	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Mano de Obra						
0147010002	OPERARIO	hh	1,0000	0,5333	16,18	8,63
0147010003	OFICIAL	hh	1,0000	0,5333	13,88	7,40
16,03						

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA ACADEMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL
PROYECTO DEL PUENTE "EL TINGO" SOBRE EL RIO GRANDE CARRETERA LLUSHCAPAMPA BAJA - EL ALISO

Materiales							
0202010005	CLAVOS PARA MADERA C/C 3"		kg		0,1000	4,00	0,40
0202040010	ALAMBRE NEGRO N°8		kg		0,1700	4,50	0,77
0243010003	MADERA TORNILLO		p2		3,2200	3,50	11,27
							12,44
Equipos							
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES		%MO		3,0000	16,03	0,48
							0,48
Partida	06.01.03	ACERO Fy = 4200 KG/CM2 PARA VEREDAS					
Rendimiento	kg/DIA	250,0000	EQ. 250,0000	Costo unitario directo por : kg		4,02	
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Mano de Obra							
0147010002	OPERARIO		hh	1,0000	0,0320	16,18	0,52
0147010003	OFICIAL		hh	1,0000	0,0320	13,88	0,44
							0,96
Materiales							
0202040009	ALAMBRE NEGRO N°16		kg		0,0600	4,50	0,27
0203030048	FIERRO COR. Fy=4200 KG/CM2 (GRADO 60)		kg		1,0500	2,63	2,76
							3,03
Equipos							
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES		%MO		3,0000	0,96	0,03
							0,03
Partida	06.02.01	CONCRETO EN COLUMNAS F'c=210 KG/CM2					
Rendimiento	m3/DIA	10,0000	EQ. 10,0000	Costo unitario directo por : m3		420,15	
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Mano de Obra							
0147010002	OPERARIO		hh	2,0000	1,6000	16,18	25,89
0147010003	OFICIAL		hh	2,0000	1,6000	13,88	22,21
0147010004	PEON		hh	10,0000	8,0000	12,52	100,16
							148,26
Materiales							
0205000019	AGREGADO GRUESO DE 3/4" (GRAVA)		m3		0,6300	60,00	37,80
0205010004	ARENA GRUESA		m3		0,5000	60,00	30,00
0221000000	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5KG)		BOL		10,2000	18,30	186,66
0239050000	AGUA		m3		0,1850	4,20	0,78
							255,24
Equipos							
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES		%MO		3,0000	148,26	4,45
0349070002	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 1.50"		DIA	1,0000	0,1000	10,00	1,00
0349100007	MEZCLADORA CONCRETO TAMBOR 18HP 11P3		hm	1,0000	0,8000	14,00	11,20
							16,65
Partida	06.02.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE COLUMNAS					
Rendimiento	m2/DIA	10,0000	EQ. 10,0000	Costo unitario directo por : m2		30,92	
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Mano de Obra							
0147010002	OPERARIO		hh	1,0000	0,8000	16,18	12,94
0147010003	OFICIAL		hh	1,0000	0,8000	13,88	11,10
							24,04
Materiales							
0202010005	CLAVOS PARA MADERA C/C 3"		kg		0,0700	4,00	0,28
0202040010	ALAMBRE NEGRO N°8		kg		0,1000	4,50	0,45
0243010003	MADERA TORNILLO		p2		1,5500	3,50	5,43
							6,16
Equipos							
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES		%MO		3,0000	24,04	0,72
							0,72

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA ACADEMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL
PROYECTO DEL PUENTE "EL TINGO" SOBRE EL RIO GRANDE CARRETERA LLUSHCAPAMPA BAJA - EL ALISO

