ALCALDIA MUNICIPAL DE IBAGUÉ – TOLIMA

CONTRATO DE CONSULTORIA No. 3943 DE 2022

OBJETO: "CONTRATAR LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA DAR SOLUCIÓN TÉCNICA DEL PUENTE VEHICULAR QUE COMUNICA LA VEREDA LA ESPERANZA Y CARRIZALES DEL CORREGIMIENTO 13 SALADO, DEL MUNICIPIO DE IBAGUÉ"

DIAGNOSTICO DE LA ESTRUCTURA E INFORME FINAL.

Jesus-2561@hotmail.com
310 7565157

DIAGNOSTICO DE LA ESTRUCTURA E INFORME FINAL.

CONTRATO DE CONSULTORIA No. 3943 DE 2022

OBJETO: "CONTRATAR LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA DAR SOLUCIÓN TÉCNICA DEL PUENTE VEHICULAR QUE COMUNICA LA VEREDA LA ESPERANZA Y CARRIZALES DEL CORREGIMIENTO 13 SALADO, DEL MUNICIPIO DE IBAGUÉ"

CONTRATANTE: ALCALDIA MUNICIPAL DE IBAGUÉ – TOLIMA

CONTRATISTA: JESUS ALFONSO CERVERA HERNANDEZ

CONTENIDO

1. OBJETIVOS 5
1.1. OBJETIVO GENERAL: 5
1.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS: 5
2. MARCO TEORICO 5
2.1. PUENTE 5
2.2 MATERIALES 5
2.3 PARTES DEL PUENTE 6
2.4 PATOLOGIA ESTRUCTURAL 7
2.5 PATOLOGIA ESTRUCTURAL 7
2.5. PATOLOGIAS ESTRUCTURALES EN UN PUENTE. 8
3. METODOLOGIA. 11
3.1 DESCRIPCIÓN DEL PUENTE. 11
3.2 INSPECCION DEL PUENTE. 14
3.3. DETERMINACION DEL ESTADO ACTUAL DEL PUENTE. 15
6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 18

Jesus-2561@hotmail.com
310 7565157

TABLA DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1 FISURA Y GRIETA 8
Ilustración 2 SEGREGACIÓN DE HORMIGON 9
Ilustración 3 ACERO SIN RECUBRIMIENTO ADECUADO 10
Ilustración 4 SOCAVACIÓN DE ESTRIBO DE PUENTE 10
Ilustración 5 LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO 11
Ilustración 6 SUPERESTRUCTURA DEL PUENTE 12
Ilustración 7 PARTE SUPERIOR DE LA SUPERRESTRUCTURA 12
Ilustración 8 SOBRESTRUCTURA DEL PUENTE 13
Ilustración 9 SOCAVACION DEL PUENTE 13
Ilustración 10 índice de gravedad de daño 14
Ilustración 11 índice de valorización del daño 14
Ilustración 12 DIAGNOSTICO 15
Ilustración 13socavación y fractura del estribo izquierdo 16
Ilustración 14 Asentamiento y desplazamiento del estribo izquierdo y colapso de la banca 16
Ilustración 15 Torcion del tablero 17

Jesus-2561@hotmail.com
310 7565157

1. OBJETIVOS

1.1.OBJETIVO GENERAL:

Realizar un diagnóstico del estado actual del Puente vehicular que comunica la vereda la Esperanza y carrizales del corregimiento 13 salado, del municipio de Ibagué y presentar una propuesta de intervención.

1.2.OBJETIVOS ESPECIFICOS:

- Identificar de patologías
- Determinar de posibles causas de las patologías encontradas
- Establecer una posible propuesta de intervención para el puente

2. MARCO TEORICO

2.1. PUENTE

Un puente es una obra que se construye para salvar un obstáculo dando así continuidad a una vía. Suele sustentar un camino, una carretera o una vía férrea, pero también puede transportar tuberías y líneas de distribución de energías (Rodríguez Sequén, 2016). En este sentido se abordará la estructura necesaria para pasos viales de manera que puedan atravesar obstáculos como riveras, quebradas, etc. Y así optimizar las condiciones de las redes viales conforme las necesidades de la comunidad.

2.2 MATERIALES

- HORMIGÓN ARMADO:

El hormigón armado es una colaboración del acero y el hormigón, adecuado especialmente para resistir esfuerzos de flexión (Instituto Español del cemento y sus aplicaciones, 2013).

