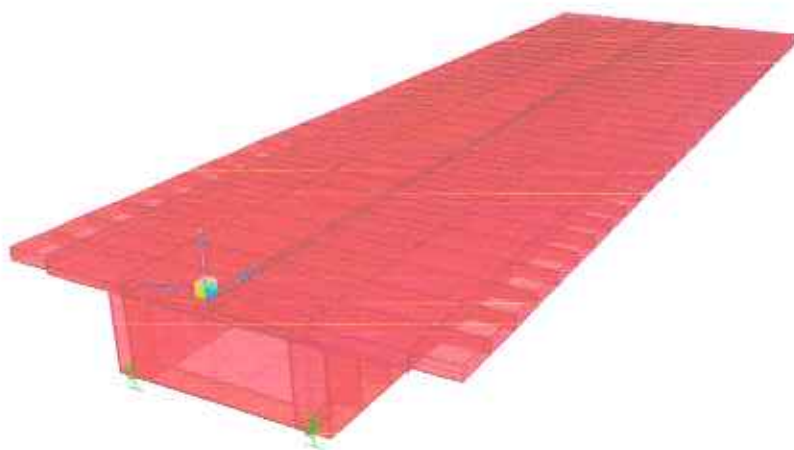


|  |                     |   |                  |                     |
|--|---------------------|---|------------------|---------------------|
|  | UEI                 | MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE PUERTO BERMUDEZ  |                  |                     |
|  | NOMBRE DEL PROYECTO | "RENOVACION DE PUENTE; EN EL (LA) CAMINO VECINAL R190306 (PUENTE TUKER) DE LA CC.NN. SAN JOSE DE AZUPIZU, DISTRITO DE PUERTO BERMUDEZ, PROVINCIA OXAPAMPA, DEPARTAMENTO DE PASCO" |                  |                     |
|  | CÓDIGO SNIP         | -----   | CÓDIGO CUI       | 2640210             |
|  | REGIÓN              | PASCO   | DISTRITO         | PUERTO BERMUDEZ     |
|  | PROVINCIA           | OXAPAMPA  | COMUNIDAD NATIVA | SAN JOSE DE AZUPIZU |

ESTUDIO D ESTRUCTURAS Y OBRAS DE ARTE

## ESTUDIO DE ESTRUCTURAS Y OBRAS DE ARTE

PROYECTO: "RENOVACION DE PUENTE; EN EL (LA) CAMINO VECINAL R190306 (PUENTE TUKER) DE LA CC.NN. SAN JOSE DE AZUPIZU, DISTRITO DE PUERTO BERMUDEZ, PROVINCIA OXAPAMPA, DEPARTAMENTO DE PASCO



SOLICITANTE: MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE PUERTO BERMUDEZ

**SETIEMBRE 2024**

  
 Guillermo Ramos Hinojosa  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP N° 16941

ESTUDIO DE ESTRUCTURAS Y OBRAS DE ARTE

|  |                     |   |                  |                     |
|--|---------------------|---|------------------|---------------------|
|  | UEI                 | MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE PUERTO BERMUDEZ  |                  |                     |
|  | NOMBRE DEL PROYECTO | "RENOVACION DE PUENTE; EN EL (LA) CAMINO VECINAL R190306 (PUENTE TUKER) DE LA CC.NN. SAN JOSE DE AZUPIZU, DISTRITO DE PUERTO BERMUDEZ, PROVINCIA OXAPAMPA, DEPARTAMENTO DE PASCO" |                  |                     |
|  | CÓDIGO SNIP         |   | CÓDIGO CUI       | 2640210             |
|  | REGIÓN              | PASCO   | DISTRITO         | PUERTO BERMUDEZ     |
|  | PROVINCIA           | OXAPAMPA  | COMUNIDAD NATIVA | SAN JOSE DE AZUPIZU |
| ESTUDIO D ESTRUCTURAS Y OBRAS DE ARTE  |                     |   |                  |                     |

## CONTENIDO

|        |   |    |
|--------|---|----|
| I.     | INTRODUCCION .....  | 3  |
| II.    | DESCRIPCION GENERAL DE LA ESTRUCTURA .....                      | 4  |
| 1.1.   | UBICACIÓN DEL PUENTE .....                                      | 4  |
| III.   | CONDIGOS Y NORMAS DE DISEÑO CONSIDERADOS .....                  | 6  |
| IV.    | LISTADO DE MATERIALES UTILIZADOS .....                          | 6  |
| V.     | CONCEPCIÓN ESTRUCTURAL Y DISEÑO BASICO DEL PUENTE .....         | 7  |
| 5.1.   | DISPOSICION TRANSVERSAL DEL TABLERO DEL PUENTE .....            | 7  |
| 5.1.1. | BARANDA DE PROTECCIÓN .....                                     | 7  |
| 5.1.2. | VEREDAS PEATONALES .....  | 9  |
| 5.1.3. | VIAS DE TRÁFICO Y SUPERFICIE DE RODADURA .....                  | 9  |
| 5.1.4. | ELEMENTOS DE DRENAJE .....                                      | 10 |
| 5.2.   | DISPOSICION DE APOYOS PARA TABLERO DE PUENTE .....              | 10 |
| 5.3.   | PREDIMENSIONAMIENTO DE SUPERESTRUCTURA DEL PUENTE .....         | 10 |
| 5.3.1. | GEOMETRIA Y MODELO FISICO SIMPLIFICADO DE SUPERESTRUCTURA ..... | 11 |
| 5.4.   | PREDIMENSIONAMIENTO DE SUPERESTRUCTURA DEL PUENTE .....         | 12 |
| 5.4.1. | GEOMETRIA Y MODELO FISICO SIMPLIFICADO DE SUBESTRUCTURA         | 12 |
|        | <b>Marcador no definido.</b>                                    |    |
| VI.    | ANALISIS Y DISEÑO DE SUPERESTRUCTURA .....                      | 13 |
| 6.1.   | ACCIONES CONSIDERADAS Y CARGAS DE DISEÑO PARA SUPERESTRUCTURA   | 13 |
| 6.1.1. | ACCIONES GRAVITATORIAS PERMANENTES .....                        | 13 |
| 6.1.2. | ACCIONES GRAVITATORIAS VARIABLES .....                          | 15 |
| 6.1.3. | ACCIONES SÍSMICAS .....   | 19 |
| 6.2.   | MODELAMIENTO MATEMATICO – ESTRUCTURAL DE SUPERESTRUCTURA .....  | 27 |
| 6.3.   | ANALISIS DE LINEAS DE INFLUENCIA EN SUPERESTRUCTURA .....       | 28 |
| 6.3.1. | ANALISIS DE CARGA CRITICA PARA TABLERO DE PUENTE .....          | 28 |
| 6.3.2. | ANALISIS DE CARGA CRITICA PARA REACCIONES EN LOS APOYOS .....   | 29 |
| 6.4.   | HIPOTESIS Y COMBINACIONES DE CARGA .....                        | 29 |
| 6.4.1. | ESTADOS LIMITES EVALUADOS .....                                 | 29 |
| 6.4.2. | HIPOTESISID E CARGA .....                                       | 30 |
| 6.4.3. | COMBINACIONES DE CARGA PARA ESTADO LIMITE DE SERVICIO .....     | 30 |

  
**General Ramos Hinojosa**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP N° 16941



|  |                     |   |                  |                     |
|--|---------------------|---|------------------|---------------------|
|  | UEI                 | MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE PUERTO BERMUDEZ  |                  |                     |
|  | NOMBRE DEL PROYECTO | "RENOVACION DE PUENTE; EN EL (LA) CAMINO VECINAL R190306 (PUENTE TUKER) DE LA CC.NN. SAN JOSE DE AZUPIZU, DISTRITO DE PUERTO BERMUDEZ, PROVINCIA OXAPAMPA, DEPARTAMENTO DE PASCO" |                  |                     |
|  | CÓDIGO SNIP         | *****   | CÓDIGO CUI       | 2640210             |
|  | REGIÓN              | PASCO   | DISTRITO         | PUERTO BERMUDEZ     |
|  | PROVINCIA           | OXAPAMPA  | COMUNIDAD NATIVA | SAN JOSE DE AZUPIZU |

ESTUDIO D ESTRUCTURAS Y OBRAS DE ARTE

|        |   |    |
|--------|---|----|
| 6.4.4. | COMBINACIONES DE CARGA PARA ESTADO LIMITE DE RESISTENCIA .....  | 30 |
| 6.4.5. | COMBINACIONES DE CARGA PARA ESTADO LIMITE EXTREMO.....          | 30 |
| 6.5.   | DISEÑO Y COMPROBACION DE SUPERESTRUCTURA Y POR ESTADOS LIMITE30 |    |
| 6.5.1. | DISEÑO Y COMPROBACION DE LOSA MACIZA DE SUPERESTRUCTURA...      | 30 |
| 6.5.2. | DISEÑO Y DISEÑO Y COMPROBACION DE LOSA.....                     | 33 |
| 6.6.   | DISEÑO DE APOYO DE NEOPRENO .....                               | 39 |
| VII.   | ANALISIS Y DISEÑO DE SUBESTRUCTURA .....                        | 44 |
| 7.1.   | ESTRIBOS Y ALEROS.....  | 44 |
| 7.1.1. | ACCIONES Y CARGAS DE DISEÑO EN ESTRIBOS .....                   | 44 |
| 7.1.2. | PREDIMENSIONAMIENTO DEL ESTRIBO.....                            | 44 |
| 7.1.3. | APLICACIÓN DE CARGAS .....                                      | 45 |
| 7.1.4. | COMBINACION DE CARGAS .....                                     | 48 |
| 7.1.5. | ANALISIS DE ESTABILIDAD.....                                    | 48 |
| 7.1.6. | PRESIONES SOBRE EL SUELO .....                                  | 50 |
| 7.1.7. | ANALISIS ESTRUCTURAL .....                                      | 51 |
| 7.1.8. | DISEÑO ESTRUCTURAL.....   | 54 |
| VIII.  | ANALISIS Y DISEÑO DE ACCESOS Y OBRAS DE ARTE .....              | 58 |
| 8.1.   | DISEÑO DE ACCESO: VIA AFIRMADA.....                             | 58 |
| 8.2.   | DISEÑO DE LOSA DE APROXIMACION: PAVIMENTO RIGIDO .....          | 60 |

  
 Gabriel Ramos Hinojosa  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP N° 16941

|  |                     |   |                  |                     |
|--|---------------------|---|------------------|---------------------|
|  | UEI                 | MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE PUERTO BERMUDEZ  |                  |                     |
|  | NOMBRE DEL PROYECTO | "RENOVACION DE PUENTE; EN EL (LA) CAMINO VECINAL R190306 (PUENTE TUKER) DE LA CC.NN. SAN JOSE DE AZUPIZU, DISTRITO DE PUERTO BERMUDEZ, PROVINCIA OXAPAMPA, DEPARTAMENTO DE PASCO" |                  |                     |
|  | CÓDIGO SNIP         | *****   | CÓDIGO CUI       | 2640210             |
|  | REGIÓN              | PASCO   | DISTRITO         | PUERTO BERMUDEZ     |
|  | PROVINCIA           | OXAPAMPA  | COMUNIDAD NATIVA | SAN JOSE DE AZUPIZU |

ESTUDIO D ESTRUCTURAS Y OBRAS DE ARTE

## ESTUDIO DE ESTRUCTURASY OBRAS DE ARTE

### I. INTRODUCCION

Esta memoria resume todos los resultados de modelado, cálculo y análisis asociados con el estudio del comportamiento estructural del puente, figura 1, que corresponde al proyecto **"RENOVACION DE PUENTE; EN EL (LA) CAMINO VECINAL R190306 (PUENTE TUKER) DE LA CC.NN. SAN JOSE DE AZUPIZU, DISTRITO DE PUERTO BERMUDEZ, PROVINCIA OXAPAMPA, DEPARTAMENTO DE PASCO"**. El objetivo de esta memoria es de documentar tanto el diseño, así como también todas las técnicas de modelado y análisis desarrolladas, además, se definen las normas, los materiales, las cargas, que se ajustarán al diseño estructural de la propuesta arquitectónica.

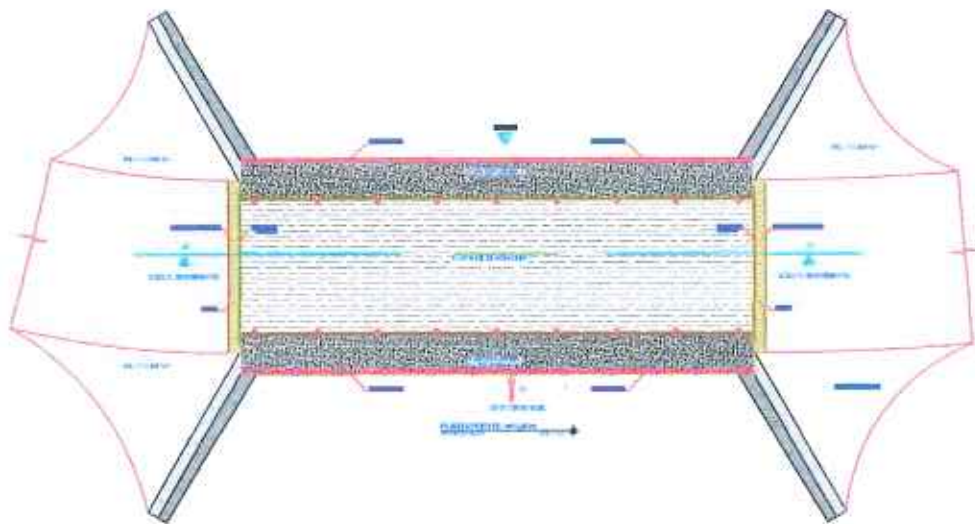


Figura N° 1: Propuesta Arquitectónica de Puente para el Análisis Estructural

#### 1.1. OBJETIVOS DEL PROYECTO

Los puentes deben ser diseñados para cumplir satisfactoriamente las condiciones impuestas por los estados límite previstos en el proyecto, considerando todas las

  
**Gabriel Ramos Hinojosa**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP N° 159417



|  |                     |   |                  |                     |
|--|---------------------|---|------------------|---------------------|
|  | UEI                 | MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE PUERTO BERMUDEZ  |                  |                     |
|  | NOMBRE DEL PROYECTO | "RENOVACION DE PUENTE; EN EL (LA) CAMINO VECINAL R190306 (PUENTE TUKER) DE LA CC.NN. SAN JOSE DE AZUPIZU, DISTRITO DE PUERTO BERMUDEZ, PROVINCIA OXAPAMPA, DEPARTAMENTO DE PASCO" |                  |                     |
|  | CÓDIGO SNIP         | -----   | CÓDIGO CUI       | 2640210             |
|  | REGIÓN              | PASCO   | DISTRITO         | PUERTO BERMUDEZ     |
|  | PROVINCIA           | OXAPAMPA  | COMUNIDAD NATIVA | SAN JOSE DE AZUPIZU |
| ESTUDIO D ESTRUCTURAS Y OBRAS DE ARTE  |                     |   |                  |                     |

combinaciones de carga que puedan ser ocasionadas durante la construcción y el uso del puente. Asimismo, deben ser diseñados teniendo en cuenta su integración con el medio ambiente y cumplir las exigencias de durabilidad y servicio requeridas de acuerdo a sus funciones, importancia y las condiciones ambientales

## 1.2. FILOSOFIA DE DISEÑO

Los puentes deberán ser diseñados teniendo en cuenta los Estados Límite que se especificarán para cumplir con los objetivos de constructibilidad, seguridad y servicialidad, así como con la debida consideración en lo que se refiere a inspección, economía y estética. Todos los estados límite serán considerados de igual importancia.

Para componentes estructurales y conexiones se deberá cumplir:

$$\eta \sum \gamma_i Q_i \leq \phi R_n = R_r \quad (1.3.2.1, \text{AASHTO LRFD}) \quad (0.1)$$

Donde,  $\eta = N_D N_R N_I > 0.95$  es el factor que relaciona la ductilidad,

redundancia e importancia operativa;  $\gamma_i$  es el factor de carga y  $Q_i$  el efecto de la fuerza, Ambos para el caso de carga i.

## II. DESCRIPCION GENERAL DE LA ESTRUCTURA


### 2.1. UBICACIÓN DEL PUENTE

El proyecto considera como uno de los componentes primordiales, la reconstrucción del puente que se sitúa sobre la quebrada Tucker, interconectando las localidades que están dentro del ámbito de la ruta vecinal R190306, en el entorno de la comunidad nativa de San Juan de Azupízu, en el distrito de Puerto Bermudez, Provincia de Oxapampa en la Región Pasco. Esta actuación favorecerá a la mejora de la comunicación, intercambio económico y desarrollo de los poblados de ambas regiones que se encuentran dentro del área de influencia de dicho tramo.

Geográficamente el puente se ubica:

- Sistema Geográfico : UTM-WGS84
- Zona : 18-S
- Norte : 8852332.739-N
- Este : 509574.841-E
- Altitud : 260.27m.s.n.m

  
 Gabriel Ramos Hinojosa  
INGENIERO CIVIL  
CIP N° 16941

|  |                     |   |                  |                     |
|--|---------------------|---|------------------|---------------------|
|  | UEI                 | MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE PUERTO BERMUDEZ  |                  |                     |
|  | NOMBRE DEL PROYECTO | "RENOVACION DE PUENTE; EN EL (LA) CAMINO VECINAL R190306 (PUENTE TUKER) DE LA CC.NN. SAN JOSE DE AZUPIZU, DISTRITO DE PUERTO BERMUDEZ, PROVINCIA OXAPAMPA, DEPARTAMENTO DE PASCO" |                  |                     |
|  | CÓDIGO SNIP         | -----   | CÓDIGO CUI       | 2640210             |
|  | REGIÓN              | PASCO   | DISTRITO         | PUERTO BERMUDEZ     |
|  | PROVINCIA           | OXAPAMPA  | COMUNIDAD NATIVA | SAN JOSE DE AZUPIZU |
| ESTUDIO D ESTRUCTURAS Y OBRAS DE ARTE  |                     |   |                  |                     |



**Figura N° 2:** Ubicación departamental y provincial del proyecto



**Figura N° 3:** Ubicación distrital del proyecto

  
**Gabriel Ramos Hinojosa**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP N° 18941


|  |                     |   |                  |                     |
|--|---------------------|---|------------------|---------------------|
|  | UEI                 | MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE PUERTO BERMUDEZ  |                  |                     |
|  | NOMBRE DEL PROYECTO | "RENOVACION DE PUENTE; EN EL (LA) CAMINO VECINAL R190306 (PUENTE TUKER) DE LA CC.NN. SAN JOSE DE AZUPIZU, DISTRITO DE PUERTO BERMUDEZ, PROVINCIA OXAPAMPA, DEPARTAMENTO DE PASCO" |                  |                     |
|  | CÓDIGO SNIP         | *****   | CÓDIGO CUI       | 2640210             |
|  | REGIÓN              | PASCO   | DISTRITO         | PUERTO BERMUDEZ     |
|  | PROVINCIA           | OXAPAMPA  | COMUNIDAD NATIVA | SAN JOSE DE AZUPIZU |
| ESTUDIO D ESTRUCTURAS Y OBRAS DE ARTE  |                     |   |                  |                     |



Figura N° 4: Vista satelital del proyecto

### III. CONDIGOS Y NORMAS DE DISEÑO CONSIDERADOS


- Manual de Puente RD-19-2018-MTC/14 Manual de diseño de puentes.
- AASHTO LRFD Bridge Design Specification 8° Edición
- BRIDGE ENGINEERING HANDBOOK Seismic Design 2° Edición

### IV. LISTADO DE MATERIALES UTILIZADOS

- **CONCRETO ESTRUCTURAL:** De Acuerdo a los Requisitos de Resistencia Mecánica del Elemento Evaluado y El manual de puentes que hace referencia a la AASHTO LRFD-8\_2017 5.4.2.
  - Módulo de Elasticidad:  $E_c = 15\,260.57\sqrt{f'_c} \text{ (kgf/cm}^2\text{)}$   
(AASHTO LRFD-8 Bridge Design Specification 5.4.2.4)
  - Módulo de Poisson:  $\mu_c = 0.20$   
AASHTO LRFD-8 Bridge Design Specification 5.4.2.5
  - Módulo de Corte  $G_c = \frac{E_c}{2(1+\mu_c)}$
  - Peso unitario del Concreto  $\gamma_c = 2\,400 \text{ kgf/m}^3$
  - Resistencia Mecánica por elemento
    - Tablero:  $f'_c = 280 \text{ kgf/m}^3$

  
**Gabriel Ramos Hinojosa**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP N° 16941



|  |                     |   |                  |                     |
|--|---------------------|---|------------------|---------------------|
|  | UEI                 | MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE PUERTO BERMUDEZ  |                  |                     |
|  | NOMBRE DEL PROYECTO | "RENOVACION DE PUENTE; EN EL (LA) CAMINO VECINAL R190306 (PUENTE TUKER) DE LA CC.NN. SAN JOSE DE AZUPIZU, DISTRITO DE PUERTO BERMUDEZ, PROVINCIA OXAPAMPA, DEPARTAMENTO DE PASCO" |                  |                     |
|  | CÓDIGO SNIP         | *****   | CÓDIGO CUI       | 2640210             |
|  | REGIÓN              | PASCO   | DISTRITO         | PUERTO BERMUDEZ     |
|  | PROVINCIA           | OXAPAMPA  | COMUNIDAD NATIVA | SAN JOSE DE AZUPIZU |

ESTUDIO D ESTRUCTURAS Y OBRAS DE ARTE

- Veredas:  $f'_c = 280 \text{ kgf/m}^3$
- Estribos:  $f'_c = 210 \text{ kgf/m}^3$
- **ACERO DE REFUERZO: Acero Corrugado ASTM A615 G-60** De acuerdo al Manual de puentes 2.5.2.1.1 Refuerzo sin recubrir
  - Módulo de Elasticidad  $E_s = 2\,000\,000 \text{ kgf/cm}^2$
  - Esfuerzo de Fluencia  $f_y = 4\,200 \text{ kgf/cm}^2$

## V. CONCEPCIÓN ESTRUCTURAL Y DISEÑO BASICO DEL PUENTE

Las características generales que se consideraron para el diseño, tales como sección transversal, disposición de los apoyos y pre dimensionamiento de elementos principales se desarrollaron en este capítulo como se muestra a continuación.

### 5.1. DISPOSICION TRANSVERSAL DEL TABLERO DEL PUENTE

La geometría de la sección transversal se diseñó en base a lo establecido en el **MANUAL DE DISEÑO DE PUENTES 2018, CAPÍTULO 2.1.4.3.2 SECCIONES TRANSVERSALES DEL TABLERO**, considerando elementos como barandas, aceras o veredas peatonales, vías de tráfico y elementos de drenaje

#### 5.1.1. BARANDA DE PROTECCIÓN

Se planteó un sistema combinado como solución para este elemento, de acuerdo a lo especificado en el **CAPÍTULO 2.1.4.3.4.2 BARANDAS, DEL MANUAL DE DISEÑO DE PUENTES 2018**, el cual se muestra en la figura 5.

  
 Gabriel Ramos Hinojosa  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP N° 16941



|  |                     |   |                  |                     |
|--|---------------------|---|------------------|---------------------|
|  | UEI                 | MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE PUERTO BERMUDEZ  |                  |                     |
|  | NOMBRE DEL PROYECTO | "RENOVACION DE PUENTE; EN EL (LA) CAMINO VECINAL R190306 (PUENTE TUKER) DE LA CC.NN. SAN JOSE DE AZUPIZU, DISTRITO DE PUERTO BERMUDEZ, PROVINCIA OXAPAMPA, DEPARTAMENTO DE PASCO" |                  |                     |
|  | CÓDIGO SNIP         | *****   | CÓDIGO CUI       | 2640210             |
|  | REGIÓN              | PASCO   | DISTRITO         | PUERTO BERMUDEZ     |
|  | PROVINCIA           | OXAPAMPA  | COMUNIDAD NATIVA | SAN JOSE DE AZUPIZU |

ESTUDIO DE ESTRUCTURAS Y OBRAS DE ARTE

### DETALLE DE BARANDA

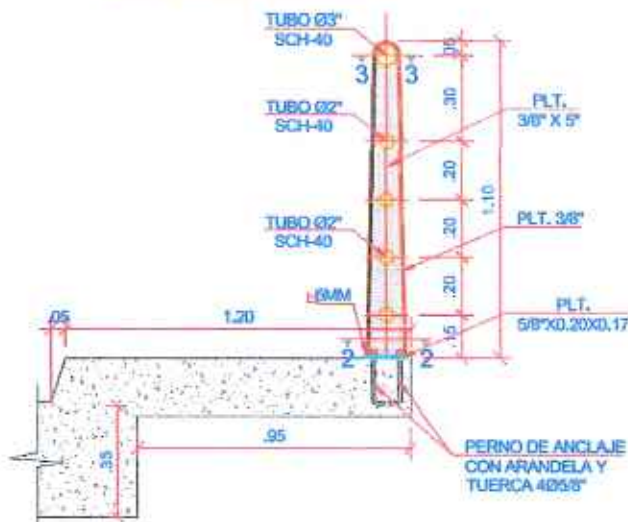


Figura N° 5: Sección típica de Baranda Planteada



| CUADRO N° 01: Comprobaciones Geométricas de Baranda (AASHTO A.13.1)   |  |  |
|---|--|--|
| Requisito   | Evaluación   | Observación                                  |
| La altura de la baranda debe ser mayor o igual a 1000 mm.   | $H_{min} = 1000.00 \text{ mm}$<br>$h_{baranda} = 1100.00 \text{ mm}$   | Cumple Requisito                             |
| La sumatoria $\Sigma A$ del ancho total de los rieles en contacto con el vehículo, no debe ser menor que el 25% de la altura total de la baranda. | $A1 = 89.00 \text{ mm}$<br>$A2 = 89.00 \text{ mm}$<br>$A2 = 89.00 \text{ mm}$<br>$\Sigma A = 267.00 \text{ mm}$<br>$25\% h_t = 267.25 \text{ mm}$                    | $\Sigma A \geq 25\% h_t$<br>Cumple Requisito |
| La combinación entre, espaciamiento c, y retiro de poste S, debe estar por debajo del área sombreada de la figura N° 6.                           | $c1 = 371.00 \text{ mm}$<br>$c2 = 211.00 \text{ mm}$<br>$S = 0.00 \text{ mm}$<br> | Cumple Requisito                             |

Figura N° 6: Potencial de impacto de las ruedas, parachoques o capo contra los postes.

  
**Gabriel Ramos Hinojosa**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP N° 16941





|  |                     |   |                  |                     |
|--|---------------------|---|------------------|---------------------|
|  | UEI                 | MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE PUERTO BERMUDEZ  |                  |                     |
|  | NOMBRE DEL PROYECTO | "RENOVACION DE PUENTE; EN EL (LA) CAMINO VECINAL R190306 (PUENTE TUKER) DE LA CC.NN. SAN JOSE DE AZUPEZU, DISTRITO DE PUERTO BERMUDEZ, PROVINCIA OXAPAMPA, DEPARTAMENTO DE PASCO" |                  |                     |
|  | CÓDIGO SNIP         |   | CÓDIGO CUI       | 2640210             |
|  | REGIÓN              | PASCO   | DISTRITO         | PUERTO BERMUDEZ     |
|  | PROVINCIA           | OXAPAMPA  | COMUNIDAD NATIVA | SAN JOSE DE AZUPEZU |

ESTUDIO DE ESTRUCTURAS Y OBRAS DE ARTE

#### 5.1.4. ELEMENTOS DE DRENAJE

Se planteó un sistema de drenaje con tuberías de PVC Ø4" a lo largo del tablero del puente, estos espaciados cada 2.00m como solución para este elemento, de acuerdo a lo especificado en el **CAPÍTULO 2.1.4.3.7 PRINCIPIOS BÁSICOS PARA EL DRENAJE, DEL MANUAL DE DISEÑO DE PUENTES 2018**, el cual se muestra en la figura N° 9.

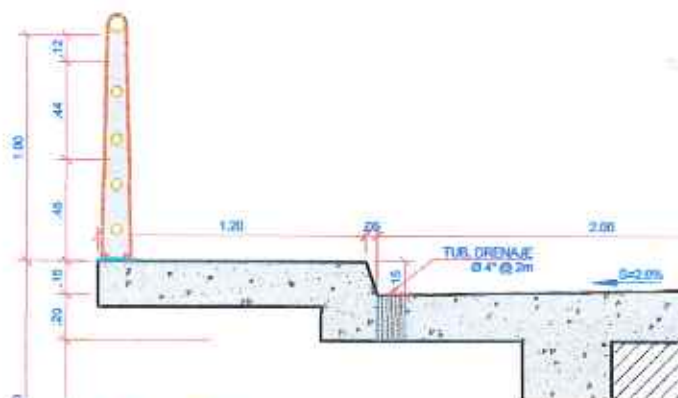


Figura N° 9: Sistema de Drenaje Planteado

#### 5.2. DISPOSICION DE APOYOS PARA TABLERO DE PUENTE

Debido a que la solución estructural que se planteó en la superestructura es de tipo viga losa de concreto armado, para salvar la luz de 15.00m no fue necesario colocar apoyos intermedios, además, se consideró la geotecnia, hidráulica e hidrología del lugar, proponiendo una disposición como se presenta en la figura 10.

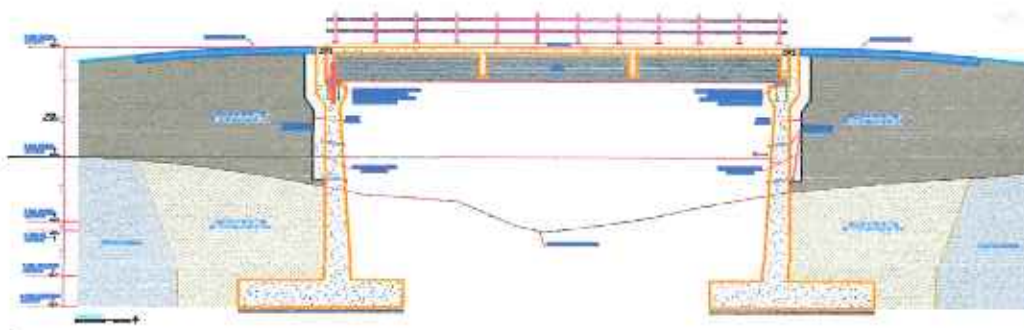



Figura N° 10: Disposición de apoyos del puente

#### 5.3. PREDIMENSIONAMIENTO DE SUPERESTRUCTURA DEL PUENTE

De acuerdo a la norma AASHTO establece, en la siguiente tabla, la altura mínima para los componentes de la superestructura:

  
**Carlos Hinojosa**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP N° 16941



|  |                     |   |                  |                     |
|--|---------------------|---|------------------|---------------------|
|  | UEI                 | MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE PUERTO BERMUDEZ  |                  |                     |
|  | NOMBRE DEL PROYECTO | "RENOVACION DE PUENTE; EN EL (LA) CAMINO VECINAL R190306 (PUENTE TUKER) DE LA CC.NN. SAN JOSE DE AZUPIZU, DISTRITO DE PUERTO BERMUDEZ, PROVINCIA OXAPAMPA, DEPARTAMENTO DE PASCO" |                  |                     |
|  | CÓDIGO SNIP         | -----   | CÓDIGO CUI       | 2640210             |
|  | REGIÓN              | PASCO   | DISTRITO         | PUERTO BERMUDEZ     |
|  | PROVINCIA           | OXAPAMPA  | COMUNIDAD NATIVA | SAN JOSE DE AZUPIZU |

ESTUDIO D ESTRUCTURAS Y OBRAS DE ARTE

| CUADRO N° 02: Peraltes mínimos para Superestructuras de sección constante:<br>(adaptado de la tabla 2.9.1.4.4.5.1c-1 Manual de diseño de puentes 2018) |   |   |                                       |  |
|--|---|---|---------------------------------------|--|
| SUPERESTRUCTURA  |   | PERALTE MÍNIMO  |                                       |  |
|  |   | Nota: Cuando se tienen elementos de peralte variable, los valores pueden ser ajustados para tomar en cuenta los cambios de rigidez relativa a momentos positivos y negativos. |                                       |  |
| MATERIAL   | TIPO  | TRAMO SIMPLE  | TRAMO CONTINUO                        | OBSERVACION  |
| Concreto reforzado   | Losa con refuerzo principal paralelo al tráfico | $\frac{1.2(S + 300cm)}{30}$   | $\frac{1.2(S + 300cm)}{30} \geq 15cm$ | Criterio usado para dimensionar tablero de puente            |
|  | Vigas T   | 0.070L  | 0.065L                                | Criterio usado para dimensionar peralte de viga de concreto. |
|  | Vigas Cajón                                     | 0.060L  | 0.055L                                |  |
|  | Vigas para estructuras peatonales               | 0.035L  | 0.033L                                |  |
|  | Vigas cajón                                     | 0.045L  | 0.040L                                |  |
|  | Vigas I prefabricadas                           | 0.045L  | 0.040L                                |  |
|  | Vigas para estructuras peatonales               | 0.33L   | 0.030L                                |  |
|  | Vigas cajón adyacentes                          | 0.030L  | 0.025L                                |  |
|  | Espesor total de Vigas I compuestas             | 0.040L  | 0.032L                                |  |
|  | Espesor de vigas I compuestas                   | 0.033L  | 0.027L                                |  |
|  | Reticulados                                     | 0.100L  | 0.100L                                |  |

De acuerdo a la norma AASHTO establece, en la siguiente tabla, la altura mínima para los componentes de la superestructura:

A partir del cuadro N° 02 y la figura N° 10 donde se tiene una luz libre del puente de  $S = 15.00$  m se tiene:

$$h_{min} = 0.070L = 1.05m \approx 1.15m$$

Donde:

- $H_{min}$  : Peralte de la viga del puente
- $L$  : Luz libre del puente

Con este resultado se asumió un peralte de diseño del tablero de 0.20m

### 5.3.1. GEOMETRIA Y MODELO FISICO SIMPLIFICADO DE SUPERESTRUCTURA

Definido las dimensiones iniciales de la geometría y distribución de los elementos estructurales principales de la superestructura, (Véase figura 11-a, 11-b), se procedió a realizar el modelamiento, análisis y calculo estructural de la superestructura considerando las simplificaciones de elementos complementarios (Véase figura 12), para finalmente diseñar en concreto armado y acero estructural todos los elementos estructurales, estos en los capítulos posteriores.