Partida	06.02.03		ACERO Fy = 4200 KG/CM2 EN COLUMNAS			
Rendimiento	kg/DIA	250,0000	EQ. 250,0000	Costo unitario directo por : kg		4,02
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Mano de Obra						
0147010002	OPERARIO	hh	1,0000	0,0320	16,18	0,52
0147010003	OFICIAL	hh	1,0000	0,0320	13,88	0,44
0,96						
Materiales						
0202040009	ALAMBRE NEGRO N°16	kg		0,0600	4,50	0,27
0203030048	FIERRO COR. FY=4200 KG/CM2 (GRADO 60)	kg		1,0500	2,63	2,76
3,03						
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3,0000	0,96	0,03
0,03						
Partida	06.02.04		COLOCACION DE TUBO FºGº DIAM. 2"			
Rendimiento	m/DIA	8,0000	EQ. 8,0000	Costo unitario directo por : m		56,98
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Mano de Obra						
0147010002	OPERARIO	hh	1,0000	1,0000	16,18	16,18
0147010004	PEON	hh	0,5000	0,5000	12,52	6,26
22,44						
Materiales						
0229500091	SOLDADURA	kg		0,0500	9,90	0,50
0239060018	PLOMO ELECTROLITICO	kg		0,0500	6,30	0,32
0265000058	TUBO Fº GALV. DE 2"	m		1,0500	21,95	23,05
23,87						
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3,0000	22,44	0,67
0348210003	EQUIPO DE SOLDAR	hm	0,5000	0,5000	20,00	10,00
10,67						
Partida	07.01		TARRAJEO FROTACHADO 1:3 EN LOSA			
Rendimiento	m2/DIA	25,0000	EQ. 25,0000	Costo unitario directo por : m2		19,99
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Mano de Obra						
0147010002	OPERARIO	hh	1,0000	0,3200	16,18	5,18
0147010004	PEON	hh	1,0000	0,3200	12,52	4,01
9,19						
Materiales						
0204000000	ARENA FINA	m3		0,0420	65,00	2,73
0221000000	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5KG)	BOL		0,4100	18,30	7,50
0239050000	AGUA	m3		0,0700	4,20	0,29
10,52						
Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3,0000	9,19	0,28
0,28						
Partida	07.02		TARRAJEO MEZCLA 1:5 EN VEREDAS			
Rendimiento	m2/DIA	6,5000	EQ. 6,5000	Costo unitario directo por : m2		35,26
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Mano de Obra						
0147010002	OPERARIO	hh	1,0000	1,2308	16,18	19,91
0147010004	PEON	hh	0,5000	0,6154	12,52	7,70
27,61						
Materiales						
0204000000	ARENA FINA	m3		0,0300	65,00	1,95
0221000000	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5KG)	BOL		0,2500	18,30	4,58

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA ACADEMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL
PROYECTO DEL PUENTE "EL TINGO" SOBRE EL RIO GRANDE CARRETERA LLUSHCAPAMPA BAJA - EL ALISO

		Materiales					
0273010026	TUBERIA PVC SAL 2"		m	1,0500	2,50	2,63	2,63
		Equipos					
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES		%MO	5,0000	22,96	1,15	1,15
Partida	09.02	DRENAJE ESTRIBO Y ALASE, TUB. Ø3"					
Rendimiento	m/DIA	10,0000	EQ. 10,0000	Costo unitario directo por : m	27,49		
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra						
0147010002	OPERARIO		hh	1,0000	0,8000	16,18	12,94
0147010004	PEON		hh	1,0000	0,8000	12,52	10,02
							22,96
		Materiales					
0202040010	ALAMBRE NEGRO N°8		kg		0,0500	4,50	0,23
0273010032	TUBERIA PVC SAL 3"		m		1,0500	3,00	3,15
							3,38
		Equipos					
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES		%MO		5,0000	22,96	1,15
							1,15
Partida	10.01	RESTAURACIÓN DE AREAS AFECTADAS					
Rendimiento	GLB/DIA	1,0000	EQ. 1,0000	Costo unitario directo por : GLB	1.547,47		
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra						
0147010004	PEON		hh	15,0000	120,0000	12,52	1.502,40
							1.502,40
		Equipos					
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES		%MO		3,0000	1.502,40	45,07
							45,07
Partida	11.01	FLETE TERRESTRE					
Rendimiento	GLB/DIA	1,0000	EQ. 1,0000	Costo unitario directo por : GLB	5.046,95		
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Materiales						
0232000028	FLETE		GLB		1,0000	5.046,95	5.046,95
							5.046,95