2.3 PARTES DEL PUENTE

Los puentes cuentan con dos subdivisiones fundamentales, la primera consta de aquellos elementos encargados de transmitir las cargas aplicadas a la cimentación y al suelo donde esta asentada la obra, a esta se le llama subestructura; la segunda esta conformada por los elementos que reciben las cargas móviles y a su vez las trasmiten a los apoyos, es decir está constituida por la parte superior del puente, a esta se le llama superestructura.

SUPERESTRUCTURA:

- **Tablero:** Este es el elemento encargado de soportar las cargas móviles y dinámicas generadas por el paso de los autos sobre una capa de rodadura para darle continuidad a la via que conecta con el puente, por lo general van acompañados de andenes para el paso peatonal y barandas de seguridad tanto peatonales como vehiculares.

- **Vano:** Se refiere a la distancia entre los dos apoyos consecutivos de un puente.

- **Estructura portante:** Son elementos, que en función del tipo de puente, pueden ser vigas rectas, en forma de arco, a porticadas, vigas reticulares, cables tensores, entre otras. Tiene la función de salvar el vano y por lo tanto el tablero descansará sobre éstas.

- **Diafragmas:** Son vigas que se encuentran transversales a las vigas principales con el objetivo de realizar la función de arrostramiento para generar mayor estabilidad y control de deformaciones del puente.

SUBESTRUCTURA

- **Pilares:** Son elementos de apoyo que se encuentran en la parte intermedia del puente, sobre estos descansan las vigas principales las cuales transmiten las cargas generadas en el tablero hacia los pilas y estos transmiten hacia la cimentación. Los pilares generalmente están en contacto directo con el rio que el puente atraviesa por lo que deben ser capaces de resistir altas presiones hidráulicas, erosión y cargas de viento además de las solicitaciones del puente.

- **Estribos:** Los estribos cumplen una función similar a la de las pilas con la diferencia de que además de transmitir las cargas generadas en el tablero hacia la cimentación, funcionan como muros de contención, debido a que estos están ubicados en los extremos del puente y deben resistir el empuje de tierra que se genera por los terraplenes de acceso al puente.

- **Alas:** Son elementos estructurales que se encuentran adyacentes a los estribos, estos no soportan ni transmiten la carga dinámica del tablero, tienen la función de trabajar como muros de contención para resistir el empuje de tierra que se genera por los terraplenes de acceso al puente.

- **Cimientos:** Son los elementos que se encuentran debajo de los estribos y las pilas. Son los encargados de transmitir toda la carga que se genere en el puente hacia el suelo donde está ubicada la obra. Están sujetos principalmente a dos condiciones: el asentamiento total y el asentamiento diferencial. Son parámetros que deben estar perfectamente controlados para mantener la seguridad de la estructura. Dependiendo de las condiciones del terreno y de la estructura la cimentación puede ser superficial, profunda, mediante pilotes, zapatas o cajones de cimentación.

2.4 PATOLOGIA ESTRUCTURAL

La durabilidad de una estructura se refiere a la conservación de los aspectos de seguridad, rigidez, estabilidad y resistencia dentro de la vida útil que fue considerada para el diseño de la misma, es decir que dentro de este tiempo esta no alcance ningún estado limite, no genere daños o patologías de manera prematura que afecten a las condiciones de servicio. Para conseguir dicho resultado cada uno de los elementos que componen la obra debe estar en la capacidad de resistir agresiones mecánicas, físicas, biológicas, químicas y atmosféricas.

2.5 PATOLOGIA ESTRUCTURAL

La patología estructural es una ciencia que se encarga del estudio, diagnóstico de daños, evaluación de las causas y formulación de los procesos de reparación (Montejo Fonseca , Montejo Piratova , & Montejo Piratova, 2013). Por lo tanto, se requiere realizar un levantamiento de fallas evidentes para poder proceder a un estudio del comportamiento de la

estructura y definir las causas de dichas patologías y en medida de lo posible generar soluciones o acciones de mantenimiento o correctivas según sea el caso.

2.5. PATOLOGIAS ESTRUCTURALES EN UN PUENTE.

Dentro de la estructura de un puente existen varias patologías estructurales que se pueden generar en cualquiera de sus elementos, lo que produce su deterioro e interviene en la disminución de la durabilidad. Estas varían dependiendo del material de construcción del puente. En este trabajo se considerarán las relacionadas a puentes de hormigón; a continuación, se describen las más comunes.