  
Ramon Hinojosa  
INGENIERO CIVIL  
CIP N° 16941


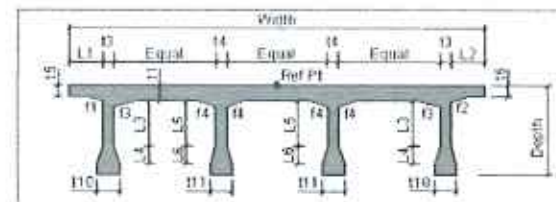
|  |                     |   |                  |                     |
|--|---------------------|---|------------------|---------------------|
|  | UEI                 | MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE PUERTO BERMUDEZ  |                  |                     |
|  | NOMBRE DEL PROYECTO | "RENOVACION DE PUENTE; EN EL (LA) CAMINO VECINAL R190306 (PUENTE TUKER) DE LA CC.NN. SAN JOSE DE AZUPIZU, DISTRITO DE PUERTO BERMUDEZ, PROVINCIA OXAPAMPA, DEPARTAMENTO DE PASCO" |                  |                     |
|  | CÓDIGO SNIP         | -----   | CÓDIGO CUI       | 2640210             |
|  | REGIÓN              | PASCO   | DISTRITO         | PUERTO BERMUDEZ     |
|  | PROVINCIA           | OXAPAMPA  | COMUNIDAD NATIVA | SAN JOSE DE AZUPIZU |
| ESTUDIO D ESTRUCTURAS Y OBRAS DE ARTE  |                     |   |                  |                     |



Figura N° 11: Geometría y distribución estructural de elementos de superestructura

Define Bridge Section Data - Concrete Tee Beam



Section Data

Definition Loads

| Item   | Value                            |
|--|----------------------------------|
| <b>General Data</b>  |                                  |
| Bridge Section Name  | VIGA LOSA                        |
| Size Material Property   | CONCRETO $f'c=280\text{kg/cm}^2$ |
| Order Material Property  | $F_y=4200\text{kg/cm}^2$         |
| Number of Interior Girders                                     | 3                                |
| Total Width  | 6.5                              |
| Total Depth  | 1.15                             |
| Keep Girders Vertical When Superelevate? (Area & Solid Models) | No                               |
| Top Slab Profile   | Flat                             |
| <b>Slab Thickness</b>  |                                  |
| Top Slab Thickness (ft)  | 0.2                              |
| <b>Filter Horizontal Dimension Data</b>                        |                                  |
| H1 Horizontal Dimension  | 0                                |
| H2 Horizontal Dimension  | 0                                |
| H3 Horizontal Dimension  | 0                                |
| H4 Horizontal Dimension  | 0                                |
| <b>Filter Vertical Dimension Data</b>                          |                                  |
| V1 Vertical Dimension  | 0                                |
| V2 Vertical Dimension  | 0                                |

Order Output

Modify/Show Order Force Output Locations...

Modify/Show Properties

Units

Length, ft

Force, k

Temp, m, C

Modify/Show Load Patterns

Load Patterns...

Cancel

Figura N° 12: Criterios para modelamiento matemático a partir de modelo físico

#### 5.4. PREDIMENSIONAMIENTO DE SUPERESTRUCTURA DEL PUENTE

En base a que los apoyos escogidos son de tipo estribo cerrado con aleros de retención (Véase figura 13), los criterios de pre dimensionamiento se escogieron acorde a este tipo de estructuras, además, tomando como referencias teóricas a: "CAPÍTULO 5: ESTRIBOS" del libro PUENTES CON AASHTO-LRFD 2020 (9TH EDITION) DE ARTURO RODRÍGUEZ SERQUEN, "CAPÍTULO 17: RETAINING WALLS" del libro PRINCIPLES FOUNDATION ENGINEERING NINTH EDITION DE BRAJA M. DAS Y NAGARATNAM SIVAKUGAN, "CAPÍTULO 6: ABUTMENTS" del Manual

*Ramos Hinojosa*  
INGENIERO CIVIL  
CIP N° 16941



|  |                     |   |                  |                     |
|--|---------------------|---|------------------|---------------------|
|  | UEI                 | MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE PUERTO BERMUDEZ  |                  |                     |
|  | NOMBRE DEL PROYECTO | "RENOVACION DE PUENTE; EN EL (LA) CAMINO VECINAL R190306 (PUENTE TUKER) DE LA CC.NN. SAN JOSE DE AZUPIZU, DISTRITO DE PUERTO BERMUDEZ, PROVINCIA OXAPAMPA, DEPARTAMENTO DE PASCO" |                  |                     |
|  | CÓDIGO SNIP         |   | CÓDIGO CUI       | 2640210             |
|  | REGIÓN              | PASCO   | DISTRITO         | PUERTO BERMUDEZ     |
|  | PROVINCIA           | OXAPAMPA  | COMUNIDAD NATIVA | SAN JOSE DE AZUPIZU |

ESTUDIO DE ESTRUCTURAS Y OBRAS DE ARTE

BRIDGE ENGINEERING HANDBOOK – SUBSTRUCTURE DESIGN SECOND EDITION DE WAI-FAH CHEN Y LIAN DUAN, los cuales recomiendan y plantean:

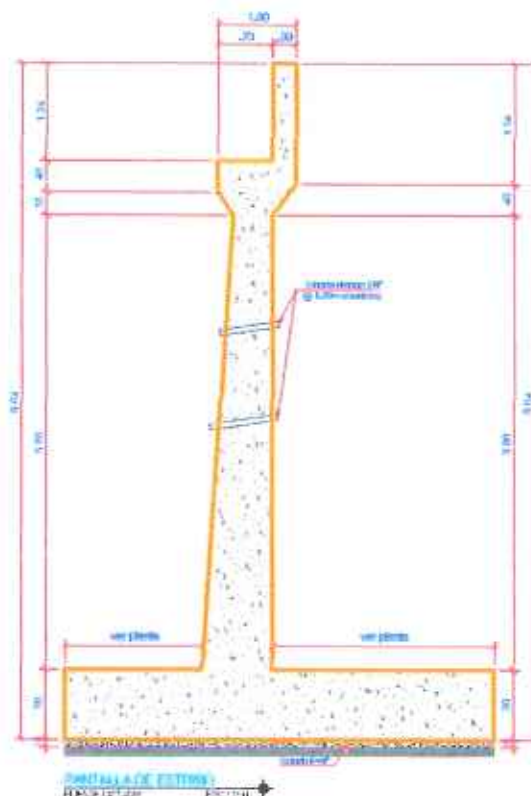


Figura N° 13: Dimensiones aproximadas de estribos para condiciones de estabilidad

## VI. ANALISIS Y DISEÑO DE SUPERESTRUCTURA

### 6.1. ACCIONES CONSIDERADAS Y CARGAS DE DISEÑO PARA SUPERESTRUCTURA

Las acciones que se consideraron para la evaluación de comportamiento del puente, fueron consideradas de acuerdo al Manual de puentes del ministerio de transportes y comunicaciones, CAPITULO 2.4 CARGAS Y FACTORES DE CARGAS

#### 6.1.1. ACCIONES GRAVITATORIAS PERMANENTES

##### A) CARGAS MUERTAS POR PESO PROPIO DE ESTRUCTURA DC

Corresponde a las cargas impuestas por el peso propio (DC) de todos los elementos estructurales principales de la superestructura del puente, este se obtuvo de manera automática con el programa de análisis CSI Bridge V25, el cual toma en consideración los elementos modelados, tales como, vigas principales, vigas diafragma y tablero de puente. A continuación, se adjunta el cuadro de metrado desarrollado por el programa.

  
**Gabriel Ramos Hinojosa**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP N° 10941



|  |                     |   |                  |                     |
|--|---------------------|---|------------------|---------------------|
|  | UEI                 | MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE PUERTO BERMUDEZ  |                  |                     |
|  | NOMBRE DEL PROYECTO | "RENOVACION DE PUENTE; EN EL (LA) CAMINO VECINAL R190306 (PUENTE TUKER) DE LA CC.NN. SAN JOSE DE AZUPIZU, DISTRITO DE PUERTO BERMUDEZ, PROVINCIA OXAPAMPA, DEPARTAMENTO DE PASCO" |                  |                     |
|  | CÓDIGO SNIP         | *****   | CÓDIGO CUI       | 2640210             |
|  | REGIÓN              | PASCO   | DISTRITO         | PUERTO BERMUDEZ     |
|  | PROVINCIA           | OXAPAMPA  | COMUNIDAD NATIVA | SAN JOSE DE AZUPIZU |

ESTUDIO D ESTRUCTURAS Y OBRAS DE ARTE

| CUADRO N° 03: Metrado por peso propio DC por elemento:<br>(adaptado de la tabla 2.9.1.4.4.5.1c-1 Manual de diseño de puentes 2018) |          |         |                                    |                              |                  |
|--|----------|---------|------------------------------------|------------------------------|------------------|
| CONCRETO AASHTO $f_c=280 \text{ kg/cm}^2$ $W=2\,400 \text{ kg/m}^3$  |          |         |                                    |                              |                  |
| Elemento   | Cantidad | Espesor | Peso por und. (kg/m <sup>2</sup> ) | Superficie (m <sup>2</sup> ) | Peso Total (kgf) |
| TABLERO  | 01       | 0.20    | 480                                | 69.525                       | 33 372.00        |
| VIGA PRINCIPAL   | 02       | 0.95    | 2280                               | 6.18                         | 14 090.40        |
| VIGA DIAFRAGMA   | 04       | 0.75    | 1800                               | 0.475                        | 3 420.00         |
| VEREDAS  | 02       | 0.20    | 480                                | 18.54                        | 17.794           |
| <b>TOTAL</b>   |          |         |                                    |                              | <b>68 676</b>    |

Además, este se distribuyó de tal manera que genero las siguientes reacciones en sus extremos:



Figura N° 14: Reacciones en los apoyos debido a cargas de peso propio DC.

#### B) CARGAS MUERTAS POR PESO DE ELEMENTOS COMPLEMENTARIOS DW

Corresponde a las cargas impuestas por el peso de elementos no estructurales y complementarios (DW) de la superestructura del puente, la obtención de estas cargas se detalla a continuación

  
 Carlos Hinojosa  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP N° 16941


|  |                     |   |                  |                     |
|--|---------------------|---|------------------|---------------------|
|  | UEI                 | MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE PUERTO BERMUDEZ  |                  |                     |
|  | NOMBRE DEL PROYECTO | "RENOVACION DE PUENTE; EN EL (LA) CAMINO VECINAL R190306 (PUENTE TUKER) DE LA CC.NN. SAN JOSE DE AZUPIZU, DISTRITO DE PUERTO BERMUDEZ, PROVINCIA OXAPAMPA, DEPARTAMENTO DE PASCO" |                  |                     |
|  | CÓDIGO SNIP         | *****   | CÓDIGO CUI       | 2640210             |
|  | REGIÓN              | PASCO   | DISTRITO         | PUERTO BERMUDEZ     |
|  | PROVINCIA           | OXAPAMPA  | COMUNIDAD NATIVA | SAN JOSE DE AZUPIZU |
| ESTUDIO D ESTRUCTURAS Y OBRAS DE ARTE  |                     |   |                  |                     |



Figura N° 15: Sobrecarga de acabado.

| CUADRO N° 04: Metrado por peso propio DW1 por elemento:<br>(adaptado de la tabla 2.9.1.4.4.5.1c-1 Manual de diseño de puentes 2018) |          |         |                       |                 |                  |
|---|----------|---------|-----------------------|-----------------|------------------|
| CONCRETO AASHTO $f'_c=280 \text{ kg/cm}^2$ $W=2\,400 \text{ kgf/m}^3$   |          |         |                       |                 |                  |
| Elemento  | Cantidad | Espesor | Peso por und. (kg/m2) | Superficie (m2) | Peso Total (kgf) |
| DW1   | 01       | 0.02    | 48                    | 61.80           | 2 966.4          |
| TOTAL   |          |         |                       |                 | 2966.4           |

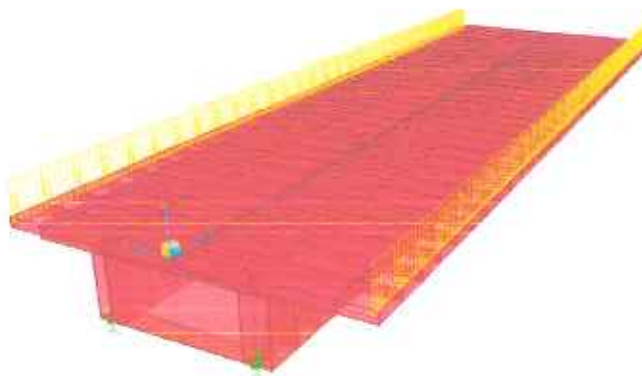





Figura N° 16: Detalles de elementos no estructurales y complementarios.

| CUADRO N° 05: Metrado por peso propio DW2 por elemento:   |          |                      |              |                  |
|---|----------|----------------------|--------------|------------------|
| BARANDA METALICA  |          |                      |              |                  |
| Elemento  | Cantidad | Peso por und. (kg/m) | Longitud (m) | Peso Total (kgf) |
| <br> Gerardo Santos Hinojosa<br>INGENIERO CIVIL<br>CIP N° 10941 |          |                      |              |                  |

|  |                     |   |                  |                     |
|--|---------------------|---|------------------|---------------------|
|  | UEI                 | MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE PUERTO BERMUDEZ  |                  |                     |
|  | NOMBRE DEL PROYECTO | "RENOVACION DE PUENTE; EN EL (LA) CAMINO VECINAL R190306 (PUENTE TUKER) DE LA CC.NN. SAN JOSE DE AZUPEZU, DISTRITO DE PUERTO BERMUDEZ, PROVINCIA OXAPAMPA, DEPARTAMENTO DE PASCO" |                  |                     |
|  | CÓDIGO SNIP         | *****   | CÓDIGO CUI       | 2640210             |
|  | REGIÓN              | PASCO   | DISTRITO         | PUERTO BERMUDEZ     |
|  | PROVINCIA           | OXAPAMPA  | COMUNIDAD NATIVA | SAN JOSE DE AZUPEZU |
| ESTUDIO D ESTRUCTURAS Y OBRAS DE ARTE  |                     |   |                  |                     |

|     |    |       |              |                 |
|-----|----|-------|--------------|-----------------|
| DW2 | 02 | 60.00 | 15.00        | 1 800.00        |
|     |    |       | <b>TOTAL</b> | <b>1 800.00</b> |

### 6.1.2. ACCIONES GRAVITATORIAS VARIABLES

Corresponden a las cargas desarrolladas por la acción del paso vehicular sobre el puente a través de los carriles de diseño definidos.

#### A) SOBRECARGA VEHICULAR LL

Corresponden a las cargas desarrolladas por la acción del paso vehicular sobre el puente a través de los carriles de diseño definidos.

##### Carril de Diseño:

Se define como el área o lugar geométrico donde se aplicarán las cargas vehiculares, además, de acuerdo al *Capítulo 2.4.3.2.1 Número de Vías del Manual de Puentes*, el carril de diseño se define como la parte entera de la relación:

$$n \text{ carril} = \frac{W_{(m)}}{3.60}$$

Donde:

W : Ancho libre de la calzada entre sardineles en metros

De la figura N° 08 se obtiene W = 4.00 m

Por lo tanto:

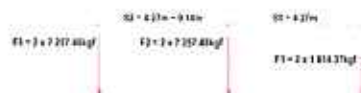
$$n \text{ carril} = 1.11 \approx 1.00$$

##### Vehículo de diseño:

Se define como la acción conjunta entre un camión de diseño y una sobrecarga distribuida en el carril de diseño, de acuerdo al *Capítulo 2.4.3.2.2 Diseño con Cargas Vivas de Vehículo del Manual de Puentes*.

##### Camión de Diseño:

El camión de diseño seleccionado para actuar dentro del carril de diseño fue el HL-93, además, debido a que este es una carga móvil se evaluaron la aplicación de esta carga en diferentes posiciones los cuales generaron los máximos esfuerzos sobre cada elemento del puente.



  
**Carlos Ramos Hinojosa**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP N° 169417



|  |                     |   |                  |                     |
|--|---------------------|---|------------------|---------------------|
|  | UEI                 | MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE PUERTO BERMUDEZ  |                  |                     |
|  | NOMBRE DEL PROYECTO | "RENOVACION DE PUENTE; EN EL (LA) CAMINO VECINAL R190306 (PUENTE TUKER) DE LA CC.NN. SAN JOSE DE AZUPIZU, DISTRITO DE PUERTO BERMUDEZ, PROVINCIA OXAPAMPA, DEPARTAMENTO DE PASCO" |                  |                     |
|  | CÓDIGO SNIP         | *****   | CÓDIGO CUI       | 2640210             |
|  | REGIÓN              | PASCO   | DISTRITO         | PUERTO BERMUDEZ     |
|  | PROVINCIA           | OXAPAMPA  | COMUNIDAD NATIVA | SAN JOSE DE AZUPIZU |

#### ESTUDIO DE ESTRUCTURAS Y OBRAS DE ARTE

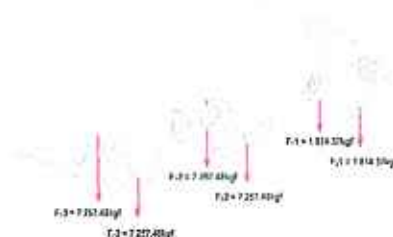


Figura N° 17: Camión de diseño HL-93.

#### Carga Distribuida de Diseño:

Se consideró las cargas puntuales de los neumáticos del camión de diseño sobre el tablero del puente:

#### VEHICULO DE DISEÑO HL-93M



#### VEHICULO DE DISEÑO HL-93K



#### VEHICULO DE DISEÑO HL-93M

  
**Gabriel Ramos Hinojosa**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP: N° 16941

|  |                     |   |                  |                     |
|--|---------------------|---|------------------|---------------------|
|  | UEI                 | MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE PUERTO BERMUDEZ  |                  |                     |
|  | NOMBRE DEL PROYECTO | "RENOVACION DE PUENTE; EN EL (LA) CAMINO VECINAL R190306 (PUENTE TUKER) DE LA CC.NN. SAN JOSE DE AZUPIZU, DISTRITO DE PUERTO BERMUDEZ, PROVINCIA OXAPAMPA, DEPARTAMENTO DE PASCO" |                  |                     |
|  | CÓDIGO SNIP         | XXXXXXXXXX  | CÓDIGO CUI       | 2640210             |
|  | REGIÓN              | PASCO   | DISTRITO         | PUERTO BERMUDEZ     |
|  | PROVINCIA           | OXAPAMPA  | COMUNIDAD NATIVA | SAN JOSE DE AZUPIZU |

ESTUDIO D ESTRUCTURAS Y OBRAS DE ARTE

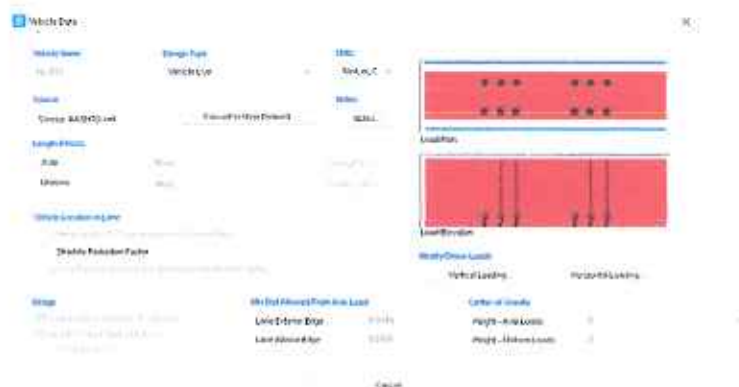


Figura N° 18: Aplicación de sobrecarga vehicular sobre tablero del puente

#### Factor de Presencia Múltiple de Sobrecarga:

Se define como el factor de probabilidad de presencia múltiple de vehículos de diseño en el carril de diseño según el Capítulo 2.4.3.2.2.6 Presencia Múltiple de Sobrecargas, del Manual de Diseño de Puentes, siendo este inversamente proporcional al número de carriles de diseño, estos factores se muestran en la tabla 6.4 adaptado de la **tabla 2.4.3.2.2.6-1 Presencia de Factores Múltiples, m, del Manual de Diseño de Puentes**, además este factor escalara a la sobrecarga vehicular (Camión de diseño y sobrecarga distribuida de diseño) en los diferentes estos de combinación de cargas.

| CUADRO N° 04: Factor de escalonamiento m para LL en función al Número de Carriles n: |                              |
|--|------------------------------|
| Número de Vías Cargadas  | Factor de Presencia Múltiple |
| 1  | 1.20                         |
| 2  | 1.00                         |
| 3  | 0.85                         |
| >3   | 0.65                         |

#### B) SOBRECARGA POR EFECTO DINAMICO IM

Se definió, de acuerdo al Capítulo 2.4.3.3 Carga Dinámica Permitida: IM, del Manual de Diseño de Puentes, como al porcentaje de amplificación de sobrecargas vehiculares debido a la generación de vibraciones (efectos dinámicos por paso vehicular) sobre el puente, además este no se aplica a la sobrecarga distribuida de diseño, los porcentajes de incremento se muestran en la siguiente tabla el cual se adecuo de la **tabla 2.4.3.3-1 Incremento de la Carga Viva por Efectos Dinámicos del Manual de Diseño de Puentes**.

| CUADRO N° 05: Incremento de Sobrecarga Vehicular IM por efectos dinámicos:         |          |
|--|----------|
| Componentes  | IM (%LL) |
| Elementos de unión o juntas de unión en el tablero (para todos los estados límite) | 75 %     |
| Todos los demás componentes del puente   | 75 %     |
| • Estado límite de fatiga o fractura   |          |

  
**Gabriel Ramos Tinajas**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP N° 15941

|  |                     |   |                  |                     |
|--|---------------------|---|------------------|---------------------|
|  | UEI                 | MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE PUERTO BERMUDEZ  |                  |                     |
|  | NOMBRE DEL PROYECTO | "RENOVACION DE PUENTE; EN EL (LA) CAMINO VECINAL R190306 (PUENTE TUKER) DE LA CC.NN. SAN JOSE DE AZUPIZU, DISTRITO DE PUERTO BERMUDEZ, PROVINCIA OXAPAMPA, DEPARTAMENTO DE PASCO" |                  |                     |
|  | CÓDIGO SNIP         | -----   | CÓDIGO CUI       | 2640210             |
|  | REGIÓN              | PASCO   | DISTRITO         | PUERTO BERMUDEZ     |
|  | PROVINCIA           | OXAPAMPA  | COMUNIDAD NATIVA | SAN JOSE DE AZUPIZU |
| ESTUDIO DE ESTRUCTURAS Y OBRAS DE ARTE   |                     |   |                  |                     |

|                        |     |
|------------------------|-----|
| • Otros estados limite | 33% |
|------------------------|-----|

### C) SOBRECARGA POR EFECTO DE FRENADO FR

Se definió, de acuerdo al *Capítulo 2.4.3.5 Fuerza de Frenado: BR, del Manual de Diseño de Puentes*, como a la sobrecarga generada por frenado del vehículo de diseño sobre el tablero de puente, además la acción de dicha sobrecarga tomara en cuenta las posiciones de sobrecarga vehicular crítica y los factores de presencia múltiple, con estas consideraciones BR se tomó como el máximo entre:

- 25% de los pesos por eje del camión de diseño o tándem de diseño, o
- 5% del camión de diseño más la carga distribuida de diseño o 5% del tándem de diseño más la carga distribuida de diseño.

$$BR_{\text{diseño}} = (BR) \times (FPM)$$

Donde:

- BR : Fuerza de Frenado Máximo
- FPM : Factor de presencia múltiple, ver cuadro N° 24

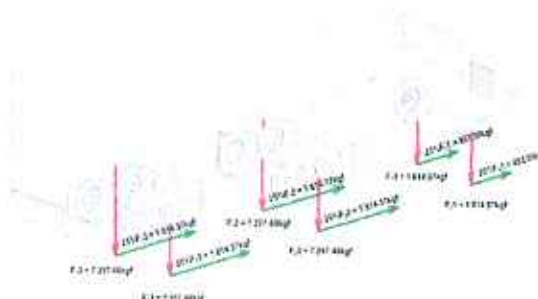


Figura N° 19: Fuerza de frenado por 25% de camión de diseño.

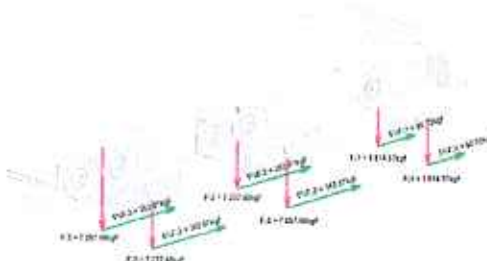


Figura N° 20: Fuerza de frenado por 5% de camión de diseño.

## 6.1.3. ACCIONES SÍSMICAS

### 6.1.3.1. CONSIDERACIONES NEGERALES

#### a) Norma Utilizada:

Norma Técnica: Manual de Diseño de Puentes - 2018

  
**Carlos Hinojosa**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP N° 16941



|  |                     |   |                  |                     |
|--|---------------------|---|------------------|---------------------|
|  | UEI                 | MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE PUERTO BERMUDEZ  |                  |                     |
|  | NOMBRE DEL PROYECTO | "RENOVACION DE PUENTE; EN EL (LA) CAMINO VECINAL R190306 (PUENTE TUKER) DE LA CC.NN. SAN JOSE DE AZUPIZU, DISTRITO DE PUERTO BERMUDEZ, PROVINCIA OXAPAMPA, DEPARTAMENTO DE PASCO" |                  |                     |
|  | CÓDIGO SNIP         |   | CÓDIGO CUI       | 2640210             |
|  | REGIÓN              | PASCO   | DISTRITO         | PUERTO BERMUDEZ     |
|  | PROVINCIA           | OXAPAMPA  | COMUNIDAD NATIVA | SAN JOSE DE AZUPIZU |

ESTUDIO D ESTRUCTURAS Y OBRAS DE ARTE

#### b) Método de Cálculo:

Método de Análisis: Dinámico Modal Espectral (Manual de Diseño de Puentes – 2018, Capítulo 2.4.3.11 Efectos de Sismo: EQ).

#### 6.1.3.2. CARACTERIZACIÓN Y PARÁMETROS DE CALCULO

##### a) Identificación de Suelo de Fundación

En base al estudio de mecánica de suelos y dentro de este, la evaluación del ensayo de CALICATAS, se procedió a identificar los estratos óptimos donde se plantean realizar la cimentación, además, se realizó un perfil geotécnico con ayuda del Programa Autodesk Civil 3D modulo GEOTECHNICAL MODELER mediante el método de Diferencias Dinámicas de Estratos.

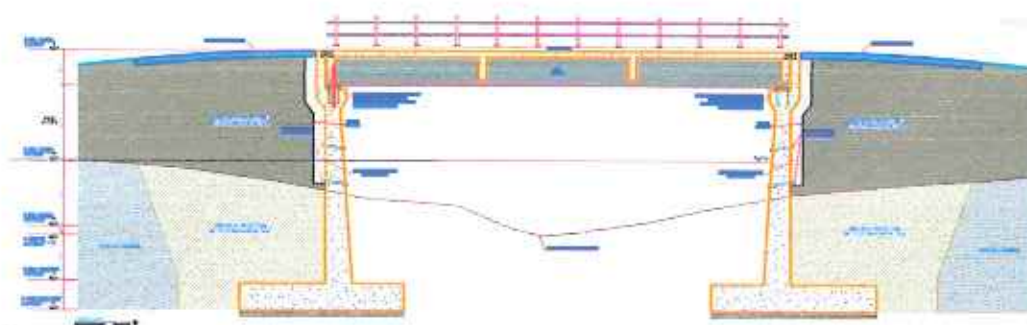


Figura N° 21: Perfil geotécnico de estratos e identificación de estratos de basamento.

De la figura 37 se identificó que los estratos probables de cimentación son:


| CUADRO N° 06: Identificación de estratos de Basamento: |                                     |
|--|-------------------------------------|
| Estrato  | $\sigma$ de capacidad admisible     |
| Estrato 1  | $2.39 \text{ kgf/cm}^2 \leq \sigma$ |

##### b) Identificación de Clase de Sitio

Se definió, de acuerdo al Capítulo 2.4.3.11.2.1.1 Definición de Clases de Sitio, del Manual de Diseño de Puentes, y se usó como parámetro de clasificación el valor de la resistencia a corte drenada  $SS_{uu}$ , pues según el estudio de geología y geotecnia ítem 2.9.3. "Parámetros de Diseño Sismorresistente. Por lo tanto, se tiene un tipo de suelo:

| CUADRO N° 07: Clasificación de Sitio en función de parámetros geotécnicos<br>(Adaptado de la tabla 2.4.3.11.2.1.1-1 del MANUAL DE DISEÑO DE PUENTES 2018) |   |
|---|---|
| A   | Roca dura con medida de velocidad de onda de corte, $\bar{v}_s > 1500.00 \text{ m/s}$   |
| B   | Roca con $750.00 \text{ m/s} < \bar{v}_s < 1500.00 \text{ m/s}$   |
| C   | Suelo muy denso y roca con $360.00 \text{ m/s} < \bar{v}_s < 750.00 \text{ m/s}$ , o con $N_{60} \geq 50$ , o $\bar{S}_u > 1.0 \text{ kg/cm}^2$ |
| D   | Suelo Rígido con $180.00 \text{ m/s} < \bar{v}_s < 360.00 \text{ m/s}$ , o $15 < N_{60} < 50$ , o $0.5 < \bar{S}_u < 1.0 \text{ kg/cm}^2$       |

  
Ramos Hinojosa  
INGENIERO CIVIL  
CIP N° 16941

|  |                     |   |                  |                     |
|--|---------------------|---|------------------|---------------------|
|  | UEI                 | MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE PUERTO BERMUDEZ  |                  |                     |
|  | NOMBRE DEL PROYECTO | "RENOVACION DE PUENTE; EN EL (LA) CAMINO VECINAL R190308 (PUENTE TUKER) DE LA CC.NN. SAN JOSE DE AZUPIZU, DISTRITO DE PUERTO BERMUDEZ, PROVINCIA OXAPAMPA, DEPARTAMENTO DE PASCO" |                  |                     |
|  | CÓDIGO SNIP         | -----   | CÓDIGO CUI       | 2640210             |
|  | REGIÓN              | PASCO   | DISTRITO         | PUERTO BERMUDEZ     |
|  | PROVINCIA           | OXAPAMPA  | COMUNIDAD NATIVA | SAN JOSE DE AZUPIZU |

ESTUDIO D ESTRUCTURAS Y OBRAS DE ARTE

|   |   |
|---|---|
| E | Perfil con $\bar{v}_s < 180.00$ m/s o con cualquier $\bar{N}_{60} < 15$ o $\bar{S}_u < 0.5$ kg/cm <sup>2</sup> o cualquier perfil con más de 3.0 m de arcilla blanda definida como suelo $PI < 20$ , $\omega > 40\%$ y $\bar{S}_u < 0.25$ kg/cm <sup>2</sup>  |
| F | Suelos que requieren evaluaciones específicas de sitio tales como: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Turbas o arcillas altamente orgánicas (<math>H &gt; 3.0</math>m de turba o arcilla altamente orgánica donde <math>H</math> = espesor del suelo)</li> <li>• Arcillas de alta plasticidad (<math>H &gt; 7.50</math>m con <math>PI &gt; 75</math>)</li> <li>• Estratos de Arcilla de buen espesor. Blandas o semirrígidas (<math>H &gt; 36.00</math>m).</li> </ul> |

De acuerdo al cuadro anterior y al estudio de geología y geotecnia se obtuvo que la clasificación de sitio para el puente es de **Tipo D**.

### c) Identificación de Factores de Sitio

Se identifico los factores de sitio, de acuerdo al Capítulo 2.4.3.11.2.1.2 Factores de Sitio, del Manual de Diseño de Puentes.