Fecha : 30/08/2013 11:06:53

FORMULA POLINÓMICA

- AGRUPAMIENTO PRELIMINAR
- FORMULA POLINÓMICA

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

FACULTAD DE INGENIERIA

ESCUELA ACADEMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

PROYECTO DEL PUENTE "EL TINGO" SOBRE EL RÍO GRANDE CARRETERA LLUSHCAPAMPA BAJA- EL ALISO

AGRUPAMIENTO PRELIMINAR

Presupuesto **"ESTUDIO DEL PUENTE EL TINGO SOBRE EL RÍO GRANDE - CARRETERA LLUSHCAPAMPA BAJA- EL ALISO"**

Fecha presupuesto **25/03/2013**

Moneda **NUEVOS SOLES**

Indic	Descripción	% Inicio	% Saldo	Agrupamiento
02	ACERO DE CONSTRUCCION LISO	1,991	0,000	
03	ACERO DE CONSTRUCCION CORRUGADO	14,984	17,701	+02+54+65
04	AGREGADO FINO	0,126	0,000	
05	AGREGADO GRUESO	20,379	20,875	+04+38
13	ASFALTO	0,027	0,000	
21	CEMENTO PORTLAND TIPO I	17,730	17,770	+73
29	DOLAR	0,430	0,000	
30	DOLAR (GENERAL PONDERADO)	0,078	0,535	+29+13
37	HERRAMIENTA MANUAL	0,942	0,000	
38	HORMIGON	0,370	0,000	
39	INDICE GENERAL DE PRECIOS AL CONSUMI	0,107	0,107	
43	MADERA NACIONAL PARA ENCOF. Y CARPI	5,503	5,848	+44
44	MADERA TERCIAADA PARA CARPINTERIA	0,345	0,000	
47	MANO DE OBRA INC. LEYES SOCIALES	31,027	31,027	
48	MAQUINARIA Y EQUIPO NACIONAL	1,963	0,000	
49	MAQUINARIA Y EQUIPO IMPORTADO	3,232	6,137	+37+48
54	PINTURA LATEX	0,017	0,000	
65	TUBERIA DE ACERO NEGRO Y/O GALVANIZ	0,709	0,000	
73	DUCTO TELEFONICO DE PVC	0,040	0,000	
		100,000	100,000	

FÓRMULA POLINÓMICA

$$K = 0.311*(Jr/Jo)+0.178*(CMr/CMo)+0.177*(Ar/Ao)+0.209*(Ar/Ao)+0.061*(MQr/MQo)+0.064*(GGUr/GGUo)$$

Monomio	Factor (%)	Símbolo	Indice	Descripción
1	0,311	J	47	MANO DE OBRA INC. LEYES SOCIALES
2	0,178	CM	21	CEMENTO PORTLAND TIPO I
3	0,177	A	03	ACERO DE CONSTRUCCION CORRUGADO
4	0,209	A	05	AGREGADO GRUESO
5	0,061	MQ	49	MAQUINARIA Y EQUIPO IMPORTADO
6	0,064	GGU	39	INDICE GENERAL DE PRECIOS AL CONSUMIDOR

PROGRAMACIÓN DE OBRA

- Cronograma valorizado de obra
- Insumos requeridos
- Gastos generales
- Cronograma de ejecución de obra

