

RESUMEN EJECUTIVO

1. NOMBRE DEL PROYECTO.

Diseño estructural de un puente vehicular sobre la quebrada Barbascuyo.

2. LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO.

País: Bolivia.

Departamento: Tarija.

Provincia: Avilés.

Municipio: Uriondo.

Comunidad: Juntas.

Coordenadas: Latitud sur 21°47'06'' longitud oeste 64° 49'54''; altitud 1.968 msnm.

3. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.

El diseño del presente proyecto contiene las siguientes características:

Tipo de proyecto: Puente vehicular

Número de carriles: 1

Longitud del puente: 16.2 m

Luz de cálculo del puente: 15,60

Ángulo de esviaje: 0°

Sistema estructural: Losa de H°A° Sobre Vigas de H°A°

Tipo de suelo de fundación: a-1-b (0)

4. COSTO DEL PROYECTO.

Según el tipo, cálculos métricos, precios unitarios y plan de ejecución del proyecto llega a tener un costo de:

1.119.264,47 Bs (Un Millón ciento diecinueve mil doscientos sesenta y cuatro 47/100)

5. MODALIDAD DE EJECUCIÓN.

De acuerdo al costo del proyecto su modalidad es de Licitación Pública (LP)

6. TIEMPO DE EJECUCIÓN.

El tiempo de ejecución considerando un jornal como 8 horas de trabajo el tiempo de ejecución es 155 días trabajados

7. INDICADORES.

Inversión promedio: **69226.44 Bs./m**

Cuantía promedio: **104 Kg/m³**

8. APORTE ACADÉMICO.

La metodología de diseño para el tipo de puentes multi-vigas se basa en los métodos aproximados mencionados en la normativa AASHTO LRFD, donde se deberán respetar las condiciones para las que es aplicable el método.

Los componentes de apoyo para la losa son las vigas de esta manera el cálculo de los anchos de fajas equivalente para el cálculo de la losa es perpendicular al tráfico, la altura mínima de la losa será de 175 mm, la separación entre los ejes de las vigas principales deberá encontrarse entre el rango de 1200 mm a 3000 mm.

Se aplicaran los factores de distribución especificados en la normativa AASHTO LRFD 2004, utilizando los valores máximos entre la posibilidad de ser un carril cargado o múltiples carriles cargados; mediante la utilización del factor de distribución máximo logramos cumplir una condición importante de los puentes multi-vigas que es que las vigas interiores y exteriores deberán resistir lo mismo para posibilitar el ensanchamiento futuro del puente.

Se realizó la comparación técnica entre el tablero de puente de 2 vigas denominado convencional con un ancho de calzada de 4 m con un tablero de puente de 7 vigas con un ancho de calzada de 14.4 m denominado multi-vigas.

Se aplicó el mismo tipo de método de diseño (Métodos Aproximados) para el cálculo de puentes con viga y losa; la diferencia por motivos del ancho del calzada es que para el cálculo de los factores de distribución de un puente de menos de tres vigas se aplican la ley de momentos y para un puente con más de 3 se aplican las formulas tabuladas en la AASHTO LRFD.

Para el tablero de dos vigas de acuerdo a la ley de momentos aplicando una carga unitaria donde se apoyarían las ruedas del camión generando las máximas reacciones obtenemos 0.778 como factor de distribución, para el tablero de 7 vigas de acuerdo a los factores de distribución interiores, exteriores, con un carril cargado o múltiples cargados escogemos el mayor para cumplir con las condiciones de puentes multi-vigas obteniendo un valor de 0.65. Se puede claramente notar que el último factor es menor que el primero lo que genera una sollicitación menor y por consiguiente una menor área de acero necesaria.

9. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

- Con la construcción del puente las crecidas del río no serán un impedimento para que los comunarios de las zonas beneficiadas puedan llevar sus productos a los centros de consumo.
- Con la implementación del puente se logrará la integración entre las comunidades de Juntas y Pampa Redonda dentro del Municipio de Uriondo, creando rutas alternativas también para llegar a la ciudad de Tarija.
- Se aplicaron todos los métodos y recomendaciones mencionados en la normativa AASHTO 2004, donde se muestran claramente las especificaciones técnicas que deberán tener y cumplir las estructuras.
- Se aplicaron los artículos de la normativa ACI-318 04, permitiendo el diseño de elementos de hormigón armado de manera satisfactoria. Se cumplieron todos los diámetros de doblado, longitudes de anclaje, recubrimientos mínimos, espaciamientos que satisfacen requerimientos constructivos y requisitos de seguridad.
- Se logró obtener resultados positivos en la topografía, e hidrología dándonos parámetros que no se alejan de la realidad, el tirante máximo se encontraba próximo al reporte de los comunarios del nivel máximo de aguas.
- Para el estudio de suelos se consultó al ing. Daniel Zenteno que nos ayudó a despejar las dudas acerca de una formación rocosa a 50 metros de la zona de emplazamiento, a pesar que se realizaron las excavaciones para los ensayos SPT no se encontró el estrato rocoso descartando así el diseño de zapatas sobre suelo rocoso.
- En cuanto a la socavación se tiene que tener especial cuidado, las formulas son empíricas y se deben analizar las variables por separado, en nuestro caso se tuvo que realizar cortes de secciones transversales antes y después de la zona a estudiar sobre el lecho de la quebrada para obtener las variables correctas.
- Para el diseño de los pasamanos se tuvo que recurrir la normativa AASHTO – 2010 versiones en inglés debido a que en la versión 2004 no se encuentra traducido el capítulo necesario. El pasamano cumple con todas las exigencias de la norma quedando con un diámetro de 4”.

- Los postes, acera, bordillo, losa, vigas, estribo, zapatas, aleros y aparatos de apoyo de neopreno se calcularon satisfactoriamente siguiendo la normativa AASHTO 2004 y la normativa de cálculo de hormigón armado ACI-318 04.
- Los estados de resistencia más desfavorables en el diseño de estribos y aleros son el estado de Resistencia I y IV ya que en el estado I es una combinación para una situación normal y el estado IV es debido a la alta relación entre las cargas permanentes y las solicitaciones.
- Es importante verificar el vuelco, el resbalamiento y los esfuerzos en toda infraestructura ya que estos factores son muy determinantes en la estabilidad de toda la estructura.
- Se concluye que un sistema de tablero multi-viga no es el adecuado para puentes de uno o dos carriles (4 metros de ancho de calzada) y esta solución se vuelve factible cuando el ancho del puente es predominante (aproximadamente 4 carriles de diseño). Esto se debe a las limitaciones de la norma a la aplicabilidad del método, se puede apreciar de acuerdo con el diseño teórico de un tablero de 4 carriles que la armadura de las vigas y de las losas comienzan a disminuir como se muestra en el trabajo realizado en el aporte académico.

Este tipo de puentes cuenta con la característica que las vigas tanto exteriores como interiores deberán tener la capacidad de resistir las mismas solicitaciones, que se asume que el momento máximo en losas y vigas se desarrolla en toda la longitud esto por tratarse de métodos aproximados.

Para que se cumpla con las características del puente se utilizaron los factores de distribución máximos de acuerdo con la AASHTO; las vigas al tener la misma capacidad de resistencia otorgan la característica importante al tablero de que se pueden realizar ensanchamientos futuros.

El trabajo realizado como aporte académico nos brinda la certeza que es necesario realizar la comparación técnica económica entre tableros convencionales y tipo multi-viga.

- Se recomienda realizar un buen levantamiento topográfico, tanto como del cauce como de la vía. Se recomienda realizar perfiles longitudinales del lecho y de la vía, como así también de secciones transversales del lecho para tener datos importantes al momento de calcular la socavación.
- Es recomendable la utilización de la mayor cantidad de datos pluviométricos para la obtención de caudales para un periodo de retorno de 100 años.
- Se recomienda definir de acuerdo a los datos de la ingeniería básica la ubicación del puente, debiendo este lograr cubrir el lecho sin generar obstrucciones al curso de agua existente.
- Es importante tener en cuenta en la utilización de normativas extranjeras que las unidades pueden estar expresadas en diferentes sistemas por esta razón se deberá consultar previamente el sistema de unidades.
- Se recomienda la utilización de tableros de tipo multi-viga donde existan rutas que exijan más de 4 carriles de diseño, de esta manera se realizaran las obras de manera más eficiente y estéticamente satisfactorias.
- Se recomienda que en un futuro diseño y comparación con este tipo de puentes se lo efectúe con anchos de calzada superiores a los 10 metros para poder obtener resultados que puedan ser utilizados en la realidad.
- Mantener como consulta las normativas AASHTO y ACI ante cualquier duda, también se puede recurrir a los anexos donde se explica con detalle el cálculo.