  
 Gabriel Ramos Hinojosa  
INGENIERO CIVIL  
CIP N° 169417

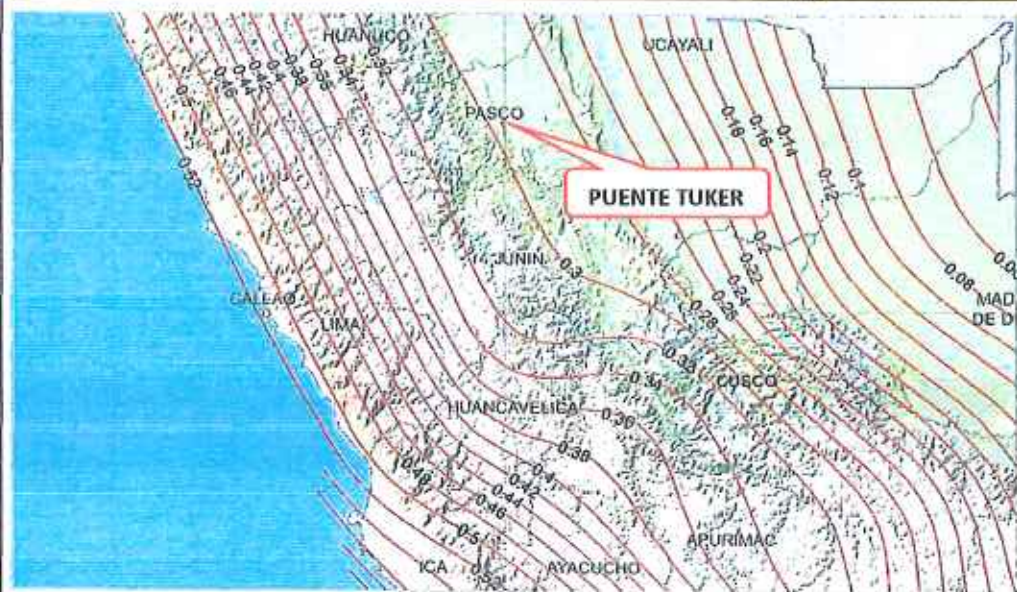




|                     |   |                  |                     |
|---------------------|---|------------------|---------------------|
| UEI                 | MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE PUERTO BERMUDEZ  |                  |                     |
| NOMBRE DEL PROYECTO | "RENOVACION DE PUENTE; EN EL (LA) CAMINO VECINAL R190306 (PUENTE TUKER) DE LA CC.NN. SAN JOSE DE AZUPIZU, DISTRITO DE PUERTO BERMUDEZ, PROVINCIA OXAPAMPA, DEPARTAMENTO DE PASCO" |                  |                     |
| CÓDIGO SNIP         | *****   | CÓDIGO CUI       | 2640210             |
| REGIÓN              | PASCO   | DISTRITO         | PUERTO BERMUDEZ     |
| PROVINCIA           | OXAPAMPA  | COMUNIDAD NATIVA | SAN JOSE DE AZUPIZU |

ESTUDIO D ESTRUCTURAS Y OBRAS DE ARTE

**CUADRO N° 08: Identificación de factor de Sitio  $F_{pga}$**



**PGA = 0.294**

| SITIO / PGA | PGA < 0.10 | PGA = 0.20 | PGA = 0.30 | PGA = 0.40 | PGA > 0.50 |
|-------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| A           | 0.80       | 0.80       | 0.80       | 0.80       | 0.80       |
| B           | 1.00       | 1.00       | 1.00       | 1.00       | 1.00       |
| C           | 1.20       | 1.20       | 1.10       | 1.00       | 1.00       |
| D           | 1.60       | 1.40       | 1.20       | 1.10       | 1.00       |
| E           | 2.50       | 1.70       | 1.20       | 0.90       | 0.90       |

**Interpolación para PGA = 0.294**

| PGA   |   | $F_{PGA}$ |
|-------|---|-----------|
| 0.30  | → | 1.20      |
| 0.20  | → | 1.40      |
| 0.294 | → | 1.22      |

*[Signature]*  
**Ramos Hinojosa**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP N° 16941



UEI

MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE PUERTO BERMUDEZ

NOMBRE DEL PROYECTO

"RENOVACION DE PUENTE; EN EL (LA) CAMINO VECINAL R190306 (PUENTE TUKER) DE LA CC.NN. SAN JOSE DE AZUPIZU, DISTRITO DE PUERTO BERMUDEZ, PROVINCIA OXAPAMPA, DEPARTAMENTO DE PASCO"

CÓDIGO SNIP

CÓDIGO CUI

2640210

REGIÓN

PASCO

DISTRITO

PUERTO BERMUDEZ

PROVINCIA

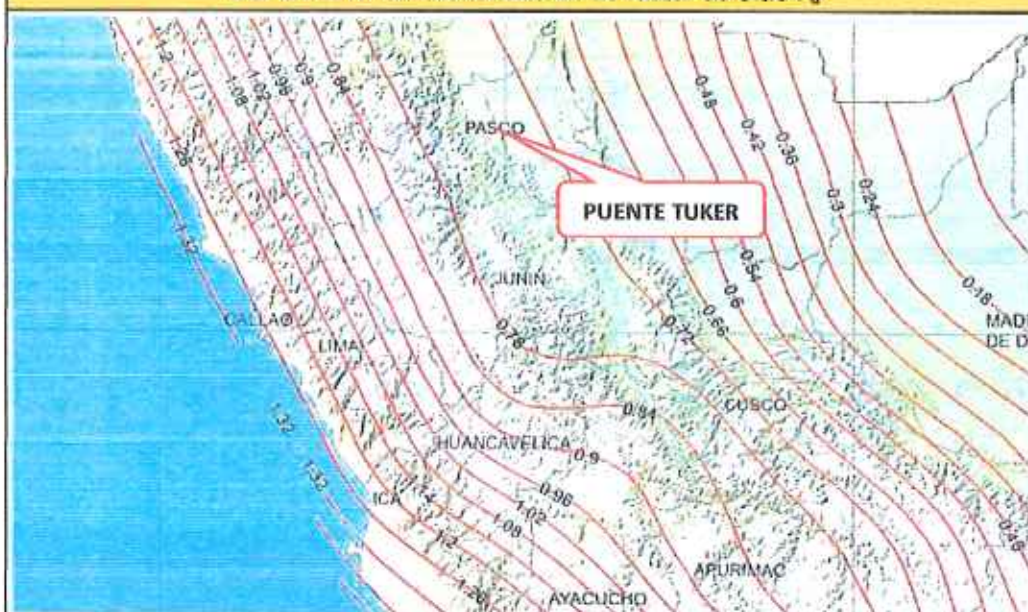
OXAPAMPA

COMUNIDAD NATIVA

SAN JOSE DE AZUPIZU

ESTUDIO D ESTRUCTURAS Y OBRAS DE ARTE

CUADRO N° 09: Identificación de factor de Sitio  $F_s$



$S_s = 0.74$

| SITIO / $S_s$ | $S_s < 0.25$ | $S_s = 0.50$ | $S_s = 0.75$ | $S_s = 1.00$ | $S_s > 1.25$ |
|---------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| A             | 0.80         | 0.80         | 0.80         | 0.80         | 0.80         |
| B             | 1.00         | 1.00         | 1.00         | 1.00         | 1.00         |
| C             | 1.20         | 1.20         | 1.10         | 1.00         | 1.00         |
| D             | 1.60         | 1.40         | 1.20         | 1.10         | 1.00         |
| E             | 2.50         | 1.70         | 1.20         | 0.90         | 0.90         |

Interpolación para  $S_s = 0.74$

| $S_s$ | $F_a$  |
|-------|--------|
| 0.50  | → 1.40 |
| 0.75  | → 1.20 |
| 0.74  | → 1.21 |

  
Guillermo Ramos Hinojosa  
INGENIERO CIVIL  
CIP N° 16941

ESTUDIO DE ESTRUCTURAS Y OBRAS DE ARTE

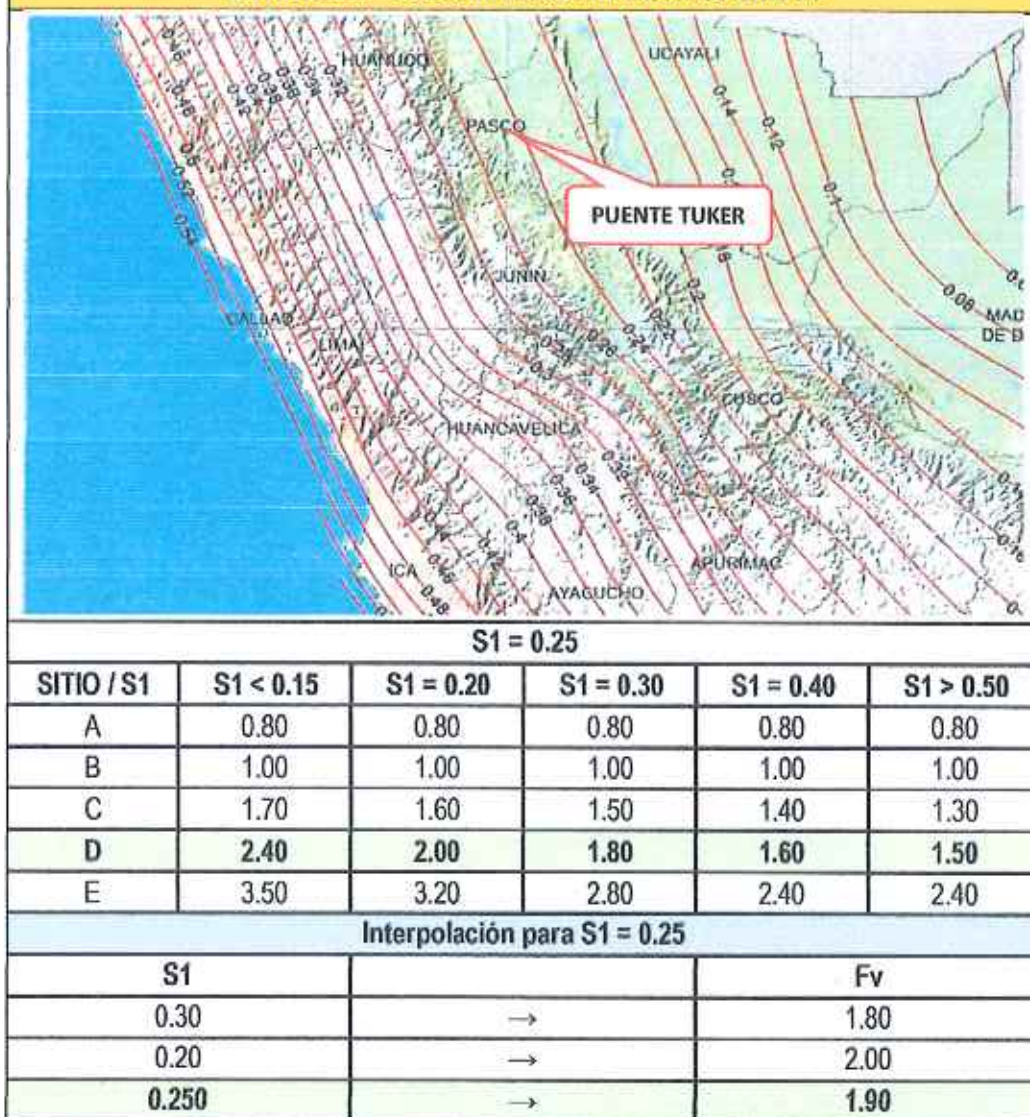




|                     |   |                  |                     |
|---------------------|---|------------------|---------------------|
| UEI                 | MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE PUERTO BERMUDEZ  |                  |                     |
| NOMBRE DEL PROYECTO | "RENOVACION DE PUENTE; EN EL (LA) CAMINO VECINAL R190306 (PUENTE TUKER) DE LA CC.NN. SAN JOSE DE AZUPIZU, DISTRITO DE PUERTO BERMUDEZ, PROVINCIA OXAPAMPA, DEPARTAMENTO DE PASCO" |                  |                     |
| CÓDIGO SNIP         | -----   | CÓDIGO CUI       | 2640210             |
| REGIÓN              | PASCO   | DISTRITO         | PUERTO BERMUDEZ     |
| PROVINCIA           | OXAPAMPA  | COMUNIDAD NATIVA | SAN JOSE DE AZUPIZU |

ESTUDIO D ESTRUCTURAS Y OBRAS DE ARTE

**CUADRO N° 10: Identificación de factor de Sitio Fv**



**d) Parámetros de Calculo Sísmico**

**CUADRO N° 11: Parámetros de Cálculo Sísmico**

| Definición  | Símbolo | Criterios                 | Valor |
|---|---------|---------------------------|-------|
| <b>Caracterización de Sitio:</b>                      |         |                           |       |
| Zona Sísmica  | Z       | Zona 4                    | 0.475 |
| (Manual de Diseño de Puentes, Tabla 2.4.3.11.5-1)     |         | $S_{D1} = F_v \times S_1$ |       |
| Tipo de Perfil de Suelo                               | S       | Suelo Rígido              | D     |
| (Manual de Diseño de Puentes, Tabla 2.4.3.11.2.1.1-1) |         | Estudio M.S.              |       |

0475  
Ramos Hinojosa  
INGENIERO CIVIL  
CIP N° 10941

|  |                     |   |                  |                     |
|--|---------------------|---|------------------|---------------------|
|  | UEI                 | MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE PUERTO BERMUDEZ  |                  |                     |
|  | NOMBRE DEL PROYECTO | "RENOVACION DE PUENTE; EN EL (LA) CAMINO VECINAL R190306 (PUENTE TUKER) DE LA CC.NN. SAN JOSE DE AZUPIZU, DISTRITO DE PUERTO BERMUDEZ, PROVINCIA OXAPAMPA, DEPARTAMENTO DE PASCO" |                  |                     |
|  | CÓDIGO SNIP         | *****   | CÓDIGO CUI       | 2640210             |
|  | REGIÓN              | PASCO   | DISTRITO         | PUERTO BERMUDEZ     |
|  | PROVINCIA           | OXAPAMPA  | COMUNIDAD NATIVA | SAN JOSE DE AZUPIZU |
| ESTUDIO D ESTRUCTURAS Y OBRAS DE ARTE  |                     |   |                  |                     |

**CUADRO N° 11: Parámetros de Cálculo Sísmico**

|   |           |  |              |
|---|-----------|--|--------------|
| <b>Factores de Sitio:</b>                                       |           |  |              |
| Factor de Sitio Periodo Cero                                    |           |  |              |
| (Manual de Diseño de Puentes, Tabla 2.4.3.11.2.1.2-1)           | $F_{PGA}$ | Suelo Tipo D                                     | <b>1.215</b> |
| Factor de Sitio Periodo Corto                                   |           |  |              |
| (Manual de Diseño de Puentes, Tabla 2.4.3.11.2.1.2-2)           | $F_a$     | Suelo Tipo D                                     | <b>1.208</b> |
| Factor de Sitio Periodo Largo                                   |           |  |              |
| (Manual de Diseño de Puentes, Tabla 2.4.3.11.2.1.2-3)           | $F_v$     | Suelo Tipo D                                     | <b>1.90</b>  |
| <b>Aceleraciones Espectrales en Roca Tipo B:</b>                |           |  |              |
| Periodo Cero  |           |  |              |
| (Manual de Diseño de Puentes, Apéndice A3)                      | PGA       | Mapa de isoaceleraciones en Roca, con $T = 0.0s$ | <b>0.294</b> |
| Periodo Corto   |           |  |              |
| (Manual de Diseño de Puentes, Apéndice A3)                      | $S_s$     | Mapa de isoaceleraciones en Roca, con $T = 0.2s$ | <b>0.740</b> |
| Periodo Largo   |           |  |              |
| (Manual de Diseño de Puentes, Apéndice A3)                      | $S_1$     | Mapa de isoaceleraciones en Roca, con $T = 1.0s$ | <b>0.250</b> |
| <b>Aceleraciones Espectrales Adecuadas a Suelo del Proyecto</b> |           |  |              |
| Periodo Cero  | $A_s$     | $A_s = PGA \times F_{PGA}$                       | <b>0.357</b> |
| (Manual de Diseño de Puentes, Capítulo 2.4.3.11.3.2)            |           |  |              |
| Periodo Corto   | $S_{DS}$  | $S_{DS} = S_s \times F_a$                        | <b>0.894</b> |
| (Manual de Diseño de Puentes, Capítulo 2.4.3.11.3.2)            |           |  |              |
| Periodo Largo   | $S_{D1}$  | $S_{D1} = S_1 \times F_v$                        | <b>0.475</b> |
| (Manual de Diseño de Puentes, Capítulo 2.4.3.11.3.2)            |           |  |              |
| <b>Periodos Característicos de Espectro de Cálculo</b>          |           |  |              |
| Periodo de Referencia   | $T_0$     | $T_0 = 0.2T_s$                                   | <b>0.106</b> |
| (Manual de Diseño de Puentes, Capítulo 2.4.3.11.3.2)            |           |  |              |
| Periodo de Transición   | $T_s$     | $T_s = S_{D1}/S_{DS}$                            | <b>0.531</b> |
| (Manual de Diseño de Puentes, Capítulo 2.4.3.11.3.2)            |           |  |              |


#### 6.1.3.3. DEFINICIÓN DEL ESPECTRO DE CALCULO

Se identifico los factores de sitio, de acuerdo al Capítulo 2.4.3.11.2.1.2 Factores de Sitio, del Manual de Diseño de Puentes

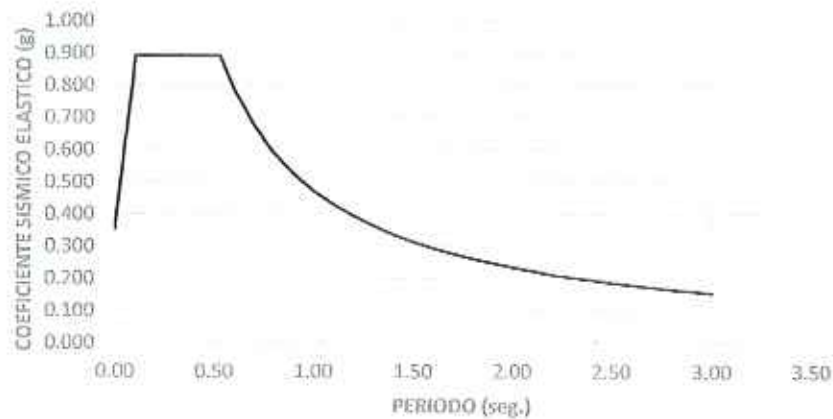
El espectro de aceleraciones de cálculo se desarrolló con los parámetros de cálculo sísmico, vistos anteriormente y de acuerdo al Capítulo 2.4.3.11.3.1 Diseño del Espectro de Respuesta del Manual de Diseño de Puentes.

  
  
**Carlos Ramos Hinojosa**  
 INGENIERO CIVIL  
 GIP N° 18941



|  |                     |   |                  |                     |
|--|---------------------|---|------------------|---------------------|
|  | UEI                 | MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE PUERTO BERMUDEZ  |                  |                     |
|  | NOMBRE DEL PROYECTO | "RENOVACION DE PUENTE; EN EL (LA) CAMINO VECINAL R190306 (PUENTE TUKER) DE LA CC.NN. SAN JOSE DE AZUPIZU, DISTRITO DE PUERTO BERMUDEZ, PROVINCIA OXAPAMPA, DEPARTAMENTO DE PASCO" |                  |                     |
|  | CÓDIGO SNIP         | -----   | CÓDIGO CUI       | 2640210             |
|  | REGIÓN              | PASCO   | DISTRITO         | PUERTO BERMUDEZ     |
|  | PROVINCIA           | OXAPAMPA  | COMUNIDAD NATIVA | SAN JOSE DE AZUPIZU |
| ESTUDIO O ESTRUCTURAS Y OBRAS DE ARTE  |                     |   |                  |                     |

## ESPECTRO DE RESPUESTA



Donde:

$$C_{sm} = A_s + (S_{DS} - A_s) \quad T_m < T_o$$


$$C_{sm} = S_{DS} \quad T_s \leq T_m < T_o$$

$$C_{sm} = \frac{S_{D1}}{T_m} \quad T_s \leq T_m < T_o$$

El valor máximo de las ordenadas espectrales es 0.985g

| CUADRO N° 12: Cuadro de valores para la obtención del espectro elastico |   |  |
|---|---|--|
| Periodo Tm Segundos   | Coef. De Aceleración sísmico elástico Ccm (g) | Observacion                                    |
| 0.00  | 0.357   | $T_m < T_o$<br>$C_{sm} = A_s + (S_{DS} - A_s)$ |
| 0.01  | 0.408   |  |
| 0.02  | 0.458   |  |
| 0.03  | 0.509   |  |
| 0.04  | 0.559   |  |
| 0.05  | 0.610   |  |
| 0.06  | 0.660   |  |
| 0.07  | 0.711   |  |
| 0.08  | 0.761   |  |
| 0.09  | 0.812   |  |
| 0.10  | 0.862   |  |
| <b>T0=0.106</b>   | <b>0.894</b>                                  | $T_s \leq T_m < T_o$<br>$C_{sm} = S_{DS}$      |
| 0.11  | 0.894   |  |
| 0.12  | 0.894   |  |
| <b>0.20</b>   | <b>SDS= 0.894</b>                             |  |
| 0.30  | 0.894   |  |

  
**Carlos Ramos Hinojosa**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP N° 18541

|  |                     |   |                  |                     |
|--|---------------------|---|------------------|---------------------|
|  | UEI                 | MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE PUERTO BERMUDEZ  |                  |                     |
|  | NOMBRE DEL PROYECTO | "RENOVACIÓN DE PUENTE; EN EL (LA) CAMINO VECINAL R190306 (PUENTE TUKER) DE LA CC.NN. SAN JOSE DE AZUPIZU, DISTRITO DE PUERTO BERMUDEZ, PROVINCIA OXAPAMPA, DEPARTAMENTO DE PASCO" |                  |                     |
|  | CÓDIGO SNIP         | *****   | CÓDIGO CUI       | 2640210             |
|  | REGIÓN              | PASCO   | DISTRITO         | PUERTO BERMUDEZ     |
|  | PROVINCIA           | OXAPAMPA  | COMUNIDAD NATIVA | SAN JOSE DE AZUPIZU |

ESTUDIO D ESTRUCTURAS Y OBRAS DE ARTE

|             |       |
|-------------|-------|
| 0.40        | 0.894 |
| 0.50        | 0.894 |
| $T_s=0.578$ | 0.894 |
| 0.60        | 0.792 |
| 0.70        | 0.679 |
| 0.80        | 0.594 |
| 0.90        | 0.528 |
| 1.00        | 0.475 |
| 1.10        | 0.432 |
| 1.20        | 0.396 |
| 1.30        | 0.365 |
| 1.40        | 0.339 |
| 1.50        | 0.317 |
| 1.60        | 0.297 |
| 1.70        | 0.279 |
| 1.80        | 0.264 |
| 1.90        | 0.250 |
| 2.00        | 0.238 |
| 2.10        | 0.226 |
| 2.20        | 0.216 |
| 2.30        | 0.207 |
| 2.40        | 0.198 |
| 2.50        | 0.190 |
| 2.60        | 0.183 |
| 2.70        | 0.176 |
| 2.80        | 0.170 |
| 2.90        | 0.164 |
| 3.00        | 0.158 |

$$T_s \leq T_m < T_o$$

$$C_{sm} = \frac{S_{D1}}{T_m}$$


g: Aceleración de la gravedad 9.81m/s<sup>2</sup>

## 6.2. MODELAMIENTO MATEMÁTICO – ESTRUCTURAL DE SUPERESTRUCTURA

El modelo matemático, figura 42, que permitió la evaluación del comportamiento estructural de la estructura del puente frente a las diferentes acciones que actúan sobre esta, desarrolladas en el capítulo 6.1.

  
 **Rafael Ramos Hinojosa**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP N° 18941



|  |                     |   |                  |                     |
|--|---------------------|---|------------------|---------------------|
|  | UEI                 | MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE PUERTO BERMUDEZ  |                  |                     |
|  | NOMBRE DEL PROYECTO | "RENOVACION DE PUENTE; EN EL (LA) CAMINO VECINAL R190306 (PUENTE TUKER) DE LA CC.NN. SAN JOSE DE AZUPIZU, DISTRITO DE PUERTO BERMUDEZ, PROVINCIA OXAPAMPA, DEPARTAMENTO DE PASCO" |                  |                     |
|  | CÓDIGO SNIP         | *****   | CÓDIGO CUI       | 2640210             |
|  | REGIÓN              | PASCO   | DISTRITO         | PUERTO BERMUDEZ     |
|  | PROVINCIA           | OXAPAMPA  | COMUNIDAD NATIVA | SAN JOSE DE AZUPIZU |

#### ESTUDIO DE ESTRUCTURAS Y OBRAS DE ARTE

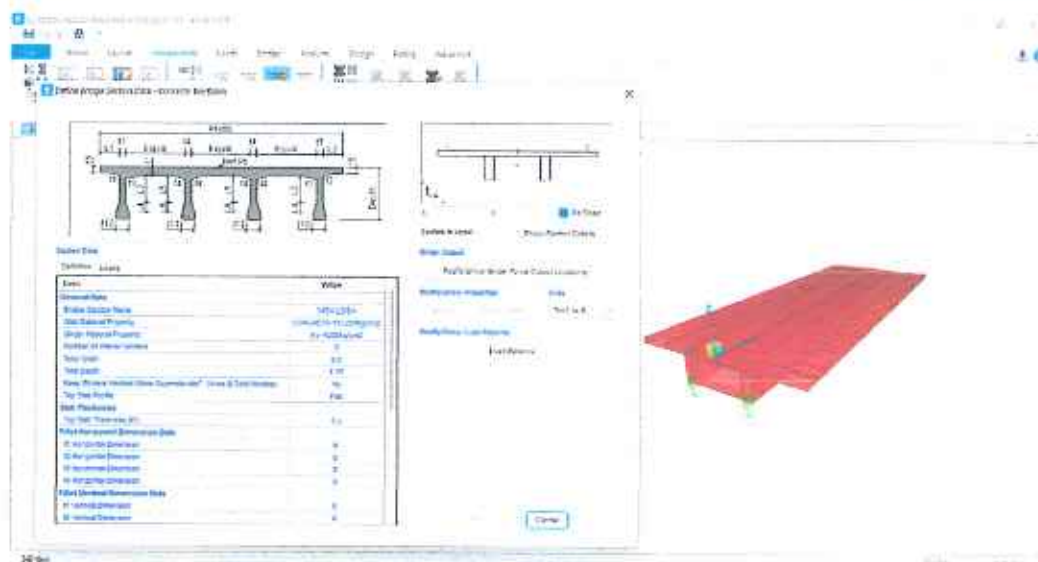


Figura N° 22: Modelo matemático de cálculo SCI Bridge V25.0

### 6.3. ANALISIS DE LINEAS DE INFLUENCIA EN SUPERESTRUCTURA

#### 6.3.1. ANALISIS DE CARGA CRITICA PARA TABLERO DE PUENTE

Se analizo la disposición de carga móvil en sus diferentes configuraciones de tal manera que genere los mayores esfuerzos sobre el tablero de puente.

##### Análisis para Disposición de Carga Móvil 1 definido como LL+IMP

Esta disposición está conformada por la combinación de posiciones de carga mostrada en la figura 34-a del capítulo 6.1.2, para esta disposición de carga se presentaron los siguientes esfuerzos críticos sobre el tablero de puente:

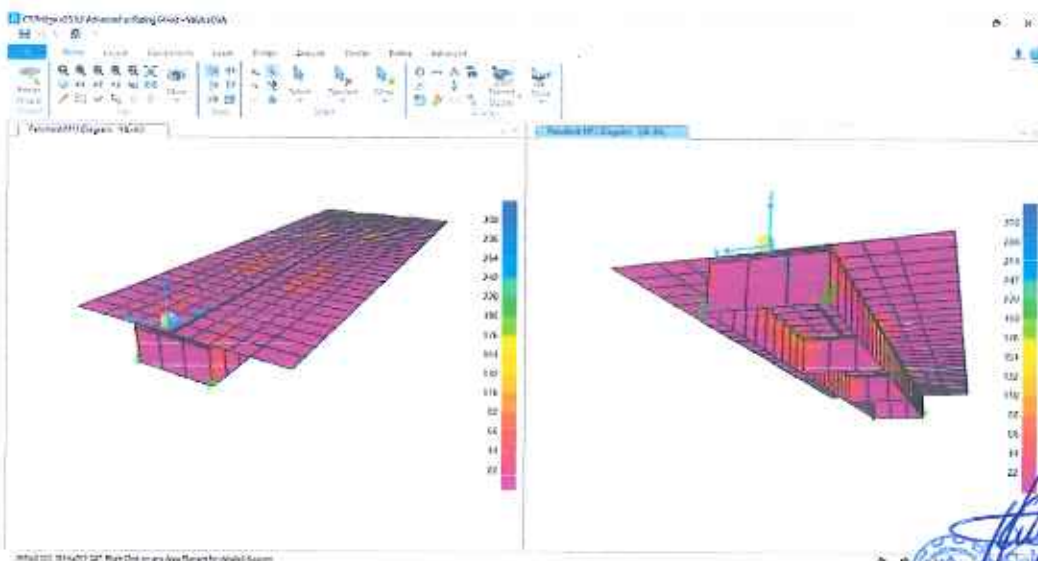



Figura N° 23: Máximos esfuerzos Positivos en la viga por carga LL+IM = 86.5191 Ton.m/m

  
**Gabriel Ramos Hinojosa**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP N° 16941

|  |                     |   |                  |                     |
|--|---------------------|---|------------------|---------------------|
|  | UEI                 | MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE PUERTO BERMUDEZ  |                  |                     |
|  | NOMBRE DEL PROYECTO | "RENOVACION DE PUENTE; EN EL (LA) CAMINO VECINAL R190306 (PUENTE TUKER) DE LA CC.NN. SAN JOSE DE AZUPIZU, DISTRITO DE PUERTO BERMUDEZ, PROVINCIA OXAPAMPA, DEPARTAMENTO DE PASCO" |                  |                     |
|  | CÓDIGO SNIP         | *****   | CÓDIGO CUI       | 2640210             |
|  | REGIÓN              | PASCO   | DISTRITO         | PUERTO BERMUDEZ     |
|  | PROVINCIA           | OXAPAMPA  | COMUNIDAD NATIVA | SAN JOSE DE AZUPIZU |

#### ESTUDIO DE ESTRUCTURAS Y OBRAS DE ARTE



### 6.3.2. ANALISIS DE CARGA CRITICA PARA REACCIONES EN LOS APOYOS

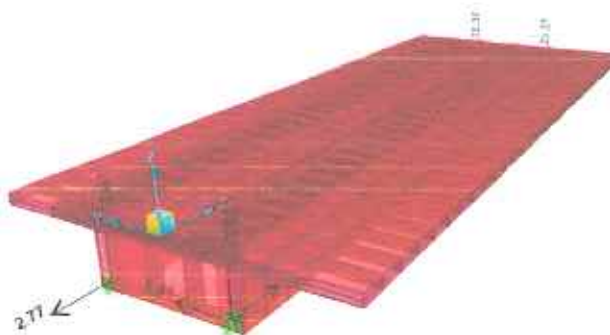


Figura N° 24: Máximas máximas reacciones en los apoyos por carga LL1

### 6.4. HIPOTESIS Y COMBINACIONES DE CARGA

Los esfuerzos máximos y mínimos se obtuvieron a partir de las combinaciones de hipótesis de carga definidos en los capítulos 2.3 Consideraciones Generales del Proyecto y 2.4 Cargas y Factores de Carga del Manual de Diseño de Puentes.


#### 6.4.1. ESTADOS LIMITES EVALUADOS

Según Manual de Diseño de Puentes

- Estado Limite de Resistencia.
- Estado Limite de Servicio.
- Estado Limite de Evento Extremo.