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

FACULTAD DE INGENIERIA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

PROYECTO DEL PUENTE "EL TINGO" SOBRE EL RÍO GRANDE CARRETERA LLUSHCAPAMPA BAJA- EL ALISO

CRONOGRAMA VALORIZADO DE OBRA

Obra: ESTUDIO DEL PUENTE "EL TINGO" SOBRE EL RÍO GRANDE- CARRETERA LLUSHCAPAMPA BAJA- EL ALISO

Departamento: CAJAMARCA

Provincia: CAJAMARCA

Distrito: CAJAMARCA

Item	Descripción	Unidad	VALORIZADO POR MES		Subtotal
			MES 1	MES 2	
01.00.00	OBRAS PROVISIONALES				
01.01.00	CARTEL DE IDENTIFICACION DE LA OBRA DE 3.60X2.40M	UND	785,12		
01.02.00	CASETA DE ALMACEN Y GUARDIANÍA	M2	1.087,50		
01.03.00	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION	GLB	523,17	523,17	2.918,95
02.00.00	TRABAJOS PRELIMINARES				
02.01.00	LIMPIEZA DE TERRENO	M2	949,90		
02.02.00	TRAZO REPLANTEO Y NIVELACIÓN	M3	215,48		
02.03.00	DESVIACIÓN DE AGUA EN LECHO DE RÍO	M2	4.956,80		
02.04.00	REPLANTEO CONTÍNUO DE OBRA	M2	4.058,18		10.180,36
03.00.00	CIMENTACIÓN				
03.01.00	MOVIMIENTO DE TIERRAS				
03.01.01	EXCAVACION CON MAQUINARIA PARA CIMIENTOS	M3	2.615,99		
03.01.02	NIVEL Y COMP. PISO DE ZAPATAS	M2	163,94		
03.01.03	RELLENO CON MATERIAL PROPIO	M3		3.868,45	6.648,38
03.02.00	CONCRETO SIMPLE				
03.02.01	SOLADO E=0.20m PARA ZAPATAS C/H, 1:12	M2	4.648,62		
03.02.02	CONCRETO ZAPATAS DE ALAS FC= 140 KG/CM2+25%P.G.	M3	6.587,83		11.236,45
03.03.00	CONCRETO ARMADO				
03.03.01	CONCRETO PARA ZAPATAS DE ESTRIBOS FC= 175 KG/CM2	M3	11.949,05		
03.03.02	ACERO Fy=4200 KG/CM2 EN ZAPATAS	KG	6.043,79		17.992,84
04.00.00	SUB ESTRUCTURA				
04.01.00	MOVIMIENTO DE TIERRAS				
04.01.01	CONFORMACION DE TERRAPLEN COMPACTADO			30.362,55	30.362,55
04.02.00	CONCRETO SIMPLE				
04.01.00	CONCRETO FC=140 KG/CM2+25%P.G.	M3		15.668,05	
04.02.00	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	M2	7.209,68	1.802,42	
04.03.00	JUNTAS DE DILATACIÓN ESTRIBO - ALAS	M		161,53	24.841,68
04.03.00	CONCRETO ARMADO				
04.03.01	CONCRETO ARMADO EN PANTALLA F'C= 175 KG/CM2	M3		18.065,22	
04.03.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	M2		9.765,84	
04.03.03	ACERO Fy=4200 KG/CM2 EN PANTALLA Y CAJUELA	KG		14.146,70	
04.03.04	ACERO DE REFUERZO Fy=4200 KG/CM2 EN ZAPATA- MURO DE ALE	KG		393,84	42.371,60
05.00.00	SUPER ESTRUCTURA				
05.01.00	CONCRETO ARMADO				
05.01.01	CONCRETO SUPER ESTRUCTURA FC=210 KG/CM2	M3		15.715,63	
05.01.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE VIGAS	M2		5.759,04	
05.01.03	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE LOSA	M2		2.733,34	
05.01.04	ACERO Fy=4200 KG/CM2 EN SUPER ESTRUCTURA	KG		22.369,01	
05.01.05	JUNTAS DE DILATACION ESTRIBO - SUPER ESTRUCTURA	M		689,34	47.266,36
06.00.00	ACCESORIOS DEL TABLERO				
06.01.00	VEREDAS				
06.01.01	CONCRETO PARA VEREDAS FC=210 KG/CM2	M3		1.384,49	
06.01.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE VEREDAS	M2		396,04	
06.01.03	ACERO Fy = 4200 KG/CM2 PARA VEREDAS	KG		760,30	2.540,83
06.02.00	BARANDAS				
06.02.01	CONCRETO EN COLUMNAS FC=210 KG/CM2	M3		239,49	
06.02.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE COLUMNAS	M2		545,43	
06.02.03	ACERO Fy = 4200 KG/CM2 EN COLUMNAS	KG		503,38	
06.02.04	COLOCACION DE TUBO FºGº DIAM. 2"	M		3.555,55	4.843,85