  
**Gabriel Ramos Hinojosa**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP N° 16941



|  |                     |   |                  |                     |
|--|---------------------|---|------------------|---------------------|
|  | UEI                 | MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE PUERTO BERMUDEZ  |                  |                     |
|  | NOMBRE DEL PROYECTO | "RENOVACION DE PUENTE; EN EL (LA) CAMINO VECINAL R190306 (PUENTE TUKER) DE LA CC.NN. SAN JOSE DE AZUPIZU, DISTRITO DE PUERTO BERMUDEZ, PROVINCIA OXAPAMPA, DEPARTAMENTO DE PASCO" |                  |                     |
|  | CÓDIGO SNIP         | *****   | CÓDIGO CUI       | 2640210             |
|  | REGIÓN              | PASCO   | DISTRITO         | PUERTO BERMUDEZ     |
|  | PROVINCIA           | OXAPAMPA  | COMUNIDAD NATIVA | SAN JOSE DE AZUPIZU |
| ESTUDIO D ESTRUCTURAS Y OBRAS DE ARTE  |                     |   |                  |                     |

#### 6.4.2. HIPOTESISID E CARGA

Según Manual de Diseño de Puentes

| CUADRO N° 11: Hipótesis de Carga |         |
|----------------------------------|---------|
| NOMBRE                           | Símbolo |
| Peso Propio                      | DC      |
| Carga Muerta                     | DW      |
| Carga Viva Vehicular             | LL      |
| Carga Dinámica Permitida         | IM      |
| Fuerza de Frenado                | BR      |
| Sismo Dinámico X1                | EQx     |
| Sismo Dinámico Y1                | EQy     |

#### 6.4.3. COMBINACIONES DE CARGA PARA ESTADO LIMITE DE SERVICIO

| CUADRO N° 12: Combinaciones de carga estado limite de servicio |          |
|--|----------|
| 1.   | DC+DW    |
| 2.   | LL+IM+BR |
| 3.   | EQx      |
| 4.   | EQy      |

#### 6.4.4. COMBINACIONES DE CARGA PARA ESTADO LIMITE DE RESISTENCIA

| CUADRO N° 13: Combinaciones de estado limite de resistencia |                                |
|---|--------------------------------|
| 5.  | $0.9DC+0.65DW+1.75(LL+IM+BR)$  |
| 6.  | $0.9DC+1.50DW+1.75(LL+IM+BR)$  |
| 7.  | $1.25DC+0.65DW+1.75(LL+IM+BR)$ |
| 8.  | $1.25DC+1.50DW+1.75(LL+IM+BR)$ |

#### 6.4.5. COMBINACIONES DE CARGA PARA ESTADO LIMITE EXTREMO

| CUADRO N° 13: Combinaciones de estado limite de evento Extremo |                                    |
|--|------------------------------------|
| 9.   | $DC+DW+0.50(LL+IM+BR)+EQx+0.3EQy$  |
| 10.  | $DC+DW+0.50(LL+IM+BR)+0.30EQx+EQy$ |

#### 6.5. DISEÑO Y COMPROBACION DE SUPERESTRUCTURA Y POR ESTADOS LIMITE

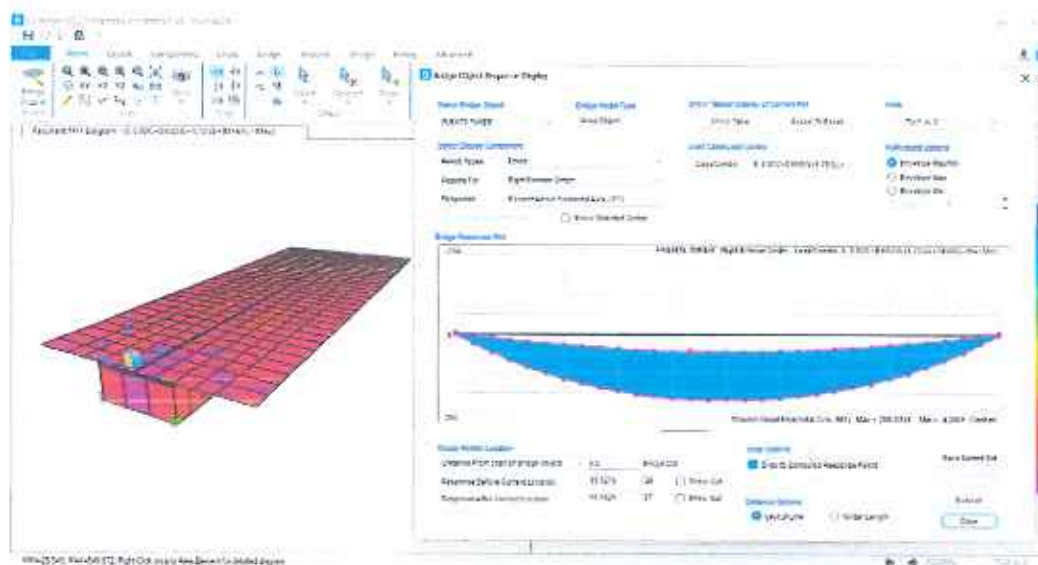
##### 6.5.1. DISEÑO Y COMPROBACION DE LOSA MACIZA DE SUPERESTRUCTURA

- COMBINACION:  $0.9DC+0.65DW+1.75(LL+IM+BR)$  ; MU =208.2213 Ton-m

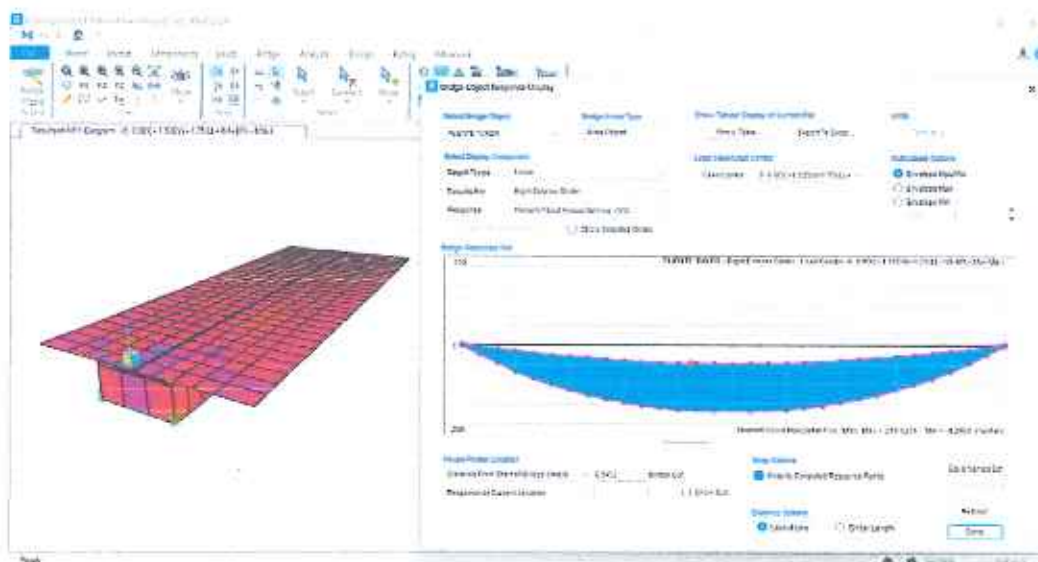
  
 General Hinojosa  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP. N° 16941

|  |                     |   |                  |                     |
|--|---------------------|---|------------------|---------------------|
|  | UEI                 | MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE PUERTO BERMUDEZ  |                  |                     |
|  | NOMBRE DEL PROYECTO | "RENOVACION DE PUENTE; EN EL (LA) CAMINO VECINAL R190306 (PUENTE TUKER) DE LA CC.NN. SAN JOSE DE AZUPIZU, DISTRITO DE PUERTO BERMUDEZ, PROVINCIA OXAPAMPA, DEPARTAMENTO DE PASCO" |                  |                     |
|  | CÓDIGO SNIP         |   | CÓDIGO CUI       | 2640210             |
|  | REGIÓN              | PASCO   | DISTRITO         | PUERTO BERMUDEZ     |
|  | PROVINCIA           | OXAPAMPA  | COMUNIDAD NATIVA | SAN JOSE DE AZUPIZU |

# ESTUDIO DE ESTRUCTURAS Y OBRAS DE ARTE



6. COMBINACION:  $0.9DC+1.50DW+1.75(LL+IM+BR)$ ;  $MU = 210.5273 \text{ ton-m}$



7. COMBINACION:  $1.25DC+0.65DW+1.75(LL+IM+BR)$   $MU = 229.6294 \text{ ton-m}$

  
**Gabriel Ramos Hinojosa**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP N° 16941

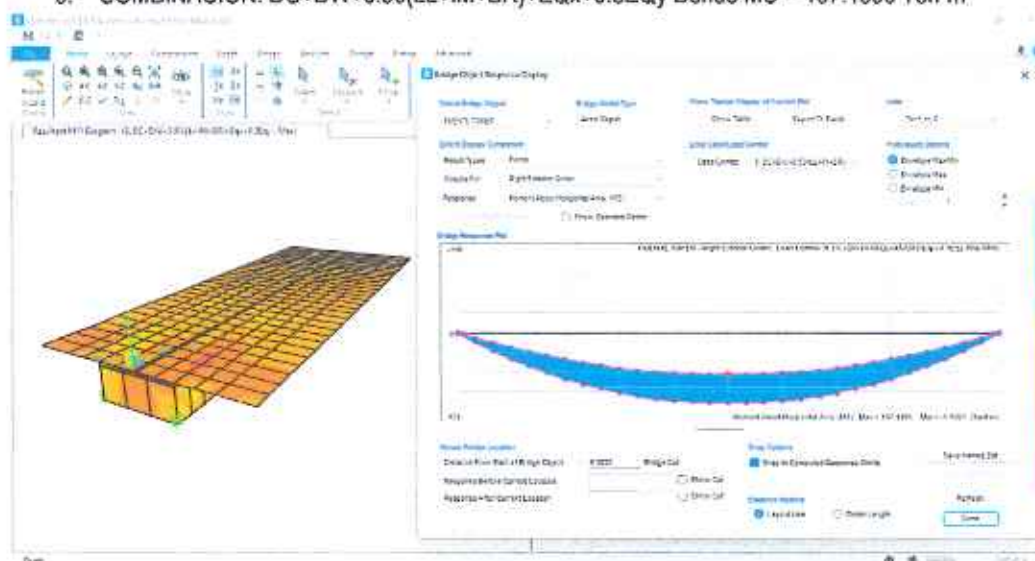




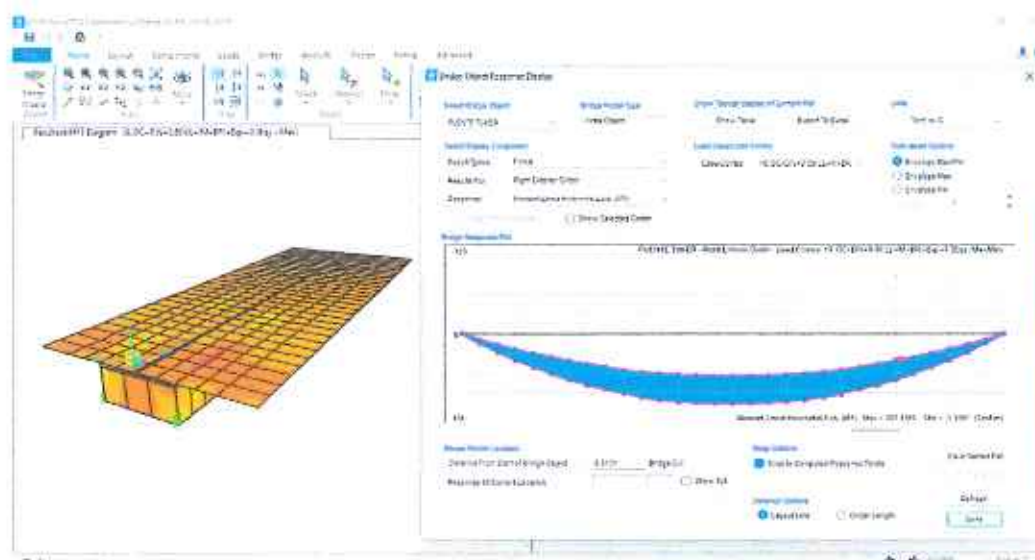
|  |                     |   |                  |                     |
|--|---------------------|---|------------------|---------------------|
|  | UEI                 | MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE PUERTO BERMUDEZ  |                  |                     |
|  | NOMBRE DEL PROYECTO | "RENOVACION DE PUENTE; EN EL (LA) CAMINO VECINAL R190306 (PUENTE TUKER) DE LA CC.NN. SAN JOSE DE AZUPIZU, DISTRITO DE PUERTO BERMUDEZ, PROVINCIA OXAPAMPA, DEPARTAMENTO DE PASCO" |                  |                     |
|  | CÓDIGO SNIP         |   | CÓDIGO CUI       | 2640210             |
|  | REGIÓN              | PASCO   | DISTRITO         | PUERTO BERMUDEZ     |
|  | PROVINCIA           | OXAPAMPA  | COMUNIDAD NATIVA | SAN JOSE DE AZUPIZU |

#### ESTUDIO D ESTRUCTURAS Y OBRAS DE ARTE

#### 9. COMBINACION: DC+DW+0.50(LL+IM+BR)+EQx+0.3EQy Donde MU = 107.1396 Ton-m



#### 10. COMBINACION: DC+DW+0.50(LL+IM+BR)+0.30EQx+Qy Donde: MU= 107.1386 Ton-m



#### 6.5.2. DISEÑO Y DE VIGA PRINCIPAL

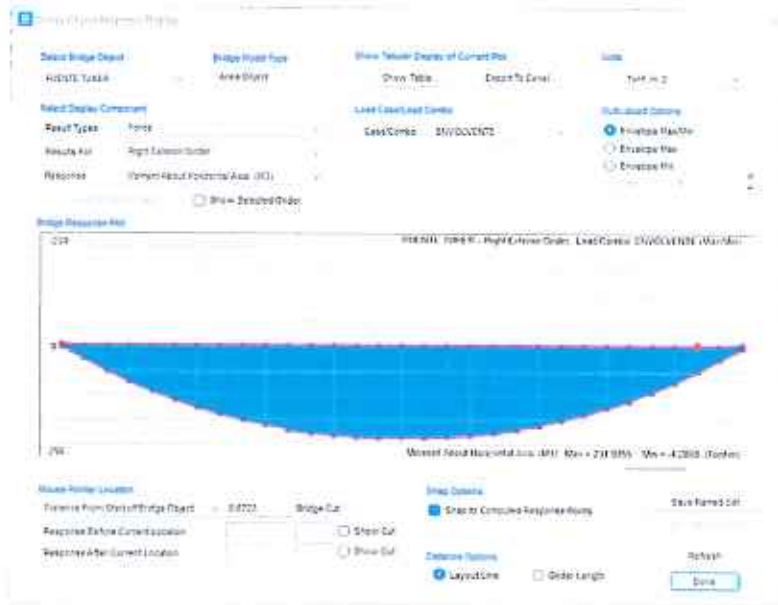
Teniendo como momento ultimo critico a 231.9355 Ton-m se procede a diseñar La viga principal de puente:

  
**Gabriel Ramos Hinojosa**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP N° 16941



|  |                     |   |                  |                     |
|--|---------------------|---|------------------|---------------------|
|  | UEI                 | MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE PUERTO BERMUDEZ  |                  |                     |
|  | NOMBRE DEL PROYECTO | "RENOVACION DE PUENTE; EN EL (LA) CAMINO VECINAL R190306 (PUENTE TUKER) DE LA CC.NN. SAN JOSE DE AZUPIZU, DISTRITO DE PUERTO BERMUDEZ, PROVINCIA OXAPAMPA, DEPARTAMENTO DE PASCO" |                  |                     |
|  | CÓDIGO SNIP         | *****   | CÓDIGO CUI       | 2640210             |
|  | REGIÓN              | PASCO   | DISTRITO         | PUERTO BERMUDEZ     |
|  | PROVINCIA           | OXAPAMPA  | COMUNIDAD NATIVA | SAN JOSE DE AZUPIZU |
| ESTUDIO D ESTRUCTURAS Y OBRAS DE ARTE  |                     |   |                  |                     |

$$M_U = 231.94 \text{ Ton-m}$$



#### Diseño de Refuerzo central:

Longitud de barra: **9.00 m**

Longitud de Desarrollo : **1.65 m**

Longitud de Tramo a Analizar: **5.70 m**    **2.85 und**

$$M_U = 200.50 \text{ Ton-m}$$

#### 1.00 DISEÑO DE VIGA

##### 01.01 DIMENSIONAMIENTO DEL ANCHO EFECTIVO

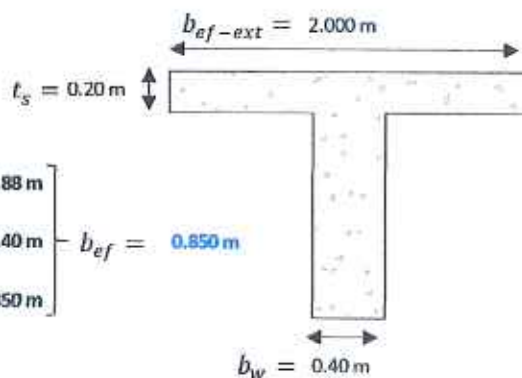
##### 01.01.1 VIGA EXTERIOR

Ancho efectivo :

$$\left. \begin{aligned} \frac{L_{ef}}{8} &= 15 \text{ m} / 8 &&= 1.88 \text{ m} \\ 6t_s + \frac{b_w}{2} &= 12 \times 0.2 \text{ m} + 0.4 \text{ m} / 2 &&= 1.40 \text{ m} \\ \text{Long de volado} &= 0.850 \text{ m} \end{aligned} \right\} b_{ef} = 0.850 \text{ m}$$

$$b_{ef-ext} = \frac{b_{ef-int}}{2} + b_{ef}$$

$$b_{ef-ext} = 2.3 \text{ m} / 2 + 0.85 \text{ m} = 2.000 \text{ m}$$



  
**Carlos Hinojosa**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP N° 16941

|  |                     |   |                  |                     |
|--|---------------------|---|------------------|---------------------|
|  | UEI                 | MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE PUERTO BERMUDEZ  |                  |                     |
|  | NOMBRE DEL PROYECTO | "RENOVACION DE PUENTE; EN EL (LA) CAMINO VECINAL R190306 (PUENTE TUKER) DE LA CC.NN. SAN JOSE DE AZUPIZU, DISTRITO DE PUERTO BERMUDEZ, PROVINCIA OXAPAMPA, DEPARTAMENTO DE PASCO" |                  |                     |
|  | CÓDIGO SNIP         | -----   | CÓDIGO CUI       | 2640210             |
|  | REGIÓN              | PASCO   | DISTRITO         | PUERTO BERMUDEZ     |
|  | PROVINCIA           | OXAPAMPA  | COMUNIDAD NATIVA | SAN JOSE DE AZUPIZU |
| ESTUDIO D ESTRUCTURAS Y OBRAS DE ARTE  |                     |   |                  |                     |

## 01.02 DISEÑO DE VIGAS

### 01.02.2 DISEÑO DE VIGA EXTERIOR

#### a) CÁLCULO DEL PERALTE EFECTIVO

Nº de Capas de Acero

2

$$e = 5\text{cm} + 1/2'' + 1'' + 1/2''$$

$$e = 10.08\text{ cm}$$

$$d = hv - e = 115\text{ cm} - 10.08\text{ cm}$$

$$d = 104.92\text{ cm}$$

#### b) DISEÑO POR FLEXIÓN


$$A_s = \frac{0.85 \cdot f'_c \cdot b \cdot d}{f_y} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot M_u}{0.85 \cdot \phi \cdot f'_c \cdot b \cdot d^2}} \right) \quad A_{s_{Min}} = \frac{0.22 \cdot \sqrt{f'_c}}{f_y} \cdot b \cdot d$$

$$\rho_b = \frac{0.85 \cdot f'_c \cdot \beta_1}{f_y} \cdot \left( \frac{6000}{6000 + f_y} \right) \quad A_{s_{Máx}} = 0.75 \cdot \rho_b \cdot b \cdot d$$

|                                   | TRAMO         |               |             |
|-----------------------------------|---------------|---------------|-------------|
|                                   | AS. CENTRAL   | AL BORDES     | AS MIN      |
| Mu (tn x m)                       | 231.94 Ton-m  | 200.50        | 77.31       |
| f'c (kg/cm2)                      | 280 kg/cm2    | 280           | 280 kg/cm2  |
| fy (kg/cm2)                       | 4200 kg/cm2   | 4200          | 4200 kg/cm2 |
| b (cm)                            | 40            | 40            | 40          |
| d (cm)                            | 104.92        | 104.92        | 104.92      |
| As Requerido (cm2)                | 68.28         | 57.51         | 20.37       |
| As Mínimo (cm2)                   | 10.07         | 10.07         | 10.07       |
| As Máximo (cm2)                   | 89.18         | 89.18         | 89.18       |
| As Colocado: As.1 + As.2 (cm2)    | 73.24         | 63.10         | 25.34       |
| As.1 (Continuo)                   | ØVar.         | 1"            | 1"          |
|                                   | Cantidad      | 5             | 5           |
| As.2 (Refuerzo)                   | ØVar.         | 1 3/8"        | 1 3/8"      |
|                                   | Cantidad      | 5             | 0           |
| Refuerzo Utilizado                | 5Ø1"+5Ø1 3/8" | 3Ø1"+5Ø1 3/8" | 5Ø1"        |
| Verificación: As coloc. > As req. | OK            | OK            | OK          |
| Verificación: As coloc. > As mín  | OK            | OK            | OK          |
| Verificación: As coloc. < As máx  | OK            | OK            | OK          |

  
**Gabriel Ramos Hinojosa**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP N° 16941"



|  |                     |   |                  |                     |
|--|---------------------|---|------------------|---------------------|
|  | UEI                 | MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE PUERTO BERMUDEZ  |                  |                     |
|  | NOMBRE DEL PROYECTO | "RENOVACION DE PUENTE; EN EL (LA) CAMINO VECINAL R190306 (PUENTE TUKER) DE LA CC.NN. SAN JOSE DE AZUPEZU, DISTRITO DE PUERTO BERMUDEZ, PROVINCIA OXAPAMPA, DEPARTAMENTO DE PASCO" |                  |                     |
|  | CÓDIGO SNIP         | *****   | CÓDIGO CUI       | 2640210             |
|  | REGIÓN              | PASCO   | DISTRITO         | PUERTO BERMUDEZ     |
|  | PROVINCIA           | OXAPAMPA  | COMUNIDAD NATIVA | SAN JOSE DE AZUPEZU |

ESTUDIO DE ESTRUCTURAS Y OBRAS DE ARTE

01.02.3 ACERO LATERAL  $A_{sk} = 0.001(d - 760)$

a) VIGA EXTERIOR  $A_{sk} = 0.001 \times (1049.2 \text{ mm} - 760 \text{ mm})$   $A_{sk} = 0.2892 \text{ mm}^2/\text{mm}$   
 $A_{sk} = 0.0289 \text{ cm}^2/\text{cm}$

$A_s = A_{sk} \times d = 0.0289 \text{ cm}^2/\text{cm} \times 104.92 \text{ cm} = 3.03 \text{ cm}^2$

Diámetro de acero ( $\phi$ ): 1/2"

# varillas (n): 2.39 und  $\approx$  3.00 und

#### 07.02.4 ESTRIBOS

Para los estribos se usarán acero de:  $\phi$  1/2" @0.25m

#### 01.03 CONTROL DE FISURACIÓN O AGRIETAMIENTO

##### 01.03.1 ESPACIAMIENTO ENTRE ACEROS

$$b_w = 2 \times 5 \text{ cm} + 2 \times \frac{1}{2}'' + n \times \phi + (n - 1)(x)$$

##### b) VIGA EXTERIOR

$$40 \text{ cm} = 2 \times 5 \text{ cm} + 2 \times 1.27 \text{ cm} + 5 \times 8.87 + (5 - 1)(x)$$

$$x = 3.82 \text{ cm} > 1'' \quad \text{Es correcto!}$$

##### 01.03.2 AREA EFECTIVA DE CONCRETO ALREDEDOR DEL REFUERZO A FLEXIÓN

$$A = \frac{2 \times e \times b_w}{n}$$

b) VIGA EXTERIOR  $A = 2 \times 10.08 \text{ cm} \times 40 \text{ cm} / 5 = 161.28 \text{ cm}^2$

##### 01.03.3 CALCULO DE ESFUERZO MÁXIMO ADMISIBLE $f_{s_{\text{máx adm}}} = \frac{z}{\sqrt[3]{e \times A}} \leq 0.60 f_y$

Parámetro de ancho de grieta: (z)

Condiciones moderadas de exposición  $z = 30000 \text{ kg/cm}^2$

##### a) VIGA INTERIOR

$$f_{s_{\text{máx adm}}} = 30000 \text{ kg/cm}^2 / (10.08 \text{ cm} \times 161.28 \text{ cm}^2)^{1/3} = 2551 \text{ kg/cm}^2$$


$$2551 \text{ kg/cm}^2 \leq 2520 \text{ kg/cm}^2 \quad f_{s_{\text{máx adm}}} = 2520 \text{ kg/cm}^2$$

##### b) VIGA EXTERIOR

$$f_{s_{\text{máx adm}}} = 30000 \text{ kg/cm}^2 / (10.08 \text{ cm} \times 161.28 \text{ cm}^2)^{1/3} = 2551 \text{ kg/cm}^2$$

$$2551 \text{ kg/cm}^2 \leq 2520 \text{ kg/cm}^2 \quad f_{s_{\text{máx adm}}} = 2520 \text{ kg/cm}^2$$

  
 Gerardo Ramos Hinojosa  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP N° 169417

|  |                     |   |                  |                     |
|--|---------------------|---|------------------|---------------------|
|  | UEI                 | MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE PUERTO BERMUDEZ  |                  |                     |
|  | NOMBRE DEL PROYECTO | "RENOVACION DE PUENTE; EN EL (LA) CAMINO VECINAL R190306 (PUENTE TUKER) DE LA CC.NN. SAN JOSE DE AZUPIZU, DISTRITO DE PUERTO BERMUDEZ, PROVINCIA OXAPAMPA, DEPARTAMENTO DE PASCO" |                  |                     |
|  | CÓDIGO SNIP         |   | CÓDIGO CUI       | 2640210             |
|  | REGIÓN              | PASCO   | DISTRITO         | PUERTO BERMUDEZ     |
|  | PROVINCIA           | OXAPAMPA  | COMUNIDAD NATIVA | SAN JOSE DE AZUPIZU |
| ESTUDIO DE ESTRUCTURAS Y OBRAS DE ARTE   |                     |   |                  |                     |

#### 01.03.4 CALCULO DE ESFUERZO MÁXIMO ACTUANTE

$$f_{s_{\max act}} = \frac{M_{DC} + M_{DW} + (M_{LL} + M_{IM} + M_{S/C})}{A_s \times j \times d}$$

##### b) VIGA EXTERIOR

$$f_{s_{\max act}} = \frac{[ 61.3875 \text{ Ton-m} + 86.5191 \text{ Ton-m} ] \times 10^5}{73.24 \text{ cm}^2 \times 0.89 \times 104.92 \text{ cm}}$$

$$f_{s_{\max act}} = 2162.82 \text{ kg/cm}^2 \quad 85.83\% \quad \text{Es correcto!!}$$

#### 01.04 CONTROL DE FATIGA

El rango entre el mínimo y máximo esfuerzo de tracción en el refuerzo causado por la carga viva mas impacto de las cargas de servicio no será mayor que le esfuerzo admisible.

##### 01.04.1 CÁLCULO DE ESFUERZO DE TRACCIÓN MÍNIMO

$$f_{\min} = \frac{M_{DC} + M_{DW}}{A_s \times j \times d}$$

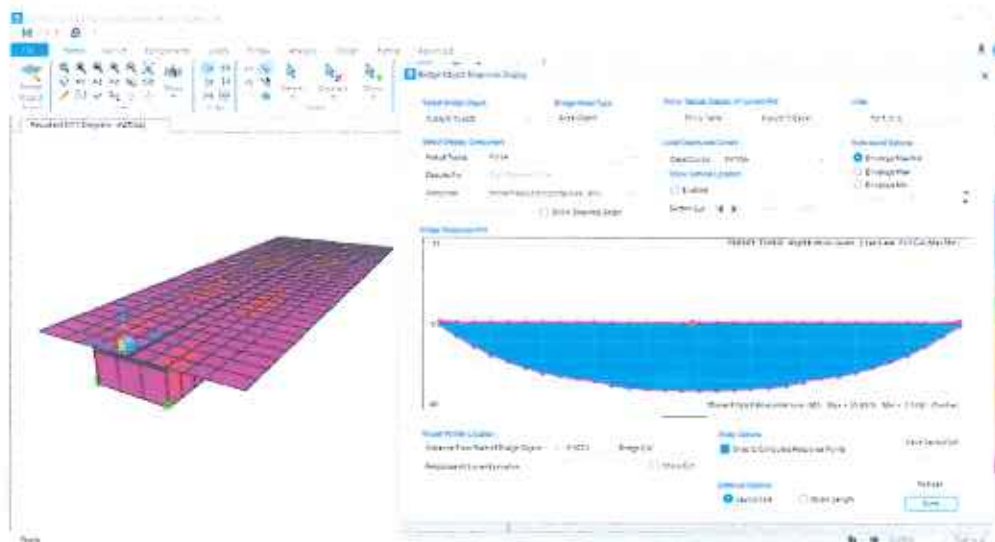
##### b) VIGA EXTERIOR

$$f_{\min} = \frac{[ 61.3875 \text{ Ton-m} ] \times 10^5}{73.24 \text{ cm}^2 \times 0.89 \times 104.92 \text{ cm}}$$

$$f_{\min} = 897.66 \text{ kg/cm}^2$$

##### 01.04.2 CÁLCULO DE ESFUERZO DE TRACCIÓN MÁXIMO

$$f_{\max} = \frac{0.75(M_{LL} + M_{IM})}{A_s \times j \times d}$$



##### a) VIGA INTERIOR Y EXTERIOR

$$f_{\max} = \frac{0.75 \times (35.4029 \text{ Ton-m}) \times 10^5}{73.24 \text{ cm}^2 \times 0.89 \times 104.92 \text{ cm}}$$

$$f_{\max} = 388.27 \text{ kg/cm}^2$$

  
**Gabriel Ramos Hinojosa**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP N° 16941



|  |                     |   |                  |                     |
|--|---------------------|---|------------------|---------------------|
|  | UEI                 | MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE PUERTO BERMUDEZ  |                  |                     |
|  | NOMBRE DEL PROYECTO | "RENOVACION DE PUENTE; EN EL (LA) CAMINO VECINAL R190306 (PUENTE TUKER) DE LA CC.NN. SAN JOSE DE AZUPIZU, DISTRITO DE PUERTO BERMUDEZ, PROVINCIA OXAPAMPA, DEPARTAMENTO DE PASCO" |                  |                     |
|  | CÓDIGO SNIP         | *****   | CÓDIGO CUI       | 2640210             |
|  | REGIÓN              | PASCO   | DISTRITO         | PUERTO BERMUDEZ     |
|  | PROVINCIA           | OXAPAMPA  | COMUNIDAD NATIVA | SAN JOSE DE AZUPIZU |
| ESTUDIO D ESTRUCTURAS Y OBRAS DE ARTE  |                     |   |                  |                     |

#### 01.04.3 CALCULO DEL ESFUERZO ADMISIBLE

$$f_{f adm} = 1450 + 0.33 \times f_{min} + 550 \times \frac{r}{h}, \quad \text{se puede asumir: } \frac{r}{h} = 0.30$$

#### b) VIGA EXTERIOR

$$f_{f adm} = 1450 \text{ kg/cm}^2 - 0.33 \times 864.147314220579 \text{ kg/cm}^2 + 550 \text{ kg/cm}^2 \times 0.30$$

$$f_{f adm} = 1329.83 \text{ kg/cm}^2$$

#### 01.04.4 COMPARACIÓN DE ESFUERZOS $f_{f adm} > f_{m\acute{a}x} - f_{m\acute{i}n}$

#### a) VIGA EXTERIOR

$$1329.83 \text{ kg/cm}^2 > 395.914222590551 \text{ kg/cm}^2 - 864.14731 \text{ Correcto!!!}$$

### 6.5.3. DISEÑO DE VIGA DIAFRAGMA

Teniendo como momento ultimo critico a 10.65 Ton-m se procede a diseñar La viga diafragma del puente:

#### 01 DISEÑO DE VIGA DIAGRAMA

##### 01.01 CALCULO DE MOMENTOS

#### a) DIMENSIONES


$$h_{vD} = 75 \text{ cm} \quad b_D = 2500 \text{ cm}$$



##### 01.02 DISEÑO DE VIGA DIAGRAMA

|                                   | TRAMO       |        |
|-----------------------------------|-------------|--------|
|                                   | AS. CENTRAL | AS MIN |
| Mu (tn x m)                       | 10.65 Ton-m | 0      |
| f'c (kg/cm2)                      | 280 kg/cm2  | 0      |
| fy (kg/cm2)                       | 4200 kg/cm2 | 0      |
| b (cm)                            | 25          | 25     |
| d (cm)                            | 68.73       | 68.73  |
| As Requerido (cm2)                | 4.19        | 4.12   |
| As Mínimo (cm2)                   | 4.12        | 4.12   |
| As Máximo (cm2)                   | 36.51       | 36.51  |
| As Colocada: As.1 + As.2 (cm2)    | 5.94        | 5.94   |
| As.1 (Continuo)                   | ØVar.       | 5/8"   |
|                                   | Cantidad    | 3      |
| As.2 (Refuerzo)                   | ØVar.       | 5/8"   |
|                                   | Cantidad    | 0      |
| Refuerzo Utilizado                | 3Ø5/8"      | 3Ø5/8" |
| Verificación: As coloc. > As req. | OK          | OK     |
| Verificación: As coloc. > As mín  | OK          | OK     |
| Verificación: As coloc. < As máx  | OK          | OK     |

  
 Carlos Ramos Hinojosa  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP N° 16941"

|  |                     |   |                  |                     |
|--|---------------------|---|------------------|---------------------|
|  | UEI                 | MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE PUERTO BERMUDEZ  |                  |                     |
|  | NOMBRE DEL PROYECTO | "RENOVACION DE PUENTE; EN EL (LA) CAMINO VECINAL R190306 (PUENTE TUKER) DE LA CC.NN. SAN JOSE DE AZUPIZU, DISTRITO DE PUERTO BERMUDEZ, PROVINCIA OXAPAMPA, DEPARTAMENTO DE PASCO" |                  |                     |
|  | CÓDIGO SNIP         | *****   | CÓDIGO CUI       | 2640210             |
|  | REGIÓN              | PASCO   | DISTRITO         | PUERTO BERMUDEZ     |
|  | PROVINCIA           | OXAPAMPA  | COMUNIDAD NATIVA | SAN JOSE DE AZUPIZU |

#### ESTUDIO D ESTRUCTURAS Y OBRAS DE ARTE

### 6.6. DISEÑO DE APOYO DE NEOPRENO

#### Método de diseño A (AASHTO artículo 14.7.5)\_unidades US

- 1.0).- Factor de forma  $S_f$  para un apoyo elastomérico rectangular sin agujeros, se calcula tanto para las capas superior e inferior de recubrimiento de neopreno, así como para las capas internas de neopreno.

$$S_f = \frac{LW}{2h_s(L+W)}$$

(14.7.5.1-1)

Si adopta la siguiente notación:

$S_{f\_recubrimiento}$ , para las capas de recubrimiento

$S_{f\_interna}$ , para las capas internas de neopreno

Donde:

L=Longitud del apoyo elastomérico rectangular (paralelo al eje longitudinal del puente) en (in)

$$L = 18 \text{ in}$$

W=Ancho del apoyo elastomérico rectangular (paralelo al eje transversal del puente) en (in)

$$W = 16 \text{ in}$$

$h_s$ =Espesor de la íesima capa de neopreno en el apoyo elastomérico en (mm), se refiere tanto a las capas de recubrimiento superior o inferior como a las capas internas, entonces hir puede adoptar la notación  $h_{recubrimiento}$ , o  $h_{interna}$

$$N_{n\_apoyos} = 1$$

Número de apoyos en los que se distribuye la fuerza cortante horizontal  
Reducir espesor

$$h_{recubrimiento} = 0.6000 \text{ in}$$

$$h_{interna} = 0.7000 \text{ in}$$

$$h_{r\_Cap\_Neop.} = 2.6000 \text{ in}$$

$$N_{pl\_placas} = 3$$

$$h_{pl\_refuerzo} = 0.0500 \text{ in}$$

$$H_{apoyo} = 2.7500 \text{ in}$$

Espesor total capas neopreno

(Número de placas de acero)

(Espesor de la placa de acero)

(Espesor total del apoyo)

Notas: conforme al artículo 14.7.5.1 de AASHTO  
n1).- las capas de recubrimiento de neopreno superior e inferior, no deberán tener un espesor mayor que el 70% del espesor de las capas de neopreno internas.

$$S_{f\_recubrimiento} = 7.06 \text{ adm (Art. 14.7.6.1 y 14.7.5.1)}$$

$$S_{f\_interna} = 6.05 \text{ adm (Art. 14.7.6.1 y 14.7.5.1)}$$

n2).- todas las capas internas de neopreno deberán tener el mismo espesor

- 2.0.0).- Datos de materiales a emplear: (Art. 14.7.6.2 y 14.7.5.2)

2.0.1) Dureza del elastómero:  $D_{shore A} = 60$

2.0.2) Modulo en cortante del elastómero:  $G = 0.15 \text{ Ksi}$

2.0.3) Deformación por flujo plástico del elastómero en 25 años dividida entre la deformación instantánea

se obtiene de la tabla 14.7.5.2-1

2.0.4) Esfuerzo de fluencia del acero de las placas de refuerzo

$$F_y = 50 \text{ Ksi}$$

$0.6 < G < 0.175 \text{ Ksi}$  (Tabla 14.7.5.2-1)

adimensional (Tabla 14.7.5.2-1)

| Esfuerzo de fluencia del acero de las placas de refuerzo | Esfuerzo de fluencia del acero de las placas de refuerzo |      |      |
|--|--|------|------|
|  | 50   | 60   | 70   |
| Esfuerzo de fluencia del acero de las placas de refuerzo | 0.00   | 0.00 | 0.00 |

- 3.0.0).- Revisión de esfuerzos de compresión: (Art. 14.7.6.3.2)

3.0.1).- Se debe cumplir:  $\sigma_s \leq 1.0 \text{ ksi}$

$$\sigma_s \leq 1.0 \cdot G \cdot S \text{ Ksi}$$

$$\sigma_s \leq 1.0 \cdot G \cdot S_{interna} = 0.908 \text{ Ksi}$$

3.0.2).- Cargas:

| Cargas gravitacionales   | Magnitud<br>Kip |
|--|-----------------|
| Estado limite de servicio I, Peso propio, $DL_{serv}$            | 34.58           |
| Estado limite de servicio I, Carga permanente, $DL_{serv}$       | 0.00            |
| Estado limite de servicio I, Carga viva máxima, $LL_{serv}$      | 0.00            |
| Estado limite de servicio I, Carga vehicular máxima, $LL_{serv}$ | 78.41           |
| Incluyendo la asignación de carga dinámica                       |                 |
| Carga vertical mínima, debida a cargas permanentes, $P_{sd}$     | 34.58           |

  
Gabriel Ramos Hinojosa  
INGENIERO CIVIL  
CIP N° 16941



|  |                     |   |                  |                     |
|--|---------------------|---|------------------|---------------------|
|  | UEI                 | MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE PUERTO BERMUDEZ  |                  |                     |
|  | NOMBRE DEL PROYECTO | "RENOVACION DE PUENTE; EN EL (LA) CAMINO VECINAL R190306 (PUENTE TUKER) DE LA CC.NM. SAN JOSE DE AZUPIZU, DISTRITO DE PUERTO BERMUDEZ, PROVINCIA OXAPAMPA, DEPARTAMENTO DE PASCO" |                  |                     |
|  | CÓDIGO SNIP         | -----   | CÓDIGO CUI       | 2640210             |
|  | REGIÓN              | PASCO   | DISTRITO         | PUERTO BERMUDEZ     |
|  | PROVINCIA           | OXAPAMPA  | COMUNIDAD NATIVA | SAN JOSE DE AZUPIZU |

**ESTUDIO DE ESTRUCTURAS Y OBRAS DE ARTE**

| Cargas horizontales                                       | Magnitud<br>Kip |
|---|-----------------|
| Sismo en dirección X (transversal)                        | 4.99            |
| Sismo en dirección Y (longitudinal)                       | 19.97           |
| Viento en estructura en dirección X, Wsx (transversal)    | 3.46            |
| Viento en estructura en dirección Y, Wsy (longitudinal)   | 0.00            |
| Viento sobre vehiculos en dirección X, WLx (transversal)  | 0.00            |
| Viento sobre vehiculos en dirección Y, WLy (longitudinal) | 0.00            |

3.0.3).- Cálculo de  $\sigma_s$

$$\sigma_s = \frac{DL_{serv} + LL_{serv}}{(L_{pad} \cdot W_{pad})} \quad \sigma_s = 0.392 \text{ Ksi}$$

verificación  $\sigma_s \leq 1.0 \cdot G \cdot S_{relimo}$  OK

3.0.4).- Cálculo de  $\sigma_L$  esfuerzo de compresión solo para la carga viva  $LL_{serv}$

$$\sigma_L = \frac{LL_{serv}}{(L_{pad} \cdot W_{pad})} \quad \sigma_L = 0.272 \text{ Ksi}$$

4.0.0).- Cálculo del desplazamiento por compresión debido a la carga total en el estado límite de servicio, se emplea la siguiente ecuación y las tablas de la figura C 14.7.5.3.3-1

$$\delta = \sum \epsilon_i \cdot h_{ri} \quad (\text{Art. 14.7.5.3.3})$$

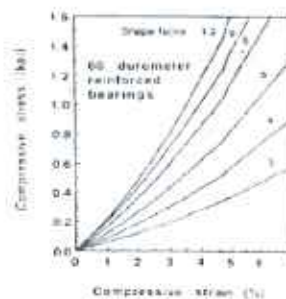
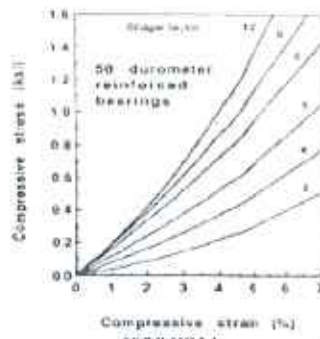


Figure C14.7.5.3.3-1 - Stress-Strain Curves

GRAFICA 2

Utilizando la GRAFICA 2,\* Para dureza shore A 60  
un esfuerzo de compresión  $\sigma_s = 0.392 \text{ Ksi}$   
y un factor de forma  $S_{relimo} = 6.05$

se lee una deformación por compresión  $\epsilon_{int} = 0.020$

La deflexión instantanea es entonces: (Art. 14.7.5.3.3)

$$\delta_{inst} = 2(\epsilon_{int})(h_{recubrimiento}) + \text{Número de placas internas}(\epsilon_{int})(h_{interna}) = 0.052 \text{ in}$$

Se evalua la deflexión por flujo plástico  $\delta_{flujo \text{ plástico}} = C_d \cdot \delta_{inst} = 0.018 \text{ in}$

la deflexión total es entonces:  $\delta_{total} = \delta_{inst} + \delta_{flujo \text{ plástico}} = 0.070 \text{ in}$

(Art. 14.7.6.3.3) La deflexión inicial por compresión en cualquier capa de un apoyo elastómerico reforzado con placas de acero en el estado límite de servicio sin considerar asignación de cargas dinamicas, no deberá de exceder  $0.07h_{entena} = 0.049 \text{ in}$

  
Gabriel Ramos Hinojosa  
INGENIERO CIVIL  
CIP N° 16941

|  |                     |   |                  |                     |
|--|---------------------|---|------------------|---------------------|
|  | UEI                 | MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE PUERTO BERMUDEZ  |                  |                     |
|  | NOMBRE DEL PROYECTO | "RENOVACION DE PUENTE; EN EL (LA) CAMINO VECINAL R190306 (PUENTE TUKER) DE LA CC.NN. SAN JOSE DE AZUPEZU, DISTRITO DE PUERTO BERMUDEZ, PROVINCIA OXAPAMPA, DEPARTAMENTO DE PASCO" |                  |                     |
|  | CÓDIGO SNIP         | *****   | CÓDIGO CUI       | 2640210             |
|  | REGIÓN              | PASCO   | DISTRITO         | PUERTO BERMUDEZ     |
|  | PROVINCIA           | OXAPAMPA  | COMUNIDAD NATIVA | SAN JOSE DE AZUPEZU |
| ESTUDIO D ESTRUCTURAS Y OBRAS DE ARTE  |                     |   |                  |                     |

Se revisa primero el requerimiento del Art. 14.7.6.3.3 usando la deflexión calculada para el estado limite de servicio incluyendo la asignación de cargas dinámicas, en el caso de que no se cumpla el requerimiento, entonces la deflexión sin considerar la asignación de cargas dinámicas deberá ser calculada

$$\delta_{int1_{capa}} = (\epsilon_{int})(h_{interna}) = 0.014 \text{ in OK}$$

No es necesario calcular la deflexión sin considerar la asignación de cargas dinámicas

#### 5.0.0).- Deformaciones por cortante (Art. 14.7.6.3.4)

Se realiza la revisión de las deformaciones por cortante para asegurar que el apoyo es capaz de permitir el movimiento horizontal anticipado del puente.

También se limita la deformación por cortante para evitar el vuelco de los bordes y delaminación del apoyo causadas por fatiga debida a expansiones y contracciones ciclicas.

El apoyo debe satisfacer :  $h_{r. Cap. Noop.} \geq 2\Delta_s$

$$h_{r. Cap. Noop.} = 2.600 \text{ in}$$

$$\Delta_{contr} = 1.000 \text{ in} \quad \text{Este dato puede corresponder a expansión o contracción termica, utilizar el mayor valor}$$

$$YTU = 1.200 \quad \text{Factor de carga, se toma de la tabla 3.4.1.1, (Art. 3.4.1)}$$

Tabla 3.4.1.1. Factores de carga y coeficientes

| Condición               | Factor de carga | Coeficiente |
|-------------------------|-----------------|-------------|
| 1. Carga muerta         | 1.0             | 1.0         |
| 2. Carga viva           | 1.5             | 1.0         |
| 3. Carga de viento      | 1.0             | 1.0         |
| 4. Carga de temperatura | 1.0             | 1.0         |
| 5. Carga de impacto     | 1.0             | 1.0         |
| 6. Carga de corrosión   | 1.0             | 1.0         |
| 7. Carga de fatiga      | 1.0             | 1.0         |
| 8. Carga de explosión   | 1.0             | 1.0         |
| 9. Carga de terremoto   | 1.0             | 1.0         |
| 10. Carga de otros      | 1.0             | 1.0         |

$$\Delta_s = YTU \cdot \Delta_{contr} = 1.200 \text{ in}$$

$$2\Delta_s = 2.400 \text{ in}$$

$$2.600 \geq 2.400 \quad \text{OK}$$

#### 6.0.0).- Revisión de la rotación del apoyo. (Art. 14.7.6.3.5)

Se deben cumplir las siguientes condiciones:

$$\sigma_s \geq 0.5G \cdot S \cdot \left( \frac{L}{h_{ri}} \right)^2 \cdot \frac{\theta_{sx}}{n}$$

$$\sigma_s \geq 0.5G \cdot S \cdot \left( \frac{W}{h_{ri}} \right)^2 \cdot \frac{\theta_{sz}}{n}$$

Asociado con la rotación sobre el eje transversal (perpendicular al eje de la trabe)

Asociado con la rotación sobre el eje longitudinal (paralelo al eje de la trabe)

$$\sigma_s = 0.392 \text{ Ksi}$$

$$\theta_{sx} = 0.00150 \text{ rad} \quad (\text{dato de análisis})$$

$$n = 3 \quad (\text{Art. 14.7.6.3.5d})$$

$$h_{interna} = 0.7000 \text{ in}$$

$$L = 18.0 \text{ in}$$

$$0.5G \cdot S \cdot \left( \frac{L}{h_{ri}} \right)^2 \cdot \frac{\theta_{sx}}{n} = 0.1500 \text{ Ksi} \quad \text{OK}$$

#### 7.0.0).- Revisión de la estabilidad del apoyo (Art. 14.7.6.3.6)

El espesor total del apoyo, no debe exceder al menor de los valores L/3 o W/3

  
**Gabriel Ramos Hinojosa**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP N° 16941



|  |                     |   |                  |                     |
|--|---------------------|---|------------------|---------------------|
|  | UEI                 | MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE PUERTO BERMUDEZ  |                  |                     |
|  | NOMBRE DEL PROYECTO | "RENOVACION DE PUENTE; EN EL (LA) CAMINO VECINAL R190306 (PUENTE TUKER) DE LA CC.NN. SAN JOSE DE AZUPIZU, DISTRITO DE PUERTO BERMUDEZ, PROVINCIA OXAPAMPA, DEPARTAMENTO DE PASCO" |                  |                     |
|  | CÓDIGO SNIP         | *****   | CÓDIGO CUI       | 2840210             |
|  | REGIÓN              | PASCO   | DISTRITO         | PUERTO BERMUDEZ     |
|  | PROVINCIA           | OXAPAMPA  | COMUNIDAD NATIVA | SAN JOSE DE AZUPIZU |
| ESTUDIO DE ESTRUCTURAS Y OBRAS DE ARTE   |                     |   |                  |                     |

$$\begin{aligned} L/3 &= 6.000 \text{ in} & H_{\text{apoyo}} &= 2.750 \text{ in} & \text{OK} \\ W/3 &= 5.333 \text{ in} \\ \text{Valor mínimo} &= 5.333 \text{ in} \end{aligned}$$

- 8.0.0).- Revisión de las placas de acero de refuerzo: (Art. 14.7.6.3.7) (Art. 14.7.5.3.7)  
el espesor de las placas de acero de refuerzo, debe ser capaz de controlar los esfuerzos de tensión inducidos por la compresión del apoyo. El espesor de las placas también debe satisfacer los requerimientos de las especificaciones de AASHTO LRFD para construcción de puentes,

$$\text{se debe cumplir: } h_{\text{refuerzo}} \geq \frac{3h_{\text{max}} \cdot \sigma_s}{F_y} \quad \text{donde: } h_{\text{max}} = h_{\text{externa}} \quad \sigma_s = 0.392 \text{ Ksi}$$

$$h_{\text{refuerzo propuesta}} = 0.0500 \text{ in}$$

$$\frac{3h_{\text{max}} \cdot \sigma_s}{F_y} = 0.0165 \text{ in} \quad h_{\text{refuerzo propuesta}} = \frac{3h_{\text{max}} \cdot \sigma_s}{F_y} \text{ OK}$$

- 8.0.1).- Para el estado límite de fatiga, se debe satisfacer:

$$h_{\text{refuerzo}} \geq \frac{2h_{\text{max}} \cdot \sigma_L}{\Delta F_{TH}} \quad \sigma_L = 0.272 \text{ Ksi} \quad \Delta F_{TH} \text{ se obtiene de la tabla 6.6.1.2.5-3}$$

$$\frac{2h_{\text{max}} \cdot \sigma_L}{\Delta F_{TH}} = 0.0159 \text{ in}$$

$$\Delta F_{TH} = 24.00 \text{ Ksi}$$

$$h_{\text{refuerzo propuesta}} = \frac{2h_{\text{max}} \cdot \sigma_L}{\Delta F_{TH}} \text{ OK}$$



- 9.0.0).- Diseño revisión de anclaje (Art. 14.7.6.4)

El apoyo deberá ser anclado (asegurado) contra movimiento transversal horizontal, si la fuerza cortante factorizada, correspondiente al estado límite de resistencia sostenida por el apoyo, excede 1/5 de la fuerza vertical mínima  $P_{sd}$  correspondiente a la condición de carga permanente.

$$\text{Fuerza vertical mínima } P_{sd} = 34.58 \text{ K} \quad (1/5)\text{Fuerza vertical mínima } P_{sd} = 6.92 \text{ K}$$

$$\text{Fuerza cortante horizontal, debida a la acción del viento en dirección transversal actuando sobre la estructura del puente } W_{sx} = 3.46 \text{ K}$$

$$\text{Fuerza cortante horizontal, debida a la acción del viento en dirección transversal actuando sobre los vehículos } W_{Lx} = 0.00 \text{ K}$$

- 9.0.1).- Cálculo de la fuerza cortante horizontal que rige el diseño para los estados límites de resistencia III y resistencia V

- 9.0.1.1).- Cálculo de la fuerza cortante factorizada por apoyo para resistencia III

$$\gamma_{WS} = 1.40 \quad \gamma_{WL} = 0.00 \quad (\text{factores obtenidos de la tabla 3.4.1-1})$$

$$V_{\text{windstr III}} = \frac{\gamma_{WS} \cdot W_{sx} + \gamma_{WL} \cdot W_{Lx}}{N_{\text{apoyos}}} = 4.84 \text{ K}$$

- 9.0.1.2).- Cálculo de la fuerza cortante factorizada por apoyo para resistencia V

$$\gamma_{WS} = 0.40 \quad \gamma_{WL} = 1.00 \quad (\text{factores obtenidos de la tabla 3.4.1-1})$$

$$V_{\text{windstr V}} = \frac{\gamma_{WS} \cdot W_{sx} + \gamma_{WL} \cdot W_{Lx}}{N_{\text{apoyos}}} = 1.38 \text{ K}$$

$$V_{\text{max}} = \text{Max}(V_{\text{windstr III}}, V_{\text{windstr V}}) = 4.84 \text{ K}$$

$$V_{\text{max}} <= (1/5)\text{Fuerza vertical mínima } P_{sd} \text{ Correcto, NO requiere anclaje}$$

  
Gabriel Ramos Hinojosa  
INGENIERO CIVIL  
CIP N° 16941

|  |                     |   |                  |                     |
|--|---------------------|---|------------------|---------------------|
|  | UEI                 | MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE PUERTO BERMUDEZ  |                  |                     |
|  | NOMBRE DEL PROYECTO | "RENOVACION DE PUENTE; EN EL (LA) CAMINO VECINAL R190306 (PUENTE TUKER) DE LA CC.NN. SAN JOSE DE AZUPIZU, DISTRITO DE PUERTO BERMUDEZ, PROVINCIA OXAPAMPA, DEPARTAMENTO DE PASCO" |                  |                     |
|  | CÓDIGO SNIP         | -----   | CÓDIGO CUI       | 2640210             |
|  | REGIÓN              | PASCO   | DISTRITO         | PUERTO BERMUDEZ     |
|  | PROVINCIA           | OXAPAMPA  | COMUNIDAD NATIVA | SAN JOSE DE AZUPIZU |
| ESTUDIO D ESTRUCTURAS Y OBRAS DE ARTE  |                     |   |                  |                     |

10.0.0).- Diseño del anclaje en apoyos fijos (Art. 14.8.3.1)

$$\text{Fuerza horizontal mínima (Art. 3.10.9.2)} = 0.10 \cdot DL_{serv} = 3.46 \quad K$$

$$\text{Fuerza horizontal por sismo factorizada} = 3.46 \quad K \quad (\text{dato obtenido de resultados del análisis})$$

La fuerza horizontal que rige el diseño del anclaje, será la mayor de las anteriores

$$F_{Hmax} = 3.46 \quad K$$

10.0.1).- Conforme a los artículos (14.8.3.1) y (6.13.2.7) la resistencia al cortante factorizada de las anclas por apoyo, será:

Se propone:

$$\text{Diametro de anclas } D_b = 0.625 \text{ in } 5/8$$

$$\text{Area de una ancla } A_b = 0.307 \text{ in}^2$$

$$\text{Número de anclas } N_s = 4.000$$

$$\text{Tipo de acero} = A 307$$

$$\text{Resistencia mínima en tensión } F_{ub} = 60.0 \text{ ksi} \quad (\text{Art. 6.4.3})$$

$$\text{Factor de resistencia } \Phi_s \text{ para anclas de acero en cortante} = 0.650 \quad (\text{Art. 6.5.4.2})$$

$$\text{La resistencia nominal } R_n = 0.48 \cdot A_b \cdot F_{ub} \cdot N_s = 35.34 \quad K \quad (\text{para cuerdas excluidas del plano de corte})$$

$$= 0.38 \cdot A_b \cdot F_{ub} \cdot N_s = 27.98 \quad K \quad (\text{para cuerdas incluidas en el plano de corte})$$

Ecuaciones (6.13.2.7-1) y (6.13.2.7-2)

$$\text{La resistencia factorizada} = \Phi_s R_n = 22.97 \quad K \quad (\text{para cuerdas excluidas del plano de corte})$$

$$= 18.19 \quad K \quad (\text{para cuerdas incluidas en el plano de corte})$$

Se debe cumplir  $\Phi_s R_n \geq F_{Hmax}$  OK, diametro de anclas correcto

10.0.2).- Cálculo de la longitud de la ancla que debe quedar embebida en el concreto. (Art. 14.8.3.1)

Como una aproximación, puede asumirse que el esfuerzo en el apoyo varía linealmente desde cero (0) al final de la longitud embebida hasta un valor máximo en la superficie superior del concreto.

La resistencia del concreto del apoyo se basa en el (Art. 5.7.5)

$$\phi_b \cdot P_n = \phi_b \cdot 0.85 \cdot f_c \cdot A_1 \cdot m \quad \text{Stress}_{org} = \frac{\phi_b \cdot P_n}{A_1} \quad f_c = 4.000 \text{ ksi}$$

$$\text{Suponiendo de manera conservadora: } m = 0.750 \quad \Phi_b = 0.70 \quad (\text{Art. 5.5.4.2.1})$$

$$\text{Stress}_{org} = \phi_b \cdot 0.85 \cdot f_c \cdot m = 1.785 \text{ ksi}$$

$$\text{La carga horizontal transversal total es: } F_{Hmax} = 3.46 \quad K$$

$$\text{La carga transversal por ancla es entonces: } P_{transv} = \frac{F_{Hmax}}{2} = 1.729 \quad k$$

10.0.3).- Cálculo del area transversal de una ancla:

Type equation here.

$$A_1 = \frac{P_{transv}}{\frac{\text{Stress}_{org} + 0}{2}} = 1.94 \text{ in}^2$$

Cálculo de la longitud del ancla que debe quedar embebida en concreto

$$\text{Lembebida} = \frac{A_1}{\text{Diametro de ancla } D_b} = 3.10 \text{ in}$$

  
Gabriel Ramos Hinojosa  
INGENIERO CIVIL  
CIP N° 16941



|  |                     |   |                  |                     |
|--|---------------------|---|------------------|---------------------|
|  | UEI                 | MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE PUERTO BERMUDEZ  |                  |                     |
|  | NOMBRE DEL PROYECTO | "RENOVACION DE PUENTE; EN EL (LA) CAMINO VECINAL R190306 (PUENTE TUKER) DE LA CC.NN. SAN JOSE DE AZUPIZU, DISTRITO DE PUERTO BERMUDEZ, PROVINCIA OXAPAMPA, DEPARTAMENTO DE PASCO" |                  |                     |
|  | CÓDIGO SNIP         |   | CÓDIGO CUI       | 2640210             |
|  | REGIÓN              | PASCO   | DISTRITO         | PUERTO BERMUDEZ     |
|  | PROVINCIA           | OXAPAMPA  | COMUNIDAD NATIVA | SAN JOSE DE AZUPIZU |

ESTUDIO DE ESTRUCTURAS Y OBRAS DE ARTE

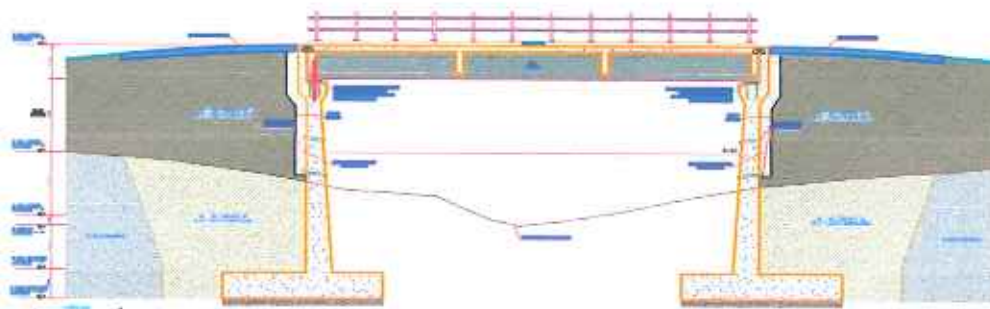
## VII. ANALISIS Y DISEÑO DE SUBESTRUCTURA

### 7.1. ESTRIBOS Y ALEROS

#### 7.1.1. ACCIONES Y CARGAS DE DISEÑO EN ESTRIBOS

##### PROPIEDADES Y PARÁMETROS DE SUELOS DE RELLENO Y FUNDACIÓN

En base al estudio de mecánica de suelos y a la exploración de campo realizada, se concluyó que, los suelos colindantes a cada estribo presentan propiedades similares, proponiendo así que ambos estribos derecho e izquierdo sean de igual dimensión, escogiendo además para el diseño de los mismos el suelo que presentó las propiedades más críticas.



##### PROPIEDADES DEL RELLENO CON MATERIAL DE PRESTAMO

Densidad del Terreno ( $\gamma_1$ ) = 2.02 Ton/m<sup>3</sup>

Angulo de Fricción ( $\phi_1$ ) = 30.12°

De los datos anteriores se obtiene:


$$K_a = \cos \beta \frac{\cos \beta - \sqrt{\cos^2 \beta - \cos^2 \phi_1}}{\cos \beta + \sqrt{\cos^2 \beta - \cos^2 \phi_1}} = 0.3317 \quad K_e = 0.4031$$

#### 7.1.2. PREDIMENSIONAMIENTO DEL ESTRIBO

A continuación, se muestra el redimensionamiento del estribo según el texto: "Principios de Ingeniería de Cimentaciones" de Braja M. Das págna 389.

| DIMENSION              | CALCULADO | REDONDEADO | OBSERVACION  |
|------------------------|-----------|------------|--|
| H                      | 8.64 m    | 8.64 m     | Dato   |
| h                      | 2.50 m    | 2.50 m     | Dato   |
| B=0.6H                 | 5.18 m    | 5.50 m     | Criterio   |
| D=0.1H                 | 0.86 m    | 0.90 m     | Criterio   |
| t <sub>sup</sub>       | 0.50 m    | 0.50 m     | Valor mínimo   |
| t <sub>int</sub> =0.1H | 0.86 m    | 0.90 m     | Criterio   |
| L=B/3                  | 1.73 m    | 1.75 m     | Criterio   |
| e <sub>losa</sub>      | 0.20 m    | 0.20 m     | Dato   |
| h <sub>viga</sub>      | 0.95 m    | 0.95 m     | Dato   |
| e <sub>eneopreno</sub> | 0.09 m    | 0.09 m     | Dato   |
| h <sub>parapeto</sub>  | 1.24 m    | 1.24 m     | e <sub>losa</sub> +h <sub>viga</sub> +e <sub>eneopreno</sub> |

  
**Gabriel Ramos Hinojosa**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP: N° 16941

|  |                     |   |                  |                     |
|--|---------------------|---|------------------|---------------------|
|  | UEI                 | MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE PUERTO BERMUDEZ  |                  |                     |
|  | NOMBRE DEL PROYECTO | "RENOVACION DE PUENTE; EN EL (LA) CAMINO VECINAL R190306 (PUENTE TUKER) DE LA CC.NN. SAN JOSE DE AZUPIZU, DISTRITO DE PUERTO BERMUDEZ, PROVINCIA OXAPAMPA, DEPARTAMENTO DE PASCO" |                  |                     |
|  | CÓDIGO SNIP         | *****   | CÓDIGO CUI       | 2640210             |
|  | REGIÓN              | PASCO   | DISTRITO         | PUERTO BERMUDEZ     |
|  | PROVINCIA           | OXAPAMPA  | COMUNIDAD NATIVA | SAN JOSE DE AZUPIZU |

#### ESTUDIO D ESTRUCTURAS Y OBRAS DE ARTE

|           |        |        |         |
|-----------|--------|--------|---------|
| bparapeto | 0.30 m | 0.30 m | Asumido |
| e1        | 0.40 m | 0.40 m | Asumido |
| e2        | 0.30 m | 0.30 m | Asumido |

| DIMENSION | CALCULADO | REDONDEADO | OBSERVACION     |
|-----------|-----------|------------|-----------------|
| b1        | 0.20 m    | 0.20 m     | Asumido         |
| b2        | 0.30 m    | 0.30 m     | Asumido         |
| s°        | 4.01°     | 4.01°      | Calculado       |
| Nminimo   | 0.23 m    | --         | Según Norma MTC |
| N         | 0.70 m    | 0.70 m     | Calculado       |
| ha        | 2.48 m    | 2.48 m     | Dato            |
| tha       | 0.61 m    | 0.61 m     | Calculado       |
| Hpant     | 7.74 m    | 7.74 m     | Calculado       |

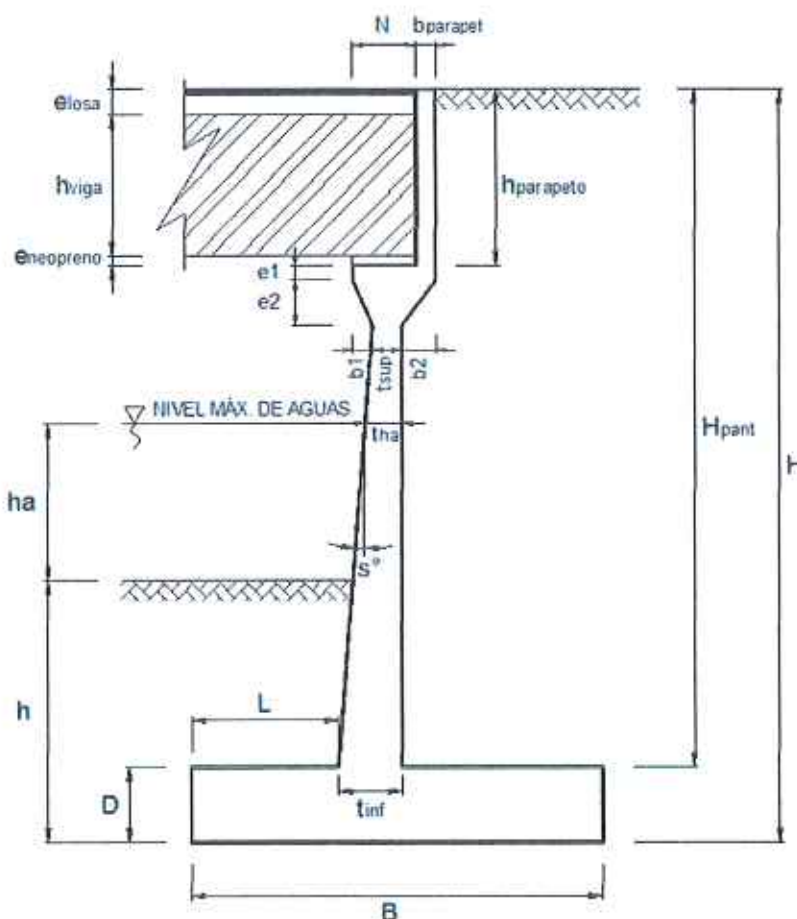


Figura N° 25: Dimensionamiento de estribo

### 7.1.3. APLICACIÓN DE CARGAS

Reacciones debido a:

  
 Gabriela Ramos Hinojosa  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP N° 16941

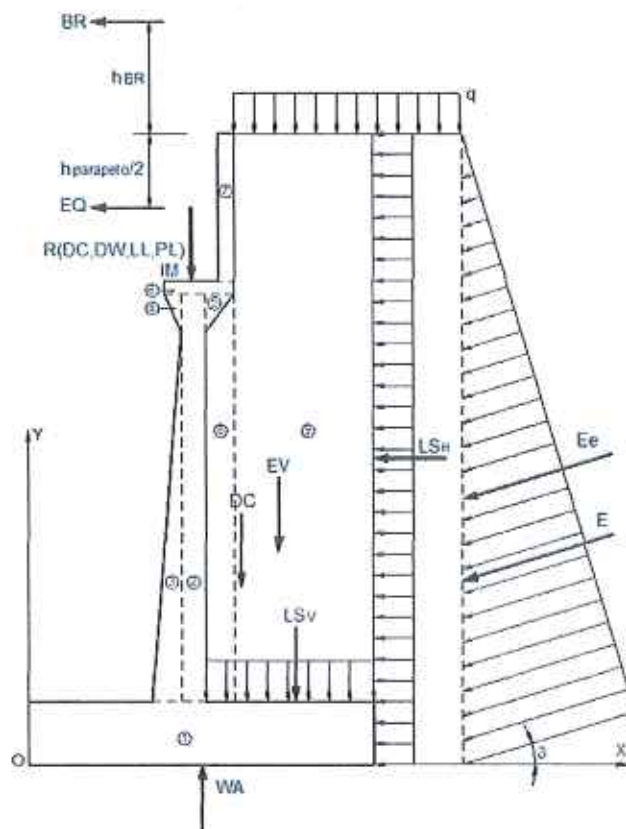




|                     |   |                  |                     |
|---------------------|---|------------------|---------------------|
| UEI                 | MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE PUERTO BERMUDEZ  |                  |                     |
| NOMBRE DEL PROYECTO | "RENOVACION DE PUENTE; EN EL (LA) CAMINO VECINAL R190306 (PUENTE TUKER) DE LA CC.NN. SAN JOSE DE AZUPIZU, DISTRITO DE PUERTO BERMUDEZ, PROVINCIA OXAPAMPA, DEPARTAMENTO DE PASCO" |                  |                     |
| CÓDIGO SNIP         | *****   | CÓDIGO CUI       | 2640210             |
| REGIÓN              | PASCO   | DISTRITO         | PUERTO BERMUDEZ     |
| PROVINCIA           | OXAPAMPA  | COMUNIDAD NATIVA | SAN JOSE DE AZUPIZU |