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

FACULTAD DE INGENIERIA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

PROYECTO DEL PUENTE "EL TINGO" SOBRE EL RÍO GRANDE CARRETERA LLUSHCAPAMPA BAJA- EL ALISO

07.00.00	REVESTIMIENTOS				
07.01.00	TARRAJEO FROTACHADO 1:3 EN LOSA	M2		1.230,58	
07.02.00	TARRAJEO MEZCLA 1:5 EN VEREDAS	M2		964,71	
07.03.00	TARRAJEO MEZCLA 1:5 EN COLUMNAS DE BARANDA	M2		471,40	2.666,69
08.00.00	DISPOSITIVOS DE APOYO				
08.01.00	APOYO FIJO	UND		141,82	
08.02.00	APOYO MOVIL	UND		1.086,48	1.228,30
09.00.00	DRENAJE				
09.01.00	DRENAJE LOSA DE PUENTE, TUB. Ø2"	M		128,35	
09.02.00	DRENAJE ESTRIBO Y ALAS, TUB. Ø3"	M		593,78	722,13
10.00.00	MEDIO AMBIENTE				
10.01.00	RESTAURACIÓN DE AREAS AFECTADAS	GLB		1.547,47	1.547,47
11.00.00	FLETE TERRESTRE				
11.01.00	FLETE TERRESTRE	GLB	2.523,48	2.523,48	5.046,95
COSTO DIRECTO					212.415,39
GASTOS GENERALES (26.50%)					56.300,00
UTILIDAD (5%)					10.620,77
SUBTOTAL					279.336,16
IMPUESTO GENERAL A LAS VENTAS (18.00%)					50.280,51
VALOR REFERENCIAL					329.616,67
SUPERVISIÓN (3.5%)					11.536,58
PRESUPUESTO TOTAL					341.153,25

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

FACULTAD DE INGENIERIA

ESCUELA ACADEMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

PROYECTO DEL PUENTE "EL TINGO" SOBRE EL RÍO GRANDE CARRETERA LLUSHCAPAMPA BAJA - EL ALISO

Precios y cantidades de recursos requeridos por tipo

Obra	0491002	"ESTUDIO DEL PUENTE EL TINGO SOBRE EL RÍO GRANDE - CARRETERA LLUSHCAPAMPA BAJA- EL ALISO			
Subpresupuesto	001	"ESTUDIO DEL PUENTE EL TINGO SOBRE EL RÍO GRANDE - CARRETERA LLUSHCAPAMPA BAJA- EL ALISO			
Fecha	25/03/2013				
Lugar	060101	CAJAMARCA - CAJAMARCA - CAJAMARCA			
Código	Recurso	Unidad	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
MANO DE OBRA					
014700023	OPERADOR DE EQUIPO PESADO	hh	94,2864	16,18	1.525,55
014700032	TOPOGRAFO	hh	82,4803	16,18	1.334,53
014701002	OPERARIO	hh	1.166,8090	16,18	18.878,97
014701003	OFICIAL	hh	971,2128	13,88	13.480,43
014701004	PEON	hh	2.295,4261	12,52	28.738,73
					63.958,21
MATERIALES					
0202010005	CLAVOS PARA MADERA C/C 3"	kg	115,6038	4,00	462,42
0202040009	ALAMBRE NEGRO N°16	kg	659,9568	4,50	2.969,81
0202040010	ALAMBRE NEGRO N°8	kg	70,7763	4,50	318,49
0202100010	PERNOS HEXAGONALES DE 3/4" x 3 1/2"	pza	9,0000	2,00	18,00
0202620005	PLACA DE ACERO 20" X 8" X 1 1/4"	kg	102,9200	2,63	270,68
0203030048	FIERRO COR. FY=4200 KG/CM2 (GRADO 60)	kg	11.564,9670	2,63	30.415,86
0204000000	ARENA FINA	m3	3,9276	65,00	255,29
0205000010	PIEDRA MEDIANA (MAX 4")	m3	0,2000	50,00	10,00
0205000019	AGREGADO GRUESO DE 3/4" (GRAVA)	m3	145,3153	60,00	8.718,92
0205010004	ARENA GRUESA	m3	119,5080	60,00	7.170,48
0205020051	PIEDRA GRANDE (6")	m3	41,4305	50,00	2.071,53
0205300040	MATERIAL AFIRMADO	m3	425,0190	55,00	23.376,05
0213010003	ASFALTO RC-250	gln	3,2452	17,00	55,17
0221000000	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5KG)	BOL	1.965,7521	18,30	35.973,26
0229030002	YESO EN BOLSAS DE 25 KG.	BOL	3,7435	8,50	31,82
0229120064	NEOPRENE DE 1"	m2	0,2000	1.485,00	297,00
0229120065	TECKNOPORT E= 1 1/2"	pln	25,0470	20,50	513,46
0229500091	SOLDADURA	kg	3,1200	9,90	30,89
0230150041	MASILLA ELASTOMERICA DE POLIURETANO	LTA	0,6050	261,50	158,21
0232000028	FLETE	GLB	1,0000	5.046,95	5.046,95
0238000000	HORMIGON	m3	19,9960	37,50	749,85
0239050000	AGUA	m3	46,9547	4,20	197,21
0239060018	PLOMO ELECTROLITICO	kg	3,1200	6,30	19,66
0243010003	MADERA TORNILLO	p2	3.176,7785	3,50	11.118,72
0243150006	ESTACA MADERA	p2	17,1622	2,00	34,32
0243160052	REGLA DE MADERA	p2	2,2254	3,50	7,79
0244030005	TRIPLAY LUPUNA DE 4'x8'x 4 mm	pln	28,0000	25,00	700,00
0254020042	PINTURA ESMALTE SINTETICO	gln	1,0000	35,50	35,50
0265000058	TUBO F° GALV. DE 2"	m	65,5200	21,95	1.438,16
0273010026	TUBERIA PVC SAL 2"	m	5,0400	2,50	12,60
0273010032	TUBERIA PVC SAL 3"	m	22,6800	3,00	68,04
					132.546,14
EQUIPOS					
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO			1.817,55
0337540011	TEODOLITO	HE	82,4803	5,00	412,40
0337540017	NIVEL TOPOGRAFICO	HE	82,4803	4,50	371,16
0348080000	MOTOBOMBA 10 HP 4"	hm	80,0319	6,90	552,22
0348110004	VOLQUETE DE 10 M3	hm	24,1912	105,00	2.540,08
0348120001	CAMION CISTERNA 4X2 (AGUA) 1,500 GAL.	hm	8,0956	101,00	817,66
0348210003	EQUIPO DE SOLDAR	hm	31,2000	20,00	624,00
0349010002	COMPRESORA NEUMATICA 250-330 PCM, 87 HP	hm	0,0448	84,50	3,79
0349040009	CARGADOR S/LLANTAS 125 HP 2.5 YD3.	hm	8,0956	190,50	1.542,21
0349040024	RETROEXCAVADOR S/ORUG 170-250HP 1.1-2.75	hm	94,2864	35,00	3.300,02
0349070002	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 1.50"	DIA	11,2105	10,00	112,11
0349090000	MOTONIVELADORA DE 125 HP	hm	8,0956	174,00	1.408,63
0349100007	MEZCLADORA CONCRETO TAMBOR 18HP 11P3	hm	109,9585	14,00	1.539,42
0349110085	RODILLO VIBRATORIO 7 - 9 TN	hm	8,0956	110,00	890,52
					15.931,77
				Total	S/.
					212.436,12