#### ESTUDIO DE ESTRUCTURAS Y OBRAS DE ARTE

|            |                          |        |           |
|------------|--------------------------|--------|-----------|
| gconcreto= | 2.40 Ton/m <sup>3</sup>  | R(DC)= | 33.99 Ton |
| gm=        | 1.841 Ton/m <sup>3</sup> | R(DW)= | 1.49 Ton  |
| F=         | 19.5°                    | R(LL)= | 16.31 Ton |
| A=         | 0.53                     | R(PL)= | 6.48 Ton  |
| % Impacto= | 33.00%                   |        |           |
| q=         | 0.97 Ton/m               |        |           |



#### a) PESO PROPIO (DC) Y DEL SUELO (EV):

| CALCULO DE DC |                        |          |       |              |
|---------------|------------------------|----------|-------|--------------|
| Nº            | VOL. (m <sup>3</sup> ) | DC (Ton) | x (m) | DC*x (Ton*m) |
| 1             | 4.95                   | 11.88    | 2.75  | 32.67        |
| 2             | 3.05                   | 7.32     | 2.40  | 17.57        |
| 3             | 1.16                   | 2.78     | 2.02  | 5.61         |
| Nº            | VOL. (m <sup>3</sup> ) | DC (Ton) | x (m) | DC*x (Ton*m) |
| 4             | 0.03                   | 0.07     | 2.08  | 0.15         |
| 5             | 0.05                   | 0.11     | 2.75  | 0.30         |
| 6             | 0.40                   | 0.96     | 2.45  | 2.35         |
| 7             | 0.37                   | 0.89     | 2.80  | 2.50         |
| Σ             | --                     | 24.02    | --    | 61.15        |
| CALCULO DE EV |                        |          |       |              |
| Nº            | VOL. (m <sup>3</sup> ) | EV (Ton) | x (m) | EV*x (Ton*m) |

*Galvarro Hinojosa*  
INGENIERO CIVIL  
CIP N° 16941

|  |                     |   |                  |                     |
|--|---------------------|---|------------------|---------------------|
|  | UEI                 | MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE PUERTO BERMUDEZ  |                  |                     |
|  | NOMBRE DEL PROYECTO | "RENOVACION DE PUENTE; EN EL (LA) CAMINO VECINAL R190306 (PUENTE TUKER) DE LA CC.NN. SAN JOSE DE AZUPIZU, DISTRITO DE PUERTO BERMUDEZ, PROVINCIA OXAPAMPA, DEPARTAMENTO DE PASCO" |                  |                     |
|  | CÓDIGO SNIP         | -----   | CÓDIGO CUI       | 2640210             |
|  | REGIÓN              | PASCO   | DISTRITO         | PUERTO BERMUDEZ     |
|  | PROVINCIA           | OXAPAMPA  | COMUNIDAD NATIVA | SAN JOSE DE AZUPIZU |
| ESTUDIO D ESTRUCTURAS Y OBRAS DE ARTE  |                     |   |                  |                     |

|   |       |       |      |        |
|---|-------|-------|------|--------|
| 8 | 1.79  | 3.61  | 2.80 | 10.10  |
| 9 | 19.74 | 39.87 | 4.23 | 168.45 |
| Σ | --    | 43.47 | --   | 178.54 |

DC= 24.02 Ton  
x= 2.55 m

EV= 43.47 Ton  
x= 4.11 m

**b) PESO PROPIO PROVENIENTE DE LA SUPERESTRUCTURA (DC):**

DC= 6.07 Ton/m  
x= 2.30 m

**c) CARGA MUERTA PROVENIENTE DE LA SUPERESTRUCTURA (DW):**

DW= 0.27 Ton/m  
x= 2.30 m

**d) PRESION ESTATICA DEL SUELO (EH Y EV):**

$d=l/2= 15.06^\circ$   
gm= 2.02 g/cm<sup>3</sup>  
Ka= 0.3317  
 $kh=A/2= 0.15$   
q= 8.36°  
Ke= 0.4031

*Empuje estático:*

E= 25.01 Ton  
EH= 24.15 Ton  
EV= 6.50 Ton  
y= 2.88 m  
x= 5.50 m

*Empuje dinámico:*

Ee= 30.39 Ton  
EH<sub>e</sub>= 29.35 Ton  
EV<sub>e</sub>= 7.90 Ton  
DE<sub>e</sub>= 5.38 Ton  
y= 3.29 m  
5.50 m 4.20 m

**e) CARGA VIVA PROVENIENTE DE LA SUPERESTRUCTURA (LL):**

LL= 2.91 Ton/m  
x= 2.30 m

**f) CARGA DE IMPACTO (IM):**

IM= 0.96 Ton/m  
x= 2.30 m

**g) FUERZA DE FRENADO Y ACELERACION (BR):**

BR=5%LL= 0.15 Ton  
hBR= 1.80 m  
y= 10.44 m

**h) SOBRECARGA PEATONAL PROVENIENTE DE LA SUPERESTRUCTURA (PL):**

  
Gabriel Ramos Hinojosa  
INGENIERO CIVIL  
CIP N° 16941

ESTUDIO DE ESTRUCTURAS Y OBRAS DE ARTE



|  |                     |   |                  |                     |
|--|---------------------|---|------------------|---------------------|
|  | UEI                 | MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE PUERTO BERMUDEZ  |                  |                     |
|  | NOMBRE DEL PROYECTO | "RENOVACION DE PUENTE; EN EL (LA) CAMINO VECINAL R190306 (PUENTE TUKER) DE LA CC.NN. SAN JOSE DE AZUPEZU, DISTRITO DE PUERTO BERMUDEZ, PROVINCIA OXAPAMPA, DEPARTAMENTO DE PASCO" |                  |                     |
|  | CÓDIGO SNIP         | -----   | CÓDIGO CUI       | 2640210             |
|  | REGIÓN              | PASCO   | DISTRITO         | PUERTO BERMUDEZ     |
|  | PROVINCIA           | OXAPAMPA  | COMUNIDAD NATIVA | SAN JOSE DE AZUPEZU |

ESTUDIO D ESTRUCTURAS Y OBRAS DE ARTE

PL= 1.16 Ton/m

x= 2.30 m

i) SOBRECARGA SUPERFICIAL Y DE TRAFICO (LS):

pH= 0.32 Ton/m

LSH= 2.75 Ton

y= 4.32 m

LSV= 2.74 Ton

x= 4.08 m

j) SUBPRESION DE AGUA (WA):

WA= -8.04 Ton

x= 2.75 m

k) FUERZA SISMICA (EQ):

EQ=10%DC= 0.56 Ton

y= 7.82 m

7.1.4. COMBINACION DE CARGAS

| ESTADO        | DC   | DW   | EH   | EV   | LL<br>IM<br>BR<br>PL<br>LS | WA   | EQ   | n    |
|---------------|------|------|------|------|----------------------------|------|------|------|
| RESISTENCIA 1 | 0.90 | 0.65 | 1.50 | 1.35 | 1.75                       | 1.00 | 0.00 | 1.05 |
| RESISTENCIA 1 | 0.90 | 1.50 | 1.50 | 1.35 | 1.75                       | 1.00 | 0.00 | 1.05 |
| RESISTENCIA 1 | 1.25 | 0.65 | 1.50 | 1.35 | 1.75                       | 1.00 | 0.00 | 1.05 |
| RESISTENCIA 1 | 1.25 | 1.50 | 1.50 | 1.35 | 1.75                       | 1.00 | 0.00 | 1.05 |
| EV. EXTREMO 1 | 0.90 | 0.65 | 1.50 | 1.35 | 0.5                        | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| EV. EXTREMO 1 | 0.90 | 1.50 | 1.50 | 1.35 | 0.5                        | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| EV. EXTREMO 1 | 1.25 | 0.65 | 1.50 | 1.35 | 0.5                        | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| EV. EXTREMO 1 | 1.25 | 1.50 | 1.50 | 1.35 | 0.5                        | 1.00 | 1.00 | 1.00 |

7.1.5. ANALISIS DE ESTABILIDAD

a) DATOS PREVIOS

F.S.D.= 1.50

$\mu$ = 0.50

F.S.V.= 2.00

$\sigma_t$ = 2.39 Kg/cm<sup>2</sup> (capacidad portante a 4.00 m de prof..

b) FUERZAS Y MOMENTOS ACTUANTES FACTORADOS

| FUERZAS ACTUANTES (Ton) |       |      |      |      |       |
|-------------------------|-------|------|------|------|-------|
| COMBINACIÓN             | EH    | LSH  | BR   | EQ   |       |
| RESISTENCIA 1           | 36.22 | 4.81 | 0.25 | 0.00 | 43.36 |
| RESISTENCIA 1           | 36.22 | 4.81 | 0.25 | 0.00 | 43.36 |
| RESISTENCIA 1           | 36.22 | 4.81 | 0.25 | 0.00 | 43.36 |

  
 Gabriel Ramos Hinojosa  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP N° 16941

|  |                     |   |                  |                     |
|--|---------------------|---|------------------|---------------------|
|  | UEI                 | MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE PUERTO BERMUDEZ  |                  |                     |
|  | NOMBRE DEL PROYECTO | "RENOVACION DE PUENTE; EN EL (LA) CAMINO VECINAL R190306 (PUENTE TUKER) DE LA CC.NN. SAN JOSE DE AZUPIZU, DISTRITO DE PUERTO BERMUDEZ, PROVINCIA OXAPAMPA, DEPARTAMENTO DE PASCO" |                  |                     |
|  | CÓDIGO SNIP         | *****   | CÓDIGO CUI       | 2640210             |
|  | REGIÓN              | PASCO   | DISTRITO         | PUERTO BERMUDEZ     |
|  | PROVINCIA           | OXAPAMPA  | COMUNIDAD NATIVA | SAN JOSE DE AZUPIZU |

ESTUDIO DE ESTRUCTURAS Y OBRAS DE ARTE

|               |       |      |      |      |       |
|---------------|-------|------|------|------|-------|
| RESISTENCIA 1 | 36.22 | 4.81 | 0.25 | 0.00 | 43.36 |
| EV. EXTREMO 1 | 44.02 | 1.38 | 0.07 | 0.61 | 46.08 |
| EV. EXTREMO 1 | 44.02 | 1.38 | 0.07 | 0.61 | 46.08 |
| EV. EXTREMO 1 | 44.02 | 1.38 | 0.07 | 0.61 | 46.08 |
| EV. EXTREMO 1 | 44.02 | 1.38 | 0.07 | 0.61 | 46.08 |

| MOMENTOS ACTUANTES (Ton-m) |                |                 |      |      |        |
|----------------------------|----------------|-----------------|------|------|--------|
| COMBINACIÓN                | E <sub>H</sub> | L <sub>SH</sub> | BR   | EQ   | nΣM    |
| RESISTENCIA 1              | 104.33         | 20.80           | 2.66 | 0.00 | 134.18 |
| RESISTENCIA 1              | 104.33         | 20.80           | 2.66 | 0.00 | 134.18 |
| RESISTENCIA 1              | 104.33         | 20.80           | 2.66 | 0.00 | 134.18 |
| RESISTENCIA 1              | 104.33         | 20.80           | 2.66 | 0.00 | 134.18 |
| EV. EXTREMO 1              | 144.75         | 5.94            | 0.76 | 4.87 | 156.32 |
| EV. EXTREMO 1              | 144.75         | 5.94            | 0.76 | 4.87 | 156.32 |
| EV. EXTREMO 1              | 144.75         | 5.94            | 0.76 | 4.87 | 156.32 |
| EV. EXTREMO 1              | 144.75         | 5.94            | 0.76 | 4.87 | 156.32 |

c) FUERZAS Y MOMENTOS RESISTENTES FACTORADOS:


| FUERZAS RESISTENTES (Ton) |       |      |      |      |      |       |      |       |        |
|---------------------------|-------|------|------|------|------|-------|------|-------|--------|
| COMBINACIÓN               | DC    | DW   | LL   | IM   | PL   | Ev    | LSv  | WA    | nΣF    |
| RESISTENCIA 1             | 27.08 | 0.17 | 5.10 | 1.68 | 2.03 | 67.46 | 4.79 | -8.04 | 105.28 |
| RESISTENCIA 1             | 27.08 | 0.40 | 5.10 | 1.68 | 2.03 | 67.46 | 4.79 | -8.04 | 105.52 |
| RESISTENCIA 1             | 37.61 | 0.17 | 5.10 | 1.68 | 2.03 | 67.46 | 4.79 | -8.04 | 116.34 |
| RESISTENCIA 1             | 37.61 | 0.40 | 5.10 | 1.68 | 2.03 | 67.46 | 4.79 | -8.04 | 116.58 |
| EV. EXTREMO 1             | 27.08 | 0.17 | 1.46 | 0.48 | 0.58 | 69.35 | 1.37 | -8.04 | 92.45  |
| EV. EXTREMO 1             | 27.08 | 0.40 | 1.46 | 0.48 | 0.58 | 69.35 | 1.37 | -8.04 | 92.67  |
| EV. EXTREMO 1             | 37.61 | 0.17 | 1.46 | 0.48 | 0.58 | 69.35 | 1.37 | -8.04 | 102.98 |
| EV. EXTREMO 1             | 37.61 | 0.40 | 1.46 | 0.48 | 0.58 | 69.35 | 1.37 | -8.04 | 103.20 |

| MOMENTOS RESISTENTES (Ton-m) |       |      |       |      |      |        |       |        |        |
|------------------------------|-------|------|-------|------|------|--------|-------|--------|--------|
| COMBINACIÓN                  | DC    | DW   | LL    | IM   | PL   | Ev     | LSv   | WA     | nΣM    |
| RESISTENCIA 1                | 67.60 | 0.40 | 11.72 | 3.87 | 4.66 | 289.28 | 19.51 | -22.10 | 393.68 |
| RESISTENCIA 1                | 67.60 | 0.92 | 11.72 | 3.87 | 4.66 | 289.28 | 19.51 | -22.10 | 394.23 |
| RESISTENCIA 1                | 93.89 | 0.40 | 11.72 | 3.87 | 4.66 | 289.28 | 19.51 | -22.10 | 421.28 |
| RESISTENCIA 1                | 93.89 | 0.92 | 11.72 | 3.87 | 4.66 | 289.28 | 19.51 | -22.10 | 421.83 |
| EV. EXTREMO 1                | 67.60 | 0.40 | 3.35  | 1.11 | 1.33 | 299.66 | 5.57  | -22.10 | 356.92 |
| EV. EXTREMO 1                | 67.60 | 0.92 | 3.35  | 1.11 | 1.33 | 299.66 | 5.57  | -22.10 | 357.44 |
| EV. EXTREMO 1                | 93.89 | 0.40 | 3.35  | 1.11 | 1.33 | 299.66 | 5.57  | -22.10 | 383.21 |
| EV. EXTREMO 1                | 93.89 | 0.92 | 3.35  | 1.11 | 1.33 | 299.66 | 5.57  | -22.10 | 383.73 |

  
**Gabriel Ramos Hinojosa**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP N° 16941

ESTUDIO DE ESTRUCTURAS Y OBRAS DE ARTE



|  |                     |   |                  |                     |
|--|---------------------|---|------------------|---------------------|
|  | UEI                 | MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE PUERTO BERMUDEZ  |                  |                     |
|  | NOMBRE DEL PROYECTO | "RENOVACION DE PUENTE; EN EL (LA) CAMINO VECINAL R190306 (PUENTE TUKER) DE LA CC.NN. SAN JOSE DE AZUPIZU, DISTRITO DE PUERTO BERMUDEZ, PROVINCIA OXAPAMPA, DEPARTAMENTO DE PASCO" |                  |                     |
|  | CÓDIGO SNIP         |   | CÓDIGO CUI       | 2640210             |
|  | REGIÓN              | PASCO   | DISTRITO         | PUERTO BERMUDEZ     |
|  | PROVINCIA           | OXAPAMPA  | COMUNIDAD NATIVA | SAN JOSE DE AZUPIZU |

ESTUDIO DE ESTRUCTURAS Y OBRAS DE ARTE

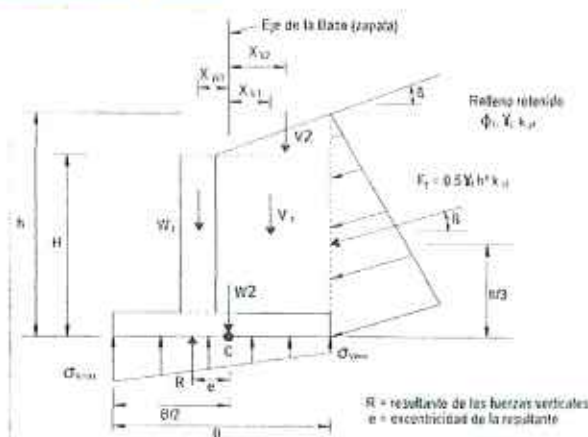
#### d. ESTABILIDAD AL DESLIZAMIENTO

| COMBINACION   | $\mu \Sigma F_v / \Sigma F_h$ |     |
|---------------|-------------------------------|-----|
| RESISTENCIA 1 | 1.821                         | OK! |
| RESISTENCIA 1 | 1.825                         | OK! |
| RESISTENCIA 1 | 2.012                         | OK! |
| RESISTENCIA 1 | 2.016                         | OK! |
| EV. EXTREMO 1 | 1.505                         | OK! |
| EV. EXTREMO 1 | 1.508                         | OK! |
| EV. EXTREMO 1 | 1.676                         | OK! |
| EV. EXTREMO 1 | 1.680                         | OK! |

#### e. ESTABILIDAD AL VOLTEO

| COMBINACION   | $\Sigma M_r / \Sigma M_a$ |     |
|---------------|---------------------------|-----|
| RESISTENCIA 1 | 2.934                     | OK! |
| RESISTENCIA 1 | 2.938                     | OK! |
| RESISTENCIA 1 | 3.140                     | OK! |
| RESISTENCIA 1 | 3.144                     | OK! |
| EV. EXTREMO 1 | 2.283                     | OK! |
| EV. EXTREMO 1 | 2.287                     | OK! |
| EV. EXTREMO 1 | 2.451                     | OK! |
| EV. EXTREMO 1 | 2.455                     | OK! |

#### 7.1.6. PRESIONES SOBRE EL SUELO



| COMBINACIÓN   | x (m) | e (m) |     | qmax (Ton/m) |     | qmin (Ton/m) |     |
|---------------|-------|-------|-----|--------------|-----|--------------|-----|
| RESISTENCIA 1 | 2.465 | 0.285 | OK! | 21.36        | OK! | 17.34        | OK! |

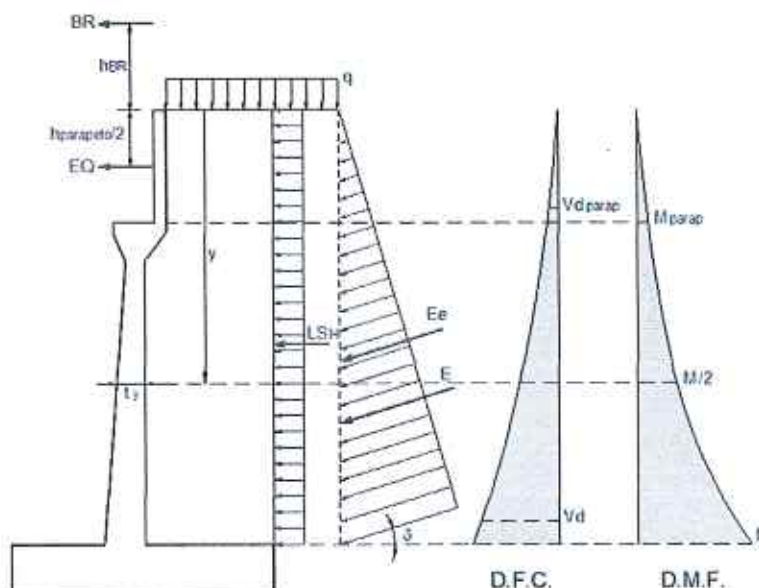
  
**Gabriel Ramos Hinojosa**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP N° 16941

|  |                     |   |                  |                     |
|--|---------------------|---|------------------|---------------------|
|  | UEI                 | MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE PUERTO BERMUDEZ  |                  |                     |
|  | NOMBRE DEL PROYECTO | "RENOVACION DE PUENTE; EN EL (LA) CAMINO VECINAL R190306 (PUENTE TUKER) DE LA CC.NN. SAN JOSE DE AZUPIZU, DISTRITO DE PUERTO BERMUDEZ, PROVINCIA OXAPAMPA, DEPARTAMENTO DE PASCO" |                  |                     |
|  | CÓDIGO SNIP         | *****   | CÓDIGO CUI       | 2640210             |
|  | REGIÓN              | PASCO   | DISTRITO         | PUERTO BERMUDEZ     |
|  | PROVINCIA           | OXAPAMPA  | COMUNIDAD NATIVA | SAN JOSE DE AZUPIZU |

ESTUDIO D ESTRUCTURAS Y OBRAS DE ARTE

|               |       |       |     |       |     |       |     |
|---------------|-------|-------|-----|-------|-----|-------|-----|
| RESISTENCIA 1 | 2.464 | 0.286 | OK! | 21.41 | OK! | 17.38 | OK! |
| RESISTENCIA 1 | 2.468 | 0.282 | OK! | 23.57 | OK! | 19.18 | OK! |
| RESISTENCIA 1 | 2.468 | 0.282 | OK! | 23.62 | OK! | 19.22 | OK! |
| EV. EXTREMO 1 | 2.170 | 0.580 | OK! | 21.30 | OK! | 13.88 | OK! |
| EV. EXTREMO 1 | 2.170 | 0.580 | OK! | 21.35 | OK! | 13.92 | OK! |
| EV. EXTREMO 1 | 2.203 | 0.547 | OK! | 23.37 | OK! | 15.62 | OK! |
| EV. EXTREMO 1 | 2.203 | 0.547 | OK! | 23.42 | OK! | 15.65 | OK! |

### 7.1.7. ANALISIS ESTRUCTURAL



- a) CALCULO DEL CORTANTE Y MOMENTO DE DISEÑO (EN LA BASE DE LA PANTALLA)

| COMBINACIÓN   | CORTANTE Vd (Ton) - A "d" DE LA CARA |      |      |      |       |
|---------------|--------------------------------------|------|------|------|-------|
|               | EH                                   | LSH  | BR   | EQ   | nSVd  |
| RESISTENCIA 1 | 28.70                                | 4.29 | 0.25 | 0.00 | 34.90 |
| RESISTENCIA 1 | 28.70                                | 4.29 | 0.25 | 0.00 | 34.90 |
| RESISTENCIA 1 | 28.70                                | 4.29 | 0.25 | 0.00 | 34.90 |
| RESISTENCIA 1 | 28.70                                | 4.29 | 0.25 | 0.00 | 34.90 |
| EV. EXTREMO 1 | 34.87                                | 1.22 | 0.07 | 0.61 | 36.78 |
| EV. EXTREMO 1 | 34.87                                | 1.22 | 0.07 | 0.61 | 36.78 |
| EV. EXTREMO 1 | 34.87                                | 1.22 | 0.07 | 0.61 | 36.78 |
| EV. EXTREMO 1 | 34.87                                | 1.22 | 0.07 | 0.61 | 36.78 |

  
**Carlos Hinojosa**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP N° 16941



|  |                     |   |                  |                     |
|--|---------------------|---|------------------|---------------------|
|  | UEI                 | MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE PUERTO BERMUDEZ  |                  |                     |
|  | NOMBRE DEL PROYECTO | "RENOVACION DE PUENTE; EN EL (LA) CAMINO VECINAL R190306 (PUENTE TUKER) DE LA CC.NN. SAN JOSE DE AZUPIZU, DISTRITO DE PUERTO BERMUDEZ, PROVINCIA OXAPAMPA, DEPARTAMENTO DE PASCO" |                  |                     |
|  | CÓDIGO SNIP         | -----   | CÓDIGO CUI       | 2640210             |
|  | REGIÓN              | PASCO   | DISTRITO         | PUERTO BERMUDEZ     |
|  | PROVINCIA           | OXAPAMPA  | COMUNIDAD NATIVA | SAN JOSE DE AZUPIZU |

ESTUDIO D ESTRUCTURAS Y OBRAS DE ARTE

| COMBINACIÓN   | MOMENTO M (Ton-m) - MÁXIMO |       |      |      |        |
|---------------|----------------------------|-------|------|------|--------|
|               | EH                         | LSH   | BR   | EQ   | nSM    |
| RESISTENCIA 1 | 75.00                      | 16.69 | 2.43 | 0.00 | 98.83  |
| RESISTENCIA 1 | 75.00                      | 16.69 | 2.43 | 0.00 | 98.83  |
| RESISTENCIA 1 | 75.00                      | 16.69 | 2.43 | 0.00 | 98.83  |
| RESISTENCIA 1 | 75.00                      | 16.69 | 2.43 | 0.00 | 98.83  |
| EV. EXTREMO 1 | 104.06                     | 4.77  | 0.69 | 3.95 | 113.47 |
| EV. EXTREMO 1 | 104.06                     | 4.77  | 0.69 | 3.95 | 113.47 |
| EV. EXTREMO 1 | 104.06                     | 4.77  | 0.69 | 3.95 | 113.47 |
| EV. EXTREMO 1 | 104.06                     | 4.77  | 0.69 | 3.95 | 113.47 |

**b) UBICACIÓN DE M/2 PARA EL CORTE DEL ACERO**


$y = 5.435 \text{ m}$   
 $t_y = 0.741 \text{ m}$   
 $M_u = 113.47 \text{ Ton-m}$   
 $M_u/2 = 56.74 \text{ Ton-m}$

| COMBINACIÓN   | MOMENTO M/2 (Ton-m) |      |      |      |         |
|---------------|---------------------|------|------|------|---------|
|               | EH                  | LSH  | BR   | EQ   | nS(M/2) |
| RESISTENCIA 1 | 36.98               | 8.23 | 1.84 | 0.00 | 49.41   |
| RESISTENCIA 1 | 36.98               | 8.23 | 1.84 | 0.00 | 49.41   |
| RESISTENCIA 1 | 36.98               | 8.23 | 1.84 | 0.00 | 49.41   |
| RESISTENCIA 1 | 36.98               | 8.23 | 1.84 | 0.00 | 49.41   |
| EV. EXTREMO 1 | 51.31               | 2.35 | 0.53 | 2.55 | 56.74   |
| EV. EXTREMO 1 | 51.31               | 2.35 | 0.53 | 2.55 | 56.74   |
| EV. EXTREMO 1 | 51.31               | 2.35 | 0.53 | 2.55 | 56.74   |
| EV. EXTREMO 1 | 51.31               | 2.35 | 0.53 | 2.55 | 56.74   |

**c) CALCULO DEL CORTANTE Y MOMENTO EN LA BASE DEL PARAPETO**

| COMBINACIÓN   | CORTANTE Vdparap (Ton) - A "d" DE LA CARA |      |      |      |      |
|---------------|---|------|------|------|------|
|               | 0.69                                      | 0.66 | 0.25 | 0.00 | 1.69 |
| RESISTENCIA 1 | 0.69                                      | 0.66 | 0.25 | 0.00 | 1.69 |
| RESISTENCIA 1 | 0.69                                      | 0.66 | 0.25 | 0.00 | 1.69 |
| RESISTENCIA 1 | 0.69                                      | 0.66 | 0.25 | 0.00 | 1.69 |
| RESISTENCIA 1 | 0.69                                      | 0.66 | 0.25 | 0.00 | 1.69 |
| RESISTENCIA 1 | 0.84                                      | 0.19 | 0.07 | 0.61 | 1.70 |
| EV. EXTREMO 1 | 0.84                                      | 0.19 | 0.07 | 0.61 | 1.70 |
| EV. EXTREMO 1 | 0.84                                      | 0.19 | 0.07 | 0.61 | 1.70 |
| EV. EXTREMO 1 | 0.84                                      | 0.19 | 0.07 | 0.61 | 1.70 |
| EV. EXTREMO 1 | 0.69                                      | 0.66 | 0.25 | 0.00 | 1.69 |

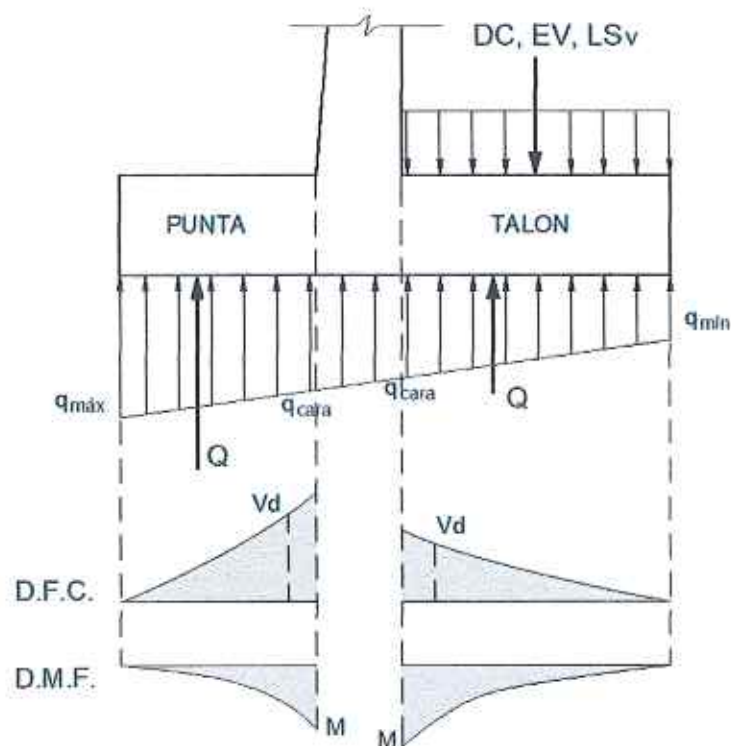

  
**Carlos Ramos Hinojosa**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP N° 16941

|  |                     |   |                  |                     |
|--|---------------------|---|------------------|---------------------|
|  | UEI                 | MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE PUERTO BERMUDEZ  |                  |                     |
|  | NOMBRE DEL PROYECTO | "RENOVACION DE PUENTE; EN EL (LA) CAMINO VECINAL R190306 (PUENTE TUKER) DE LA CC.NN. SAN JOSE DE AZUPIZU, DISTRITO DE PUERTO BERMUDEZ, PROVINCIA OXAPAMPA, DEPARTAMENTO DE PASCO" |                  |                     |
|  | CÓDIGO SNIP         | *****   | CÓDIGO CUI       | 2640210             |
|  | REGIÓN              | PASCO   | DISTRITO         | PUERTO BERMUDEZ     |
|  | PROVINCIA           | OXAPAMPA  | COMUNIDAD NATIVA | SAN JOSE DE AZUPIZU |

ESTUDIO D ESTRUCTURAS Y OBRAS DE ARTE

| COMBINACIÓN   | MOMENTO Mparap (Ton-m) - MÁXIMO |      |      |      |      |
|---------------|---------------------------------|------|------|------|------|
|               | EH                              | LSH  | BR   | EQ   | nSM  |
| RESISTENCIA 1 | 1.93                            | 0.43 | 0.77 | 0.00 | 3.28 |
| RESISTENCIA 1 | 1.93                            | 0.43 | 0.77 | 0.00 | 3.28 |
| RESISTENCIA 1 | 1.93                            | 0.43 | 0.77 | 0.00 | 3.28 |
| RESISTENCIA 1 | 1.93                            | 0.43 | 0.77 | 0.00 | 3.28 |
| EV. EXTREMO 1 | 2.67                            | 0.12 | 0.22 | 0.38 | 3.39 |
| EV. EXTREMO 1 | 2.67                            | 0.12 | 0.22 | 0.38 | 3.39 |
| EV. EXTREMO 1 | 2.67                            | 0.12 | 0.22 | 0.38 | 3.39 |
| EV. EXTREMO 1 | 2.67                            | 0.12 | 0.22 | 0.38 | 3.39 |

d) CALCULO DEL CORTANTE Y MOMENTO EN EL TALON DE LA ZAPATA



| COMBINACIÓN   | qcara<br>(Ton/m) | CORTANTE Vd (Ton) - A "d" DE LA CARA |       |        |       |        |
|---------------|------------------|--------------------------------------|-------|--------|-------|--------|
|               |                  | DC                                   | LSv   | EV     | Q     | nSVd   |
| RESISTENCIA 1 | 19.423           | -5.44                                | -4.79 | -58.69 | 57.09 | -12.42 |
| RESISTENCIA 1 | 19.467           | -5.44                                | -4.79 | -58.69 | 57.23 | -12.28 |
| RESISTENCIA 1 | 21.457           | -7.56                                | -4.79 | -58.69 | 63.04 | -8.40  |
| RESISTENCIA 1 | 21.502           | -7.56                                | -4.79 | -58.69 | 63.17 | -8.26  |
| EV. EXTREMO 1 | 17.727           | -5.44                                | -1.37 | -58.69 | 54.64 | -10.86 |
| EV. EXTREMO 1 | 17.769           | -5.44                                | -1.37 | -58.69 | 54.77 | -10.73 |
| EV. EXTREMO 1 | 19.635           | -7.56                                | -1.37 | -58.69 | 60.21 | -7.41  |
| EV. EXTREMO 1 | 19.677           | -7.56                                | -1.37 | -58.69 | 60.33 | -7.28  |