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

FACULTAD DE INGENIERIA

ESCUELA ACADEMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

PROYECTO DEL PUENTE "EL TINGO" SOBRE EL RÍO GRANDE CARRETERA LLUSHCAPAMPA BAJA - EL ALISO

CALCULOS DE GASTOS GENERALES

PROYECTO: PUENTE EL TINGO SOBRE EL RÍO GRANDE CARRETERA LLUSHCAPAMPA BAJA- EL ALISO

1.00 DESCONSOLIDADO DE GASTOS GENERALES FIJOS							
	DESCRIPCION	UNID	CANT	COEF. PARTIC.	PRECIO UNIT S/.	PARCIAL S/.	TOTAL S/.
1,01	CAMPAMENTOS						3950
	Oficina de Contratista	Mes	2,00	1,00	250	500	
	Oficina de Supervisor	Mes	2,00	0,50	250	250	
	Vivienda personal Técnico y Administrativo	Mes	2,00	1,00	250	500	
	Almacenes	Mes	2,00	1,00	250	500	
	Guardiana y Enfermería	Mes	2,00	1,00	1100	2200	
1,02	EQUIPAMIENTO Y MOBILIARIO DE CAMPAMENTOS						2500
	Mobiliario y Equipo de oficinas	Est.	1,00	1,00	2500	2500	
1,03	OTROS						650
	Gastos de Licitación	Est.	1,00	1,00	350	350	
	Gastos Legales y Notariales	Est.	1,00	1,00	300	300	
SUB TOTAL 1							7100

2.00. DESCONSOLIDADO DE GASTOS GENERALES VARIABLES							
	DESCRIPCION	UNID	CANT	COEF. PARTIC.	PRECIO UNIT S/.	PARCIAL S/.	TOTAL S/.
2,01	PERSONAL TÉCNICO, ADMINISTRATIVO Y AUXILIAR						23000
	Ing. Residente (1)	Mes	2	1	3500	7000	
	Asistente del Ing. Residente (1)	Mes	2	0,5	2500	2500	
	Técnico de Laboratorio	Mes	2	0,5	1500	1500	
	Administrador	Mes	2	0,5	1500	1500	
	Contador	Mes	2	1	1500	3000	
	Almacenero	Mes	2	1	1000	2000	
	Secretaria	Mes	2	1	1000	2000	
	Chofer	Mes	2	0,5	1500	1500	
	Guardián	Mes	2	1	1000	2000	
2,02	GASTOS DE ALIMENTACIÓN						6000
	Alimentación (20 personas)	Mes	2	1	3000	6000	
2,03	EQUIPO NO INCLUIDO EN LOS COSTOS DIRECTOS						7100
	Camioneta Pick Up	Mes	2	1	2500	5000	
	Equipo de Laboratorio	Mes	2	1	500	1000	
	Computadora	Mes	2	1	250	500	
	Fotocopiadora	Mes	2	1	300	600	
2,04	GASTOS VARIOS						6600
	Útiles de Oficina y Dibujo	Mes	2	1	400	800	
	Teléfono y fax	Mes	2	1	150	300	
	Implementos de Seguridad	Glb.	1	1	2500	2500	
	Gastos Médicos	Mes	2	1	1500	3000	
2,05	GASTOS FINANCIEROS						6500
	Fianzas	Est	1	1	1500	1500	
	Seguros	Est	1	1	5000	5000	
SUB TOTAL 2							49200,00

RESUMEN DE GASTOS GENERALES

		INCIDENCIA	S/.
COSTO DIRECTO		100,00	
1.-	GASTOS GENERALES FIJOS	12,61	7100,00
2.-	GASTOS GENERALES VARIABLES	87,39	49200,00
TOTAL GENERAL (1 + 2)			56300,00

GASTOS GENERALES (S/.)	56300
-------------------------------	--------------