  
**Gabriel Ramos Hinojosa**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP N° 16941



|  |                     |   |                  |                     |
|--|---------------------|---|------------------|---------------------|
|  | UEI                 | MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE PUERTO BERMUDEZ  |                  |                     |
|  | NOMBRE DEL PROYECTO | "RENOVACION DE PUENTE; EN EL (LA) CAMINO VECINAL R190306 (PUENTE TUKER) DE LA CC.NN. SAN JOSE DE AZUPIZU, DISTRITO DE PUERTO BERMUDEZ, PROVINCIA OXAPAMPA, DEPARTAMENTO DE PASCO" |                  |                     |
|  | CÓDIGO SNIP         | *****   | CÓDIGO CUI       | 2640210             |
|  | REGIÓN              | PASCO   | DISTRITO         | PUERTO BERMUDEZ     |
|  | PROVINCIA           | OXAPAMPA  | COMUNIDAD NATIVA | SAN JOSE DE AZUPIZU |
| ESTUDIO D ESTRUCTURAS Y OBRAS DE ARTE  |                     |   |                  |                     |

| COMBINACIÓN   | qcara<br>(Ton/m) | MOMENTO M (Ton-m) - MÁXIMO |       |        |       |        |
|---------------|------------------|----------------------------|-------|--------|-------|--------|
|               |                  | DC                         | LSv   | EV     | Q     | nSM    |
| RESISTENCIA 1 | 19.423           | -7.90                      | -6.82 | -83.63 | 84.12 | -14.95 |
| RESISTENCIA 1 | 19.467           | -7.90                      | -6.82 | -83.63 | 84.32 | -14.74 |
| RESISTENCIA 1 | 21.457           | -10.97                     | -6.82 | -83.63 | 92.86 | -8.99  |
| RESISTENCIA 1 | 21.502           | -10.97                     | -6.82 | -83.63 | 93.06 | -8.78  |
| EV. EXTREMO 1 | 17.727           | -7.90                      | -1.95 | -83.63 | 81.67 | -11.80 |
| EV. EXTREMO 1 | 17.769           | -7.90                      | -1.95 | -83.63 | 81.86 | -11.61 |
| EV. EXTREMO 1 | 19.635           | -10.97                     | -1.95 | -83.63 | 89.85 | -6.70  |
| EV. EXTREMO 1 | 19.677           | -10.97                     | -1.95 | -83.63 | 90.04 | -6.51  |

e) CALCULO DEL CORTANTE Y MOMENTO EN LA PUNTA

| COMBINACIÓN   | qcara<br>(Ton/m) | CORTANTE Vd (Ton) - A "d" DE LA CARA |       |       |
|---------------|------------------|--------------------------------------|-------|-------|
|               |                  | DC                                   | Q     | nSV   |
| RESISTENCIA 1 | 20.080           | -3.30                                | 35.22 | 33.51 |
| RESISTENCIA 1 | 20.126           | -3.30                                | 35.30 | 33.60 |
| RESISTENCIA 1 | 22.175           | -4.59                                | 38.88 | 36.01 |
| RESISTENCIA 1 | 22.222           | -4.59                                | 38.97 | 36.10 |
| EV. EXTREMO 1 | 18.941           | -3.30                                | 34.21 | 30.90 |
| EV. EXTREMO 1 | 18.986           | -3.30                                | 34.29 | 30.98 |
| EV. EXTREMO 1 | 20.903           | -4.59                                | 37.63 | 33.04 |
| EV. EXTREMO 1 | 20.948           | -4.59                                | 37.71 | 33.12 |

| COMBINACIÓN   | qcara<br>(Ton/m) | MOMENTO M (Ton-m) - MÁXIMO |       |       |
|---------------|------------------|----------------------------|-------|-------|
|               |                  | DC                         | Q     | nSM   |
| RESISTENCIA 1 | 20.080           | -2.98                      | 33.35 | 31.90 |
| RESISTENCIA 1 | 20.126           | -2.98                      | 33.43 | 31.98 |
| RESISTENCIA 1 | 22.175           | -4.13                      | 36.80 | 34.30 |
| RESISTENCIA 1 | 22.222           | -4.13                      | 36.89 | 34.39 |
| EV. EXTREMO 1 | 18.941           | -2.98                      | 33.83 | 30.85 |
| EV. EXTREMO 1 | 18.986           | -2.98                      | 33.90 | 30.93 |
| EV. EXTREMO 1 | 20.903           | -4.13                      | 37.04 | 32.91 |
| EV. EXTREMO 1 | 20.948           | -4.13                      | 37.12 | 32.99 |

7.1.8. DISEÑO ESTRUCTURAL

a) DATOS

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

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

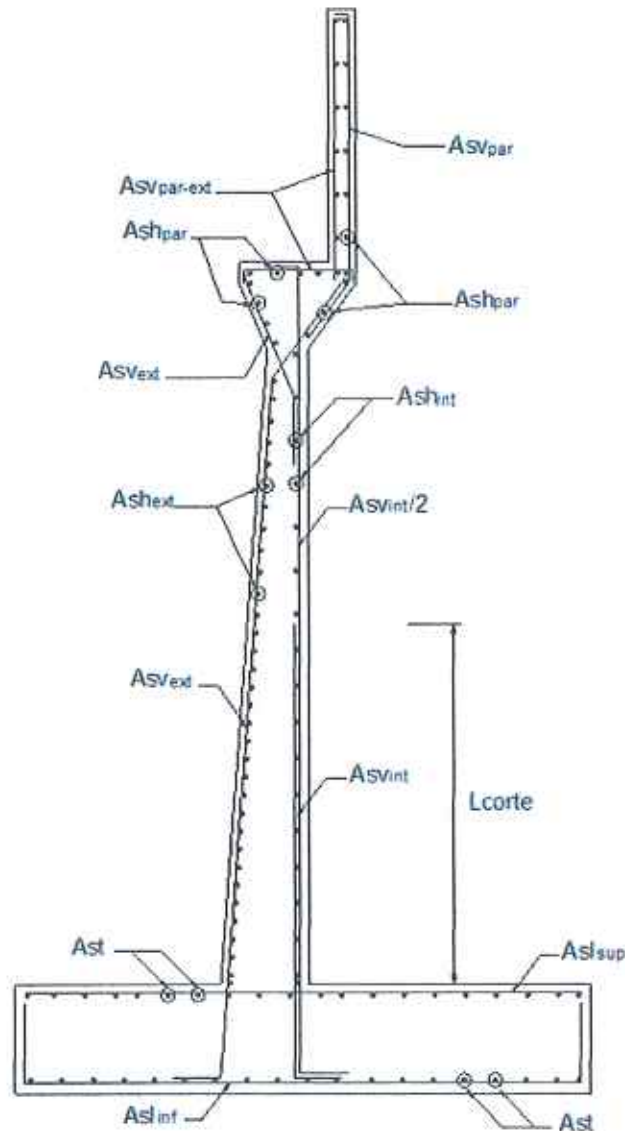
  
 **Carlos Ramos Hinojosa**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP N° 16941

|  |                     |   |                  |                     |
|--|---------------------|---|------------------|---------------------|
|  | UEI                 | MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE PUERTO BERMUDEZ  |                  |                     |
|  | NOMBRE DEL PROYECTO | "RENOVACION DE PUENTE; EN EL (LA) CAMINO VECINAL R190306 (PUENTE TUKER) DE LA CC.NN. SAN JOSE DE AZUPIZU, DISTRITO DE PUERTO BERMUDEZ, PROVINCIA OXAPAMPA, DEPARTAMENTO DE PASCO" |                  |                     |
|  | CÓDIGO SNIP         | -----   | CÓDIGO CUI       | 2640210             |
|  | REGIÓN              | PASCO   | DISTRITO         | PUERTO BERMUDEZ     |
|  | PROVINCIA           | OXAPAMPA  | COMUNIDAD NATIVA | SAN JOSE DE AZUPIZU |

ESTUDIO DE ESTRUCTURAS Y OBRAS DE ARTE

$r(\text{pant}) = 0.05 \text{ m}$   
 $f(\text{Flexión}) = 0.90$

$r(\text{zapata}) = 0.075 \text{ m}$   
 $f(\text{Corte}) = 0.90$



#### b) DISEÑO DE LA PANTALLA

##### VERIFICACION DE CORTANTE

$f_v = 58.76 \text{ Ton}$

$V_u = 36.78 \text{ Ton}$

OK!

##### ACERO VERTICAL

| CARA INTERIOR |       |
|---------------|-------|
| DESC.         | VALOR |

| CARA EXTERIOR |       |
|---------------|-------|
| DESC.         | VALOR |

  
 Guillermo Ramos Hinojosa  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP N° 16941



|  |                     |   |                  |                     |
|--|---------------------|---|------------------|---------------------|
|  | UEI                 | MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE PUERTO BERMUDEZ  |                  |                     |
|  | NOMBRE DEL PROYECTO | "RENOVACION DE PUENTE; EN EL (LA) CAMINO VECINAL R190306 (PUENTE TUKER) DE LA CC.NN. SAN JOSE DE AZUPIZU, DISTRITO DE PUERTO BERMUDEZ, PROVINCIA OXAPAMPA, DEPARTAMENTO DE PASCO" |                  |                     |
|  | CÓDIGO SNIP         | *****   | CÓDIGO CUI       | 2640210             |
|  | REGIÓN              | PASCO   | DISTRITO         | PUERTO BERMUDEZ     |
|  | PROVINCIA           | OXAPAMPA  | COMUNIDAD NATIVA | SAN JOSE DE AZUPIZU |

ESTUDIO DE ESTRUCTURAS Y OBRAS DE ARTE

|                 |                       |               |                       |
|-----------------|-----------------------|---------------|-----------------------|
| Mu              | 113.47 Ton-m          | #5            | 2.85 cm <sup>2</sup>  |
| d               | 0.85 m                | Asmin         | 12.75 cm <sup>2</sup> |
| a               | 8.76 cm               | Nº Aceros     | 4.47                  |
| As              | 37.24 cm <sup>2</sup> | s (Calculado) | 22.35 cm              |
| r               | 0.0044                | s (Redond.)   | 20 cm                 |
| rmin            | 0.0015                | Asvext        | #6@20                 |
| #5              | 5.07 cm <sup>2</sup>  | OK!           |                       |
| Nº Aceros       | 7.34                  |               |                       |
| s (Calculado)   | 13.62 cm              |               |                       |
| s (Redond.)     | 12.5 cm               |               |                       |
| Asvint          | #8@12.5               |               |                       |
| Ld              | 0.72 m                |               |                       |
| Lcorte (calc)   | 3.03 m                |               |                       |
| Lcorte (redond) | 3.05 m                |               |                       |
| Asvint/2        | #8@25                 |               |                       |

ACERO HORIZONTAL

| PARTE INFERIOR |                       | PARTE SUPERIOR |                       |
|----------------|-----------------------|----------------|-----------------------|
| DESC.          | VALOR                 | DESC.          | VALOR                 |
| #3             | 1.98 cm <sup>2</sup>  | #3             | 1.98 cm <sup>2</sup>  |
| r              | 0.0020                | r              | 0.0020                |
| Ash            | 17.00 cm <sup>2</sup> | Ash            | 13.82 cm <sup>2</sup> |
| Ash/3          | 5.67 cm <sup>2</sup>  | Ash/3          | 4.61 cm <sup>2</sup>  |
| Nº Aceros      | 2.86                  | Nº Aceros      | 2.33                  |
| s (Calculado)  | 34.94 cm              | s (Calculado)  | 42.98 cm              |
| s (Redond.)    | 20 cm                 | s (Redond.)    | 25 cm                 |
| Ashint         | #5@20                 | Ashint         | #5@25                 |
| #4             | 1.98 cm <sup>2</sup>  | #4             | 1.98                  |
| 2*Ash/3        | 11.33 cm <sup>2</sup> | 2*Ash/3        | 9.21 cm <sup>2</sup>  |
| Nº Aceros      | 5.72                  | Nº Aceros      | 4.65                  |
| s (Calculado)  | 17.47 cm              | s (Calculado)  | 21.49 cm              |
| s (Redond.)    | 15 cm                 | s (Redond.)    | 20 cm                 |
| Ashext         | #5@15                 | Ashext         | #5@20                 |

RESUMEN:

|        |                   |
|--------|-------------------|
| Ashint | #5,1@5,15@20,r@25 |
| Ashext | #5,1@5,20@15,r@20 |

c) DISEÑO DE PARAPETO

VERIFICACION DE CORTANTE

$$\phi V_c = 17.28 \text{ Ton}$$


$$V_u = 1.70 \text{ Ton}$$

OK!

ACERO VERTICAL INTERIOR

| DESC. | VALOR      |
|-------|------------|
| Mu    | 3.39 Ton-m |

  
 **Gabriel Ramos Hinajosa**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP N° 169417

|  |                     |   |                  |                     |
|--|---------------------|---|------------------|---------------------|
|  | UEI                 | MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE PUERTO BERMUDEZ  |                  |                     |
|  | NOMBRE DEL PROYECTO | "RENOVACION DE PUENTE; EN EL (LA) CAMINO VECINAL R190306 (PUENTE TUKER) DE LA CC.NN. SAN JOSE DE AZUPEZU, DISTRITO DE PUERTO BERMUDEZ, PROVINCIA OXAPAMPA, DEPARTAMENTO DE PASCO" |                  |                     |
|  | CÓDIGO SNIP         | .....   | CÓDIGO CUI       | 2640210             |
|  | REGIÓN              | PASCO   | DISTRITO         | PUERTO BERMUDEZ     |
|  | PROVINCIA           | OXAPAMPA  | COMUNIDAD NATIVA | SAN JOSE DE AZUPEZU |
| ESTUDIO D ESTRUCTURAS Y OBRAS DE ARTE  |                     |   |                  |                     |

|                    |                      |
|--------------------|----------------------|
| d                  | 0.25 m               |
| a                  | 0.86 cm              |
| As                 | 3.65 cm <sup>2</sup> |
| p                  | 0.0015               |
| p <sub>min</sub>   | 0.0015               |
| #3                 | 2.85 cm <sup>2</sup> |
| Nº Aceros          | 4.47                 |
| s (Calculado)      | 22.35 cm             |
| s (Redond.)        | 20 cm                |
| As <sub>vpar</sub> | #6@20                |

OK! **ACERO VERTICAL EXTERIOR**

|                        |       |
|------------------------|-------|
| As <sub>vpar-ext</sub> | #5@25 |
|------------------------|-------|

**ACERO HORIZONTAL**

|                    |       |
|--------------------|-------|
| As <sub>hpar</sub> | #5@25 |
|--------------------|-------|

#### d) DISEÑO DE TALO DE LA ZAPATA

##### VERIFICACION DE CORTANTE

$f_v c = 58.76 \text{ Ton}$

$V_u = -7.28 \text{ Ton}$

OK!

##### ACERO LONGITUDINAL

| CARA INFERIOR      |                      |
|--------------------|----------------------|
| DESC.              | VALOR                |
| Mu                 | 14.95 Ton-m          |
| d                  | 0.83 m               |
| a                  | 1.14 cm              |
| As                 | 4.83 cm <sup>2</sup> |
| r                  | 0.0006               |
| r <sub>min</sub>   | 0.0015               |
| #6                 | 2.85 cm <sup>2</sup> |
| Nº Aceros          | 4.34                 |
| s (Calculado)      | 23.03 cm             |
| s (Redond.)        | 20 cm                |
| As <sub>linf</sub> | #6@20                |

OK!

| CARA SUPERIOR      |                       |
|--------------------|-----------------------|
| DESC.              | VALOR                 |
| #5                 | 1.98 cm <sup>2</sup>  |
| As <sub>min</sub>  | 12.38 cm <sup>2</sup> |
| Nº Aceros          | 6.25                  |
| s (Calculado)      | 16.00 cm              |
| s (Redond.)        | 17.5 cm               |
| As <sub>lsup</sub> | #5@17.5               |

##### ACERO TRANSVERSAL

|                 |         |
|-----------------|---------|
| As <sub>t</sub> | #5@17.5 |
|-----------------|---------|

#### e) DISEÑO DE LA PUNTA DE LA ZAPATA

##### VERIFICACION DE CORTANTE

$\phi V_c = 58.76 \text{ Ton}$

$V_u = 36.10 \text{ Ton}$

OK!

##### ACERO LONGITUDINAL

| CARA INFERIOR |             |
|---------------|-------------|
| DESC.         | VALOR       |
| Mu            | 34.39 Ton-m |

| CARA SUPERIOR |                      |
|---------------|----------------------|
| DESC.         | VALOR                |
| #5            | 2.85 cm <sup>2</sup> |

  
**Gabriel Ramos Hinojosa**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP N° 18941



|  |                     |   |                  |                     |
|--|---------------------|---|------------------|---------------------|
|  | UEI                 | MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE PUERTO BERMUDEZ  |                  |                     |
|  | NOMBRE DEL PROYECTO | "RENOVACION DE PUENTE; EN EL (LA) CAMINO VECINAL R190306 (PUENTE TUKER) DE LA CC.NN. SAN JOSE DE AZUPEZU, DISTRITO DE PUERTO BERMUDEZ, PROVINCIA OXAPAMPA, DEPARTAMENTO DE PASCO" |                  |                     |
|  | CÓDIGO SNIP         | *****   | CÓDIGO CUI       | 2640210             |
|  | REGIÓN              | PASCO   | DISTRITO         | PUERTO BERMUDEZ     |
|  | PROVINCIA           | OXAPAMPA  | COMUNIDAD NATIVA | SAN JOSE DE AZUPEZU |
| ESTUDIO DE ESTRUCTURAS Y OBRAS DE ARTE   |                     |   |                  |                     |

|                   |                       |
|-------------------|-----------------------|
| d                 | 0.83 m                |
| a                 | 2.64 cm               |
| As                | 11.21 cm <sup>2</sup> |
| p                 | 0.0014                |
| p <sub>min</sub>  | 0.0015                |
| #5                | 2.85 cm <sup>2</sup>  |
| Nº Aceros         | 4.34                  |
| s (Calculado)     | 23.03 cm              |
| s (Redond.)       | 20 cm                 |
| As <sub>int</sub> | #6@20                 |

OK!

|                   |                       |
|-------------------|-----------------------|
| As <sub>min</sub> | 12.38 cm <sup>2</sup> |
| Nº Aceros         | 4.34                  |
| s (Calculado)     | 23.03 cm              |
| s (Redond.)       | 20 cm                 |
| As <sub>sup</sub> | #6@20                 |

#### ACERO TRANSVERSAL

|                 |       |
|-----------------|-------|
| As <sub>t</sub> | #6@20 |
|-----------------|-------|

## VIII. ANALISIS Y DISEÑO DE ACCESOS Y OBRAS DE ARTE

### 8.1. DISEÑO DE ACCESO: VIA AFIRMADA

#### 01.01 TRÁNSITO

De acuerdo al estudio de tráfico el número de repeticiones de E.F. será: 9.57E+03  
Se considerara un ESAL mínimo de diseño de 2.50E+04

Para el caso del tráfico y del diseño de afirmado se definen las siguientes categorías de tráfico:

| CATEGORIA  | RANGO DE TRÁFICO PESADO EXPRESADO EN EE |          | TIPO DE TRÁFICO EXPRESADO EN EE |
|--|---|----------|---------------------------------|
| CARRETERAS NO PAVIMENTADAS DE BAJO VOLUMEN DE TRÁNSITO | De 0                                    | A 25000  | T0                              |
|  | De 25001                                | A 78000  | T1                              |
|  | De 78001                                | A 150000 | T2                              |
|  | De 150001                               | A 310000 | T3                              |

De acuerdo al número de repeticiones de eje equivalente, el tipo de tráfico es: T0

#### 01.02 SUBRASANTE

Se considerar un CBR mínimo de 10% correspondiente al material de préstamo que conformara el terraplen para los accesos al puente

10.00%

No requiere mejoramiento de la Subrasante

Para el caso del CBR y del diseño de afirmado se definen las siguientes categorías de suelo:

| CATEGORIA            | RANGO DE CBR (%) AL 100% DE LA M.D.S. |           | TIPO DE TRÁFICO EXPRESADO EN EE |
|----------------------|---------------------------------------|-----------|---------------------------------|
| CBR DE LA SUBRASANTE | De 0.00 %                             | A 3.00 %  | S0                              |
|                      | De 3.01 %                             | A 6.00 %  | S1                              |
|                      | De 6.01 %                             | A 10.00 % | S2                              |
|                      | De 10.01 %                            | A 19.00 % | S3                              |
|                      | De 19.01 %                            | A MAS     | S4                              |

Según la clasificación del CBR, la subrasante corresponde al tipo de suelo :

52  
Ing. Raimundo Hinojosa  
INGENIERO CIVIL  
CIP N° 18941

|  |                     |   |                  |                     |
|--|---------------------|---|------------------|---------------------|
|  | UEI                 | MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE PUERTO BERMUDEZ  |                  |                     |
|  | NOMBRE DEL PROYECTO | "RENOVACION DE PUENTE; EN EL (LA) CAMINO VECINAL R190306 (PUENTE TUKER) DE LA CC.NN. SAN JOSE DE AZUPIZU, DISTRITO DE PUERTO BERMUDEZ, PROVINCIA OXAPAMPA, DEPARTAMENTO DE PASCO" |                  |                     |
|  | CÓDIGO SNIP         | *****   | CÓDIGO CUI       | 2840210             |
|  | REGIÓN              | PASCO   | DISTRITO         | PUERTO BERMUDEZ     |
|  | PROVINCIA           | OXAPAMPA  | COMUNIDAD NATIVA | SAN JOSE DE AZUPIZU |

ESTUDIO D ESTRUCTURAS Y OBRAS DE ARTE

#### 01.03 CÁLCULO DEL ESPESOR DEL AFIRMADO

$$e = [219 - 211 \times \log(CBR) + 58 \times \log(CBR)^2] \times \log\left(\frac{ESAL}{120}\right)$$

$$CBR = 10.00 \%$$

$$ESAL = 2.50E+04$$

$$e = 153 \text{ mm} = 200 \text{ mm}$$

#### 01.04 GRANULOMETRÍA DEL AFIRMADO

| # DE TAMÍZ            | % DEL TAMIZ QUE PASA |
|-----------------------|----------------------|
| 50 mm (2")            | 100                  |
| 37.5 mm (1 1/2")      |                      |
| 25 mm (1")            | 50 - 80              |
| 19 mm (3/4")          |                      |
| 12.5 mm (1/2")        |                      |
| 9.5 mm (3/8")         |                      |
| 4.75 mm (N° 04)       | 20 - 50              |
| 2.36 mm (N° 08)       |                      |
| 2.00 mm (N° 10)       |                      |
| 4.25 um (N° 40)       |                      |
| 75 um (N° 200)        | 4 - 12               |
| INDICE DE PLASTICIDAD | 4 - 9                |
| DESGASTE LOS ÁNGELES  | 50% Máx (MTC E 207)  |
| LÍMITE LÍQUIDO        | 35% Máx (MTC E 110)  |
| CBR                   | 40% Mín al 100% MDS  |

  
 **Gabriel Ramos Hinojosa**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP N° 16941



|  |                     |   |                  |                     |
|--|---------------------|---|------------------|---------------------|
|  | UEI                 | MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE PUERTO BERMUDEZ  |                  |                     |
|  | NOMBRE DEL PROYECTO | "RENOVACION DE PUENTE; EN EL (LA) CAMINO VECINAL R190306 (PUENTE TUKER) DE LA CC.NN. SAN JOSE DE AZUPIZU, DISTRITO DE PUERTO BERMUDEZ, PROVINCIA OXAPAMPA, DEPARTAMENTO DE PASCO" |                  |                     |
|  | CÓDIGO SNIP         | *****   | CÓDIGO CUI       | 2640210             |
|  | REGIÓN              | PASCO   | DISTRITO         | PUERTO BERMUDEZ     |
|  | PROVINCIA           | OXAPAMPA  | COMUNIDAD NATIVA | SAN JOSE DE AZUPIZU |

ESTUDIO D ESTRUCTURAS Y OBRAS DE ARTE

## 8.2. DISEÑO DE LOSA DE APROXIMACION: PAVIMENTO RIGIDO

### DISEÑO DE LOSA DE APROXIMACION

El diseño del pavimento rígido involucra el análisis de diversos factores: Tráfico, drenaje, clima, características de los suelos, capacidad de transferencia de carga, nivel, de serviciabilidad deseado, el grado de confiabilidad al que se desea efectuar el diseño acorde con el grado de importancia de la carretera. Todos estos factores son necesarios para producir un comportamiento confiable del pavimento y evitar que el daño del pavimento alcance en nivel de colapso durante su vida de servicio. La ecuación AASHTO para el diseño de pavimento rígido es:

$$\log_{10} W_{s2} = Z_0 S_{01} + 7.35 \log_{10} (D + 25.4) - 10.39 + \frac{\log_{10} \left( \frac{\Delta PSI}{4.5 - 1.5} \right)}{1 + \frac{1.25 \times 10^{19}}{(D + 25.4)^{28}}} + (4.22 - 0.32 P) \log_{10} \left( \frac{M, C_{01} (0.09 P)^{0.75} - 1.132}{1.51 \times P \left( 0.09 P \right)^{0.75} - \frac{7.38}{(E / k)^{0.25}}} \right)$$

#### 01. VARIABLES DE DISEÑO

##### 01.01 VARIABLES DE TIEMPO

Se considerará dos variables: periodo de análisis y vida útil del pavimento.  
para efectos de diseño se considera el periodo de vida útil, mientras que el periodo de análisis se utiliza para la comparación de alternativas de diseño, es decir, para el análisis económico del proyecto:

| CLASIFICACION DE LA VIA                   | PERIODO DE ANALISIS |
|---|---------------------|
| Urbana de alto volumen de tráfico         | 30 - 50             |
| Rural de alto volumen de tráfico          | 20 - 50             |
| Pavimentada de bajo volumen de tráfico    | 15 - 25             |
| No pavimentada de bajo volumen de tráfico | 10 - 20             |

Pavimentada de bajo volumen de tráfico 20 Años

##### 01.02 TRÁNSITO

En el método AASHTO los pavimentos se proyectan para que estos resistan determinado número de cargas durante su vida útil. El tránsito esta compuesto por vehículos de diferente peso y número de ejes que producen diferentes tensiones y deformaciones en el pavimento, lo cual origina distintas fallas en éste. Para tener en cuentas esta diferencia, el tránsito se transforma a un número de cargas por eje simple equivalente de 18 kips (80 kN) ó ESAL (Equivalent Single Axle Load). de tal manera que el efecto dañino de cualquier eje pueda ser representado por un número de cargas por eje simple.

De acuerdo al estudio de tráfico el número de repeticiones será: **150001**

  
Gabriel Ramos Hinojosa  
INGENIERO CIVIL  
CIP N° 16941

|  |                     |   |                  |                     |
|--|---------------------|---|------------------|---------------------|
|  | UEI                 | MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE PUERTO BERMUDEZ  |                  |                     |
|  | NOMBRE DEL PROYECTO | "RENOVACION DE PUENTE; EN EL (LA) CAMINO VECINAL R190306 (PUENTE TUKER) DE LA CC.NN. SAN JOSE DE AZUPIZU, DISTRITO DE PUERTO BERMUDEZ, PROVINCIA OXAPAMPA, DEPARTAMENTO DE PASCO" |                  |                     |
|  | CÓDIGO SNIP         | -----   | CÓDIGO CUI       | 2640210             |
|  | REGIÓN              | PASCO   | DISTRITO         | PUERTO BERMUDEZ     |
|  | PROVINCIA           | OXAPAMPA  | COMUNIDAD NATIVA | SAN JOSE DE AZUPIZU |
| ESTUDIO DE ESTRUCTURAS Y OBRAS DE ARTE   |                     |   |                  |                     |

Para el caso del tráfico y del diseño de pavimentos flexibles se define 2 categorías:

| CATEGORIA  | RANGO DE TRÁFICO PESADO EXPRESADO EN EE |            | TIPO DE TRÁFICO EXPRESADO EN EE |
|--|---|------------|---------------------------------|
| <b>BAJO VOLUMEN DE TRÁNSITO DE 150,001 A 1'000,000 EE</b>                        | De 150001                               | A 300000   | TP1                             |
|  | De 300001                               | A 500000   | TP2                             |
|  | De 500001                               | A 750000   | TP3                             |
|  | De 750001                               | A 1000000  | TP4                             |
| <b>CAMINOS QUE TIENEN UN TRAFICO COMPRENDIDO ENTRE 1'000,000 Y 30'000,000 EE</b> | De 1000001                              | A 1500000  | TP5                             |
|  | De 1500001                              | A 3000000  | TP6                             |
|  | De 3000001                              | A 5000000  | TP7                             |
|  | De 5000001                              | A 7500000  | TP8                             |
|  | De 7500001                              | A 10000000 | TP9                             |
|  | De 10000001                             | A 12500000 | TP10                            |
|  | De 12500001                             | A 15000000 | TP11                            |
|  | De 15000001                             | A 20000000 | TP12                            |
|  | De 20000001                             | A 25000000 | TP13                            |
|  | De 25000001                             | A 30000000 | TP14                            |

De acuerdo al número de repeticiones de eje equivalente, el tipo de tráfico es **TP1**

### 01.03 CONFIABILIDAD

La confiabilidad es la probabilidad de que el pavimento se comporte satisfactoriamente durante su vida útil o período de diseño, resistiendo las condiciones de tráfico y medio ambiente dentro de dicho período. Cabe resaltar, que cuando hablamos del comportamiento del pavimento nos referimos a la capacidad estructural y funcional de brindar seguridad y confort al usuario durante el período para el cual fue diseñado. Por lo tanto, la confiabilidad está asociada a la probabilidad de fallar en el pavimento.

#### a) DESVIACIÓN ESTÁNDAR ( $S_D$ )

La desviación estándar es la desviación de la población de valores obtenidos por AASHTO que involucra la variabilidad inherente a los materiales y a su proceso constructivo. En la siguiente tabla se muestran valores para la desviación estándar.

| CONDICION DE DISEÑO   | DESVIACIÓN ESTÁNDAR |               |
|---|---------------------|---------------|
|   | PAV. RÍGIDO         | PAV. FLEXIBLE |
| Variación en la predicción del comportamiento del pavimento sin errores en el tránsito. | 0.30                | 0.40          |
| Variación en la predicción del comportamiento del pavimento con errores en el tránsito. | 0.40                | 0.50          |

$$S_D = 0.35$$

  
 **Gabriel Ramos Hinojosa**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP N° 16941"



|  |                     |   |                  |                     |
|--|---------------------|---|------------------|---------------------|
|  | UEI                 | MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE PUERTO BERMUDEZ  |                  |                     |
|  | NOMBRE DEL PROYECTO | "RENOVACION DE PUENTE; EN EL (LA) CAMINO VECINAL R190306 (PUENTE TUKER) DE LA CC.NN. SAN JOSE DE AZUPIZU, DISTRITO DE PUERTO BERMUDEZ, PROVINCIA OXAPAMPA, DEPARTAMENTO DE PASCO" |                  |                     |
|  | CÓDIGO SNIP         | *****   | CÓDIGO CUI       | 2640210             |
|  | REGIÓN              | PASCO   | DISTRITO         | PUERTO BERMUDEZ     |
|  | PROVINCIA           | OXAPAMPA  | COMUNIDAD NATIVA | SAN JOSE DE AZUPIZU |

ESTUDIO D ESTRUCTURAS Y OBRAS DE ARTE

**b) FACTOR DE CONFIABILIDAD ( $R$ )**

tiene que ver con el uso esperado de la carretera. Así, para carreteras principales el nivel de confiabilidad es alto, ya que un subdimensionamiento del espesor del pavimento traerá como consecuencia que éste alcance los niveles mínimos de serviciabilidad antes de lo previsto, debido al rápido deterioro que experimentará la estructura. En la siguiente tabla se dan niveles de confiabilidad aconsejados por la AASHTO

| TIPO DE TRÁFICO EXPRESADO EN EE | RANGO DE TRÁFICO PESADO EXPRESADO EN EE |            | NIVEL DE CONFIABILIDAD |
|---------------------------------|---|------------|------------------------|
| TP1                             | De 150001                               | A 300000   | 70%                    |
| TP2                             | De 300001                               | A 500000   | 75%                    |
| TP3                             | De 500001                               | A 750000   | 80%                    |
| TP4                             | De 750001                               | A 1000000  | 80%                    |
| TP5                             | De 1000001                              | A 1500000  | 85%                    |
| TP6                             | De 1500001                              | A 3000000  | 85%                    |
| TP7                             | De 3000001                              | A 5000000  | 85%                    |
| TP8                             | De 5000001                              | A 7500000  | 90%                    |
| TP9                             | De 7500001                              | A 10000000 | 90%                    |
| TP10                            | De 10000001                             | A 12500000 | 90%                    |
| TP11                            | De 12500001                             | A 15000000 | 90%                    |
| TP12                            | De 15000001                             | A 20000000 | 90%                    |
| TP13                            | De 20000001                             | A 25000000 | 90%                    |
| TP14                            | De 25000001                             | A 30000000 | 90%                    |

El factor de confiabilidad  $R$  para el tipo de tráfico es: **70%**

**c) PROBABILIDAD ( $Z_R$ )**

Es el valor " $Z$ " (Área bajo la curva de distribución normal correspondiente a la curva estandarizada para una confiabilidad " $R$ ")

$$Z_R = -0.5244$$

**02. CRITERIOS DE COMPORTAMIENTO**


**02.01 SERVICIABILIDAD**

la serviciabilidad se unas como una medida del comportamiento del pavimento, la misma que se relaciona con la seguridad y comodidad que puede brindar al usuario (comportamiento funcional) cuando este circula por la vialidad. También se relaciona con las características físicas que puede presentar el pavimento como grietas, fallas, peladuras, etc, que podrían afectar la capacidad de soporte de la estructura (comportamiento estructural).

**a) INDICE DE SERVICIABILIDAD INICIAL ( $P_0$ )**

El índice de serviciabilidad inicial ( $P_0$ ) se establece como la condición original del pavimento inmediatamente después de su construcción o rehabilitación. AASHTO estableció para pavimentos rígidos un valor inicial deseable de 4.5, si es que no se tiene información disponible para el diseño.

  
  
**Carlos Ramos Hinojosa**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP N° 16941

|  |                     |   |                  |                     |
|--|---------------------|---|------------------|---------------------|
|  | UEI                 | MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE PUERTO BERMUDEZ  |                  |                     |
|  | NOMBRE DEL PROYECTO | "RENOVACION DE PUENTE; EN EL (LA) CAMINO VECINAL R190306 (PUENTE TUKER) DE LA CC.NN. SAN JOSE DE AZUPIZU, DISTRITO DE PUERTO BERMUDEZ, PROVINCIA OXAPAMPA, DEPARTAMENTO DE PASCO" |                  |                     |
|  | CÓDIGO SNIP         | -----   | CÓDIGO CUI       | 2640210             |
|  | REGIÓN              | PASCO   | DISTRITO         | PUERTO BERMUDEZ     |
|  | PROVINCIA           | OXAPAMPA  | COMUNIDAD NATIVA | SAN JOSE DE AZUPIZU |

ESTUDIO D ESTRUCTURAS Y OBRAS DE ARTE

| TIPO DE TRÁFICO EXPRESADO EN | RANGO DE TRÁFICO PESADO EXPRESADO EN EE |            | INDICE DE SERVICIABILIDAD INICIAL |
|------------------------------|---|------------|-----------------------------------|
| TP1                          | De 150001                               | A 300000   | 4.1                               |
| TP2                          | De 300001                               | A 500000   | 4.1                               |
| TP3                          | De 500001                               | A 750000   | 4.1                               |
| TP4                          | De 750001                               | A 1000000  | 4.1                               |
| TP5                          | De 1000001                              | A 1500000  | 4.3                               |
| TP6                          | De 1500001                              | A 3000000  | 4.3                               |
| TP7                          | De 3000001                              | A 5000000  | 4.3                               |
| TP8                          | De 5000001                              | A 7500000  | 4.3                               |
| TP9                          | De 7500001                              | A 10000000 | 4.3                               |
| TP10                         | De 10000001                             | A 12500000 | 4.3                               |
| TP11                         | De 12500001                             | A 15000000 | 4.3                               |
| TP12                         | De 15000001                             | A 20000000 | 4.5                               |
| TP13                         | De 20000001                             | A 25000000 | 4.5                               |
| TP14                         | De 25000001                             | A 30000000 | 4.5                               |

El Índice de Serviciabilidad Inicial P0 para el tipo de tráfico es: 4.1

b) **INDICE DE SERVICIABILIDAD FINAL** ( $P_t$ )

El índice de serviciabilidad final ( $P_t$ ), ocurre cuando la superficie del pavimento ya no cumple con las expectativas de comodidad y seguridad exigidas por el usuario. Dependiendo de la importancia de la vialidad, pueden considerarse los valores  $P_t$  indicados en la siguiente tabla

| TIPO DE TRÁFICO EXPRESADO EN | RANGO DE TRÁFICO PESADO EXPRESADO EN EE |            | INDICE DE SERVICIABILIDAD FINAL |
|------------------------------|---|------------|---------------------------------|
| TP1                          | De 150001                               | A 300000   | 2.0                             |
| TP2                          | De 300001                               | A 500000   | 2.0                             |
| TP3                          | De 500001                               | A 750000   | 2.0                             |
| TP4                          | De 750001                               | A 1000000  | 2.0                             |
| TP5                          | De 1000001                              | A 1500000  | 2.5                             |
| TP6                          | De 1500001                              | A 3000000  | 2.5                             |
| TP7                          | De 3000001                              | A 5000000  | 2.5                             |
| TP8                          | De 5000001                              | A 7500000  | 2.5                             |
| TP9                          | De 7500001                              | A 10000000 | 2.5                             |
| TP10                         | De 10000001                             | A 12500000 | 2.5                             |
| TP11                         | De 12500001                             | A 15000000 | 2.5                             |
| TP12                         | De 15000001                             | A 20000000 | 3.0                             |
| TP13                         | De 20000001                             | A 25000000 | 3.0                             |
| TP14                         | De 25000001                             | A 30000000 | 3.0                             |

El Índice de Serviciabilidad Final PF para el tipo de tráfico es: 2

  
 **Carlos Ramos Hinojosa**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP N° 16941



|  |                     |   |                  |                     |
|--|---------------------|---|------------------|---------------------|
|  | UEI                 | MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE PUERTO BERMUDEZ  |                  |                     |
|  | NOMBRE DEL PROYECTO | "RENOVACIÓN DE PUENTE; EN EL (LA) CAMINO VECINAL R190306 (PUENTE TUKER) DE LA CC.NN. SAN JOSE DE AZUPIZU, DISTRITO DE PUERTO BERMUDEZ, PROVINCIA OXAPAMPA, DEPARTAMENTO DE PASCO" |                  |                     |
|  | CÓDIGO SNIP         | -----   | CÓDIGO CUI       | 2640210             |
|  | REGIÓN              | PASCO   | DISTRITO         | PUERTO BERMUDEZ     |
|  | PROVINCIA           | OXAPAMPA  | COMUNIDAD NATIVA | SAN JOSE DE AZUPIZU |

ESTUDIO D ESTRUCTURAS Y OBRAS DE ARTE

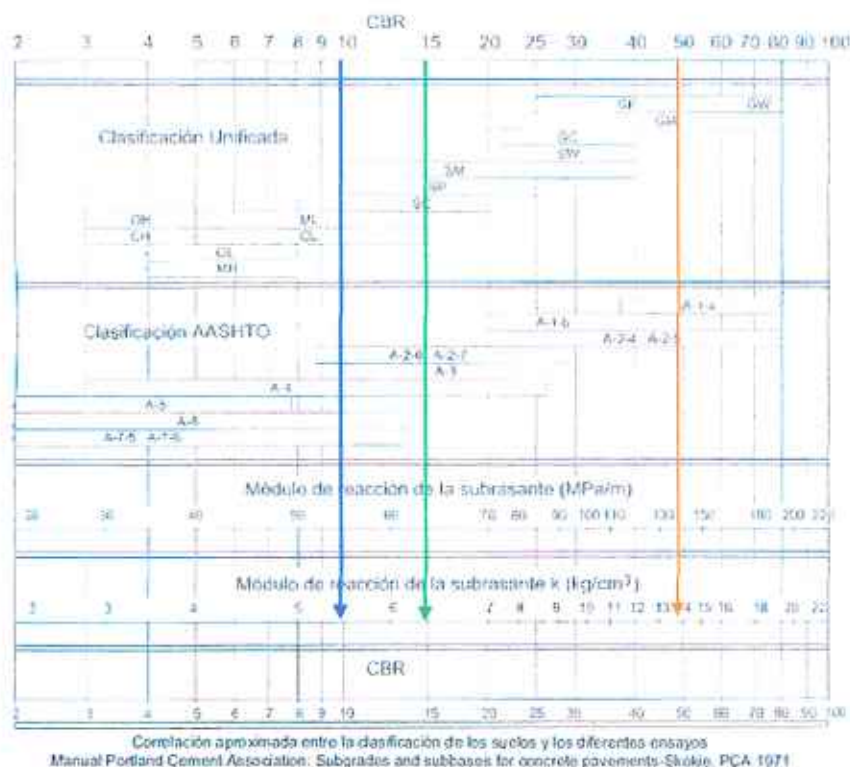
### 03. PROPIEDADES DE LOS MATERIALES

#### 03.01 MODULO DE REACCION DE LA SUBRASANTE(k)

Este factor nos da idea de cuánto se asienta la subrasante cuando se le aplica un esfuerzo de compresión. Numéricamente, es igual a la carga en libras por pulgada cuadrada sobre un área de carga, dividido por la deflexión en pulgadas para esa carga. Los valores de k son expresados como libras por pulgada cuadrada por pulgada (pci).

Puesto que la prueba de carga sobre placa, requiere tiempo y es costosa, el valor de k es estimado generalmente por correlación con otros ensayos simples, tal como la razón de soporte california (CBR) o las pruebas de valores R.

Figura 14.1  
Correlación CBR y Módulo de Reacción de la Subrasante



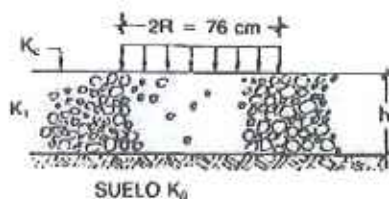
Correlación aproximada entre la clasificación de los suelos y los diferentes ensayos  
Manual Portland Cement Association: Subgrades and subbases for concrete pavements-Skokie, PCA 1071

$$K_c = [1 + (h/38)^2 \times (K_1/K_0)^{2/3}]^{0.5} \times K_0$$

- $K_1$  (kg/cm<sup>3</sup>) : Coeficiente de reacción de la sub base granular  
 $K_C$  (kg/cm<sup>3</sup>) : Coeficiente de reacción combinado  
 $K_0$  (kg/cm<sup>3</sup>) : Coeficiente de reacción de la subrasante  
 $h$  : Espesor de la subbase granular

  
 Gabriel Carlos Hinojosa  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP N° 16941

|  |                     |   |                  |                     |
|--|---------------------|---|------------------|---------------------|
|  | UEI                 | MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE PUERTO BERMUDEZ  |                  |                     |
|  | NOMBRE DEL PROYECTO | "RENOVACIÓN DE PUENTE; EN EL (LA) CAMINO VECINAL R190306 (PUENTE TUKER) DE LA CC.NN. SAN JOSE DE AZUPIZU, DISTRITO DE PUERTO BERMUDEZ, PROVINCIA OXAPAMPA, DEPARTAMENTO DE PASCO" |                  |                     |
|  | CÓDIGO SNIP         | -----   | CÓDIGO CUI       | 2640210             |
|  | REGIÓN              | PASCO   | DISTRITO         | PUERTO BERMUDEZ     |
|  | PROVINCIA           | OXAPAMPA  | COMUNIDAD NATIVA | SAN JOSE DE AZUPIZU |
| ESTUDIO D ESTRUCTURAS Y OBRAS DE ARTE  |                     |   |                  |                     |



| RANGO DE TRÁFICO PESADO EXPRESADO EN EE | ENSAYO NORMA | REQUERIMIENTO (CBR MÍN) |
|---|--------------|-------------------------|
| <15000000                               | MTC E 132    | 40.00%                  |
| >15000000                               | MTC E 132    | 60.00%                  |

| DESCRIPC        | COEF. | MÓDULO CBR (95%) | k (kg/cm3) | k (Mpa) |
|-----------------|-------|------------------|------------|---------|
| COEF. COMB.     | KC    | 15.00%           | 6.2        | 62      |
| COEF. SUBRAANTE | K0    | 10.00%           | 5          | 55      |
| COEF. SUB-BASE  | K1    | 49.83%           | 13.9       | 139     |

#### CÁLCULO DEL ESPESOR (H) DE LA SUB-BASE

| H     | KC (Nominal) | KC (Calculado) |
|-------|--------------|----------------|
| 20 cm | 6.2 kg/cm3   | 6.2 kg/cm3     |

#### 03.02 MÓDULO DE ROTURA DEL CONCRETO

Es un parámetro muy importante como variable de entrada para el diseño de pavimentos rígidos, ya que va a controlar el agrietamiento por fatiga del pavimento, originado por las cargas repetitivas de camiones. Se le conoce también como resistencia a la tracción del concreto por flexión.

Estimación a través de la resistencia a la compresión del concreto


| RANGO DE TRÁFICO PESADO EXPRESADO EN EE | RESISTENCIA MÍNIMA A LA FLEXOCOMPRESIÓN (MR) | RESISTENCIA MÍN. EQUIV. A LA COMPRESIÓN (f'c) |
|---|--|---|
| <5000000                                | 40 kg/cm2                                    | 280 kg/cm2                                    |
| DE 5000000 A 15000000                   | 42 kg/cm2                                    | 300 kg/cm2                                    |
| >15000000                               | 45 kg/cm2                                    | 350 kg/cm2                                    |

De acuerdo al número de ejes equivalentes, la resistencia del concreto sera: **210 kg/cm2**

$$M_R = a(f'_c)^{0.5}, 1.99 < a < 3.18$$

$$M_R = 28.8 \text{ kg/cm}^2 = 2.83 \text{ MPa}$$



|  |                     |   |                  |                     |
|--|---------------------|---|------------------|---------------------|
|  | UEI                 | MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE PUERTO BERMUDEZ  |                  |                     |
|  | NOMBRE DEL PROYECTO | "RENOVACION DE PUENTE; EN EL (LA) CAMINO VECINAL R190306 (PUENTE TUKER) DE LA CC.NN. SAN JOSE DE AZUPEZU, DISTRITO DE PUERTO BERMUDEZ, PROVINCIA OXAPAMPA, DEPARTAMENTO DE PASCO" |                  |                     |
|  | CÓDIGO SNIP         | -----   | CÓDIGO CUI       | 2640210             |
|  | REGIÓN              | PASCO   | DISTRITO         | PUERTO BERMUDEZ     |
|  | PROVINCIA           | OXAPAMPA  | COMUNIDAD NATIVA | SAN JOSE DE AZUPEZU |
| ESTUDIO D ESTRUCTURAS Y OBRAS DE ARTE  |                     |   |                  |                     |

### 03.03 MÓDULO DE ELASTICIDAD DEL CONCRETO ( $E_c$ )

Es un parametro que indica la rigidez y la capacidad de distribuir cargas que tiene una losa de pavimento. Es la relación entre la tensión y la deformación. Las deflexiones, curvaturas y tensiones están directamente relacionadas con el módulo de elasticidad del concreto. En los pavimentos de concreto armado continuo, el módulo de elasticidad junto con el coeficiente de expansión térmica y el de contracción del concreto, son los que rigen el estado de tensiones en la armadura. Para concreto de peso normal, el Instituto del Concreto Americano sugiere:

$$f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2 = 2981 \text{ psi}$$

$$E_c = 57000(f'_c)^{0.5} = 3112116 \text{ psi} = 21457 \text{ Mpa}$$

### 03.04 MÓDULO DE TRANSFERENCIA DE CARGA ( $J$ )

Las cargas de tránsito deben ser transmitidas de una manera eficiente de una losa a la siguiente para minimizar las deflexiones en las juntas. Las deflexiones excesivas producen bombeo de la subbase y posteriormente rotura de la losa de concreto.

TABLA DE MÓDULO DE TRANSFERENCIA DE CARGAS

| TIPO DE BERMA | MODULO DE TRANSFERENCIA DE CARGA |               |                     |               |
|---------------|----------------------------------|---------------|---------------------|---------------|
|               | GRANULAR O ASFALTICA             |               | CONCRETO HIDRÁULICO |               |
| VALORES J     | CON PASADORES                    | SIN PASADORES | CON PASADORES       | SIN PASADORES |
|               | 2.7                              | 3.8-4.4       | 2.8                 | 3.8           |

$$J = 3.8$$

### 03.04 COEFICIENTE DE DRENAJE ( $C_d$ )

El proceso mediante el cual el agua de infiltración superficial o agua de filtración subterránea es removida de los suelos y rocas por medios naturales o artificiales, se llama drenaje. El drenaje es uno de los factores más importantes en el diseño de pavimentos.

TABLA DE VALORES RECOMENDADOS PARA EL COEFICIENTE DE DRENAJE

| $C_d$     | tiempo transcurrido para que el suelo libere el 50% de su agua libre | Porcentaje de tiempo en que la estructura del pavimento esta expuesto a niveles de humedad cercanas a la saturación |             |             |      |
|-----------|--|---|-------------|-------------|------|
|           |  | < 1%  | 1 - 5%      | 5 - 25%     | >25% |
| EXCELENTE | 2 horas  | 1.25 - 1.20   | 1.20 - 1.15 | 1.15 - 1.10 | 1.10 |
| BUENO     | 1 día  | 1.20 - 1.15   | 1.15 - 1.10 | 1.10 - 1.00 | 1.00 |
| REGULAR   | 1 semana   | 1.15 - 1.10   | 1.10 - 1.00 | 1.00 - 0.90 | 0.90 |
| POBRE     | 1 mes  | 1.10 - 1.00   | 1.00 - 0.90 | 0.90 - 0.80 | 0.80 |
| MUY POBRE | Nunca  | 1.00 - 0.90   | 0.90 - 0.80 | 0.80 - 0.70 | 0.70 |

$$C_d = 1.0$$

### 04. CÁLCULO DEL ESPESOR DE LA LOSA

| ESPESOR   | $G_t$  | N18 NOMINAL | N18 CALCULADO | Solver          |
|-----------|--------|-------------|---------------|-----------------|
| 154.00 mm | -0.155 | 5.176       | 5.178         | 1.71 Correcto!! |

Se Considerara un espesor de Losa de 20 cm

ESTUDIO DE ESTRUCTURAS Y OBRAS DE ARTE

  
 Gabriel Ramos Hinojosa  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP N° 16941

|  |                     |   |                  |                     |
|--|---------------------|---|------------------|---------------------|
|  | UEI                 | MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE PUERTO BERMUDEZ  |                  |                     |
|  | NOMBRE DEL PROYECTO | "RENOVACIÓN DE PUENTE; EN EL (LA) CAMINO VECINAL R190306 (PUENTE TUKER) DE LA CC.NN. SAN JOSE DE AZUPIZU, DISTRITO DE PUERTO BERMUDEZ, PROVINCIA OXAPAMPA, DEPARTAMENTO DE PASCO" |                  |                     |
|  | CÓDIGO SNIP         |   | CÓDIGO CUI       | 2640210             |
|  | REGIÓN              | PASCO   | DISTRITO         | PUERTO BERMUDEZ     |
|  | PROVINCIA           | OXAPAMPA  | COMUNIDAD NATIVA | SAN JOSE DE AZUPIZU |

ESTUDIO DE ESTRUCTURAS Y OBRAS DE ARTE

## DISEÑO EN CONCRETO ARMADO

Para el diseño en concreto armado se consideró la aplicación de la carga ultima sobre la losa de aproximación:

- $1.25DC + 1.50DW + 1.75LL$

Para la aplicación de la carga vehicular HL-93 se considero una longitud de eje de 1.80 m y una separación de ejes de 4.27 m en dos tipos de casos:

- CASO 1: en la parte central de la losa de aproximación



- CASO 2: al borde de la losa de aproximación



ESTUDIO DE ESTRUCTURAS Y OBRAS DE ARTE

  
 Gabriel Ramos Hinojosa  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP N° 16941



|  |                     |   |                  |                     |
|--|---------------------|---|------------------|---------------------|
|  | UEI                 | MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE PUERTO BERMUDEZ  |                  |                     |
|  | NOMBRE DEL PROYECTO | "RENOVACION DE PUENTE; EN EL (LA) CAMINO VECINAL R190306 (PUENTE TUKER) DE LA CC.NN. SAN JOSE DE AZUPEZU, DISTRITO DE PUERTO BERMUDEZ, PROVINCIA OXAPAMPA, DEPARTAMENTO DE PASCO" |                  |                     |
|  | CÓDIGO SNIP         | *****   | CÓDIGO CUI       | 2640210             |
|  | REGIÓN              | PASCO   | DISTRITO         | PUERTO BERMUDEZ     |
|  | PROVINCIA           | OXAPAMPA  | COMUNIDAD NATIVA | SAN JOSE DE AZUPEZU |

# ESTUDIO DE ESTRUCTURAS Y OBRAS DE ARTE

## II. NORMAS DE APLICACIÓN

MANUAL DE F : CARGAS

RNE-E.060 : CONCRETO ARMADO

## III. DISEÑO DE LA LOSA DE APROXIMACION

### PARAMETROS DE ENTRADA

|          |      |        |        |
|----------|------|--------|--------|
| Material | f'c  | 210    | kg/cm2 |
|          | fy   | 4200   | kg/cm2 |
| Seccion  | bw L | 600.00 | cm     |
|          | bw t | 520.00 | cm     |
|          | h    | 20.00  | cm     |
|          | r    | 4.00   | cm     |
|          | d    | 16.00  | cm     |

|          |           |      |     |
|----------|-----------|------|-----|
| Factores | Ø flexion | 0.90 | ... |
|          | Ø corte   | 0.85 | ... |



### Cuantia a Flexion

$$M_u = \phi \cdot \omega \cdot b \cdot d^2 \cdot f'c (1 - 0.59\omega) ; \omega = \frac{\rho \cdot f'c}{fy}$$

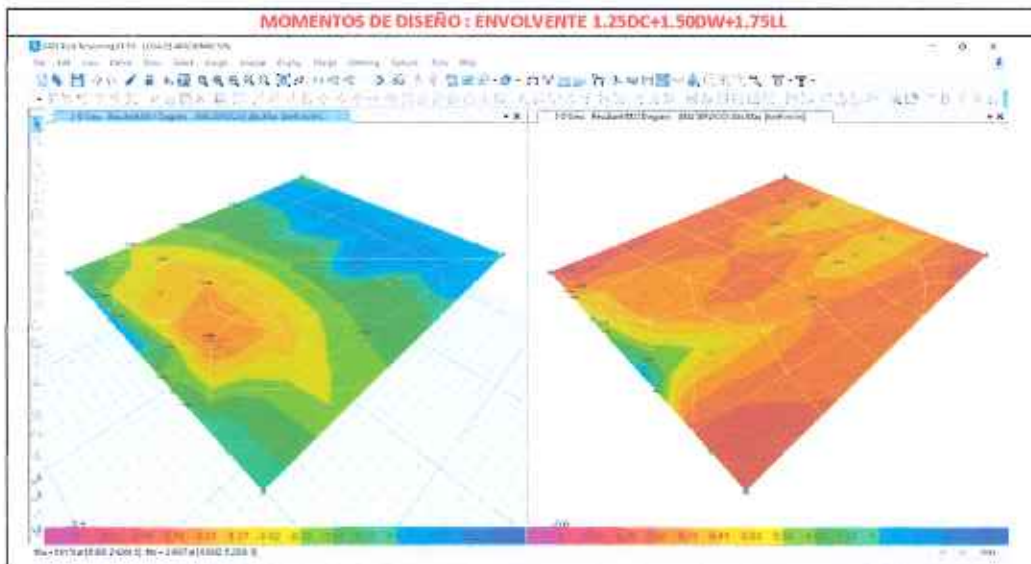
$$\rho = \left( \frac{1 - \sqrt{1 - \frac{2.36 M_u}{\phi \cdot f'c \cdot b \cdot d^2}}}{1.18} \right) \frac{f'c}{fy}$$

### Cortante del Concreto

$$Vc = (0.53) \sqrt{f'c} \cdot bw \cdot d \dots \dots (Ecuac. 1)$$

## DISEÑO POR FLEXION

### 1. DIAGRAMA DE MOMENTO FLECTOR



### 2. DISEÑO POR FLEXION

|           |        |
|-----------|--------|
| Apoyo     | ...    |
| Luz       | m      |
| Ø flexion | ...    |
| f'c       | kg/cm2 |
| fy        | kg/cm2 |

#### EJE ANALISIS X

| M11+ | M11- |
|------|------|
| 0.90 | 0.90 |
| 210  | 210  |
| 4200 | 4200 |


#### EJE ANALISIS Y

| M22+ | M22- |
|------|------|
| 0.90 | 0.90 |
| 210  | 210  |
| 4200 | 4200 |

# ESTUDIO DE ESTRUCTURAS Y OBRAS DE ARTE



*Gabriel Ramos Hinojosa*  
INGENIERO CIVIL  
CIP N° 16941

|  |                     |   |                  |                     |
|--|---------------------|---|------------------|---------------------|
|  | UEI                 | MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE PUERTO BERMUDEZ  |                  |                     |
|  | NOMBRE DEL PROYECTO | *RENOVACION DE PUENTE; EN EL (LA) CAMINO VECINAL R190306 (PUENTE TUKER) DE LA CC.NN. SAN JOSE DE AZUPEZU, DISTRITO DE PUERTO BERMUDEZ, PROVINCIA OXAPAMPA, DEPARTAMENTO DE PASCO* |                  |                     |
|  | CÓDIGO SNIP         | -----   | CÓDIGO CUI       | 2640210             |
|  | REGIÓN              | PASCO   | DISTRITO         | PUERTO BERMUDEZ     |
|  | PROVINCIA           | OXAPAMPA  | COMUNIDAD NATIVA | SAN JOSE DE AZUPEZU |

#### ESTUDIO DE ESTRUCTURAS Y OBRAS DE ARTE

|        |                 |
|--------|-----------------|
| Elegir | 1. (-) / 2. (+) |
| Ma     | Tipo            |

|     |     |
|-----|-----|
| 2   | 1   |
| Mu+ | Mu- |

|     |     |
|-----|-----|
| 2   | 1   |
| Mu+ | Mu- |

#### a. ACERO CALCULADO

|             |                     |
|-------------|---------------------|
| Mu          | ton.m               |
| bw          | cm                  |
| d           | cm                  |
| p cal       | -                   |
| As cal      | cm <sup>2</sup>     |
| As cal / bw | cm <sup>2</sup> /cm |

|        |        |
|--------|--------|
| 0.61   | 2.66   |
| 600.00 | 600.00 |
| 16     | 16     |
| 0.0001 | 0.0005 |
| 1.01   | 4.42   |
| 0.00   | 0.01   |

|        |        |
|--------|--------|
| 1.80   | 0.76   |
| 520.00 | 520.00 |
| 16     | 16     |
| 0.0004 | 0.0002 |
| 2.99   | 1.25   |
| 0.01   | 0.00   |

#### b. ACERO DE REFUERZO - MINIMO POSITIVO

|             |                     |
|-------------|---------------------|
| p min t     | -                   |
| As min t    | cm <sup>2</sup>     |
| As min t/bw | cm <sup>2</sup> /cm |

|        |        |
|--------|--------|
| 0.0018 | 0.0018 |
| 21.60  | 21.60  |
| 0.036  | 0.036  |

|        |        |
|--------|--------|
| 0.0018 | 0.0018 |
| 18.72  | 18.72  |
| 0.036  | 0.036  |

#### c. ACERO REQUERIDO

|             |                     |
|-------------|---------------------|
| As req      | cm <sup>2</sup>     |
| As req / bw | cm <sup>2</sup> /cm |

|       |       |
|-------|-------|
| 21.60 | 21.60 |
| 0.04  | 0.04  |

|       |       |
|-------|-------|
| 18.72 | 18.72 |
| 0.04  | 0.04  |

#### d. ACERO COLOCADO

|           |                 |
|-----------|-----------------|
| Ø ref     | pulg            |
| As ref    | cm <sup>2</sup> |
| S cal     | cm              |
| S col     | cm              |
| Condicion | S col < S req   |

|       |       |
|-------|-------|
| 1/2"  | 1/2"  |
| 1.27  | 1.27  |
| 35.28 | 35.28 |
| 25.00 | 25.00 |
| Ok    | Ok    |

|       |       |
|-------|-------|
| 1/2"  | 1/2"  |
| 1.27  | 1.27  |
| 35.28 | 35.28 |
| 25.00 | 25.00 |
| Ok    | Ok    |

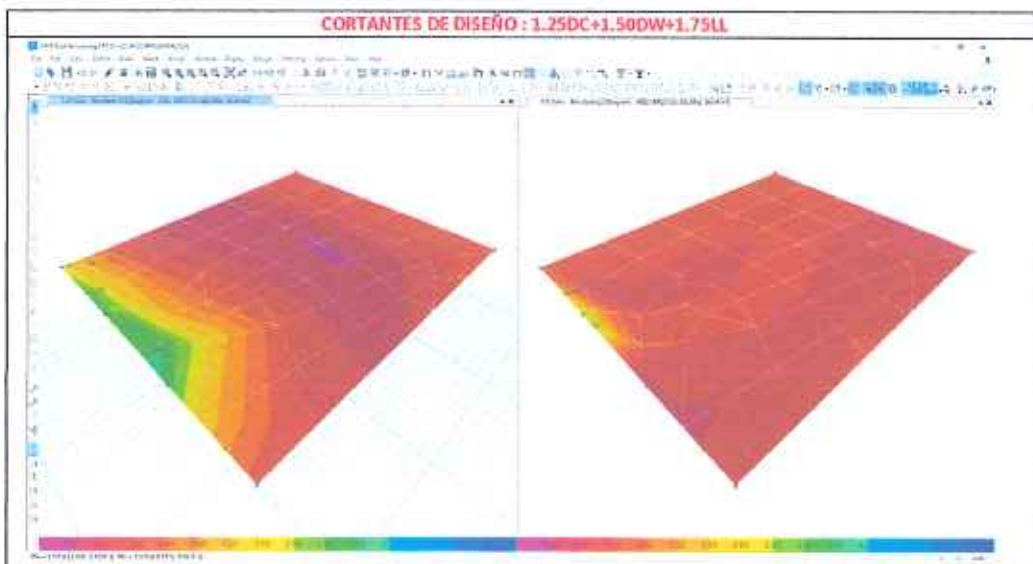
ESQUEMA DE REFUERZO  
LONGITUDINAL

1/2"@25cm

1/2"@25cm


#### DISEÑO POR CORTE

#### 1. DIAGRAMA DE FUERZA CORTANTE



  
Carlos Ramos Hinojosa  
INGENIERO CIVIL  
CIP N° 16941



|  |                     |   |                  |                     |
|--|---------------------|---|------------------|---------------------|
|  | UEI                 | MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE PUERTO BERMUDEZ  |                  |                     |
|  | NOMBRE DEL PROYECTO | "RENOVACION DE PUENTE; EN EL (LA) CAMINO VECINAL R190306 (PUENTE TUKER) DE LA CC.NN. SAN JOSE DE AZUPEZU, DISTRITO DE PUERTO BERMUDEZ, PROVINCIA OXAPAMPA, DEPARTAMENTO DE PASCO" |                  |                     |
|  | CÓDIGO SNIP         | -----   | CÓDIGO CUI       | 2640210             |
|  | REGIÓN              | PASCO   | DISTRITO         | PUERTO BERMUDEZ     |
|  | PROVINCIA           | OXAPAMPA  | COMUNIDAD NATIVA | SAN JOSE DE AZUPEZU |
| ESTUDIO D ESTRUCTURAS Y OBRAS DE ARTE  |                     |   |                  |                     |

## 2. DISEÑO POR CORTE

EJE ANALISIS X

| Apoyo     | ---    | V13-  |       | V13+  |
|-----------|--------|-------|-------|-------|
| Luz       | m      |       |       |       |
| Ø corte   | ---    | 0.85  | 0.85  | 0.85  |
| Fc        | kg/cm2 | 210   | 210   | 210   |
| fy        | kg/cm2 | 4200  | 4200  | 4200  |
| bw        | cm     | 600   | 600   | 600   |
| d         | cm     | 16    | 16    | 16    |
| Vc        | ton    | 73.73 | 73.73 | 73.73 |
| ØVc       | ton    | 62.67 | 62.67 | 62.67 |
| Vu        | ton    | 3.70  | 0.00  | 0.98  |
| Condicion | ØVc>Vu | Ok    | Ok    | Ok    |

|           |           |      |      |      |
|-----------|-----------|------|------|------|
| Vs        | ton       | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| As trans. | pulg      | 1/2" | 1/2" | 1/2" |
| Øtrans.   | cm        | 1.27 | 1.27 | 1.27 |
| Aest      | cm2       | 1.27 | 1.27 | 1.27 |
| Scal      | cm        | -    | -    | -    |
| Scol      | cm        |      |      |      |
| Condicion | Scol<Scal | Ok   | Ok   | Ok   |

EJE ANALISIS Y

| V23-   |        | V23+   |
|--------|--------|--------|
|        |        |        |
| 0.85   | 0.85   | 0.85   |
| 210    | 210    | 210    |
| 4200   | 4200   | 4200   |
| 520.00 | 520.00 | 520.00 |
| 16     | 16     | 16     |
| 63.90  | 63.90  | 63.90  |
| 54.32  | 54.32  | 54.32  |
| 1.31   | 0.00   | 5.98   |
| Ok     | Ok     | Ok     |

|      |      |      |
|------|------|------|
| 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 1/2" | 1/2" | 1/2" |
| 1.27 | 1.27 | 1.27 |
| 1.27 | 1.27 | 1.27 |
| -    | -    | -    |
|      |      |      |
| Ok   | Ok   | Ok   |

  
**Carlos Ramos Hinojosa**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP N° 16941"