- FISURAS: Dentro de los elementos de concreto armado, la aparición de fisuras puede asumirse como un comportamiento normal del mismo, ya que puede ser evidencia de que estos elementos están trabajando correctamente, debido a la baja resistencia a tensión del hormigón por lo que se generan fisuras con bajos esfuerzos de tensión. Basado en ello se puede decir que los límites son barreras subjetivas y pueden cambiar de acuerdo con el tipo de construcción, la región, el uso de la edificación, entre otros (AIS, 2011). Generalmente cuando una fisura se puede observar más prominente y de considerable espesor, se considera como una grieta y es recomendable realizar una evaluación para determinar si requiere un análisis con mayor detalle y valorar si los elementos estructurales involucrados ya no trabajan con las condiciones de servicio contempladas para su diseño. Normalmente una fisura o una grieta son caracterizadas por su longitud, dirección, espesor y distancia entre ellas.

Ilustración 1 FISURA Y GRIETA



FUENTE: asesoriaintegraldelaconstruccion.blogspot.com

- SEGREGACIÓN DE HORMIGON: Esta patología se refiere a la distribución no uniforme de las partículas que comprenden la mezcla de hormigón, lo que genera que el agregado se asiente en la parte inferior del elemento separándose relativamente de la pasta de cemento, con lo que se puede observar zonas porosas de pasta y otras de agregado. Este fenómeno es causado por varios factores como la mala dosificación, el tipo de árido y su granulometría, el vertido del hormigón y la falta o exceso de vibración (INVIAS, 2006).

Ilustración 2 SEGREGACIÓN DE HORMIGON



FUENTE: construnario.com

- RECUBRIMIENTO INADECUADO: Determinar el recubrimiento óptimo para cada elemento depende estrictamente de la norma estructural que se esté utilizando para el diseño ya que en este se encuentra especificado los valores correctos que se deben utilizar. Además de que en el código se consideran factores como el ambiente al que estará sometido el elemento y el tipo de elemento estructural que se está diseñando (INVIAS, 2006). En general se produce esta patología cuando al momento de construir el elemento se usan deficientes técnicas, no se toman las suficientes precauciones para asegurar un recubrimiento uniforme o al momento de diseñar no se toman en cuenta factores del medio externo por los cuales el elemento se puede ver afectado sin un recubrimiento adecuado.

Ilustración 3 ACERO SIN RECUBRIMIENTO ADECUADO



FUENTE: Becosan.com

- SOCAVACIÓN: La socavación está relacionada al tránsito de sedimentos, debido a que resulta de la erosión causada por el agua y los materiales que en ella transporta (Arancibia, 2009). La principal falla sobre las estructuras es la inestabilidad que puede generar, debido al desgaste al que están expuestos. Los elementos que ataca directamente esta patología son los cimientos, las pilas, los estribos y las alas. Dentro de este fenómeno se pueden diferenciar 2 tipos, la socavación general y la local (INVIAS, 2006). En lo que se refiere a la general es la erosión que se genera a lo largo y ancho de todo el lecho del rio, mientras que la local es la que afecta a elementos de una estructura específica, esto ocasionado por la corriente que circula.

Ilustración 4 SOCAVACIÓN DE ESTRIBO DE PUENTE



FUENTE: Propia

3. METODOLOGIA.

3.1 DESCRIPCIÓN DEL PUENTE.

La descripción del puente está basada en el levantamiento topográfico y batimétrico ejecutado por esta consultoría donde se realizó levantamiento planimétrico del predio, referenciado a la red MAGNA-SIRGAS, incluyendo: - Linderos y perímetro del área del proyecto de acuerdo congeorreferenciación oficial del IGAC. La Materialización y georreferenciación de un punto para amarre del Levantamiento topográfico del proyecto.

DATOS GENERALES.

- **LOCALIZACIÓN:**

  Partiendo de la carrera 14 con calle 144, en el barrio el salado del Municipio de Ibague, en sentido Noroeste, pasando a los 470 mts por el rio Alvarado, continuando por la via a la mina, siguiendo en la misma dirección pasamos el en el kilómetro 1.25 Huevos Oro y siguiendo en dirección Noreste, avanzamos hasta encontrar una via en "Y" en el kilómetro 3.00, tomando la derecha hasta llegar al puente ubicado k3+170 sobre el Rio cocare. Coordenadas geográficas:

N4°28'26.04447"	O75°08'13.82794"	1046.617

Ilustración 5 LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO



FUENTE: Google earth

- **SUPERESTRUCTURA:**

Es un puente tipo viga conformado por una superestructura de hormigón armado. Esta suspendido sobre dos vigas las cuales descargan sobre los estribos del puente, cuenta con una losa de hormigón de 20metros x 5,2 metros el cual sostiene una capa de rodadura en pavimento Rígido. Se evidencia el mal estado de esta superestructura en las zonas de empalme o transición para conectar con la vía existente la cual es causado por factores que se mencionaran en la descripción de la subestructura.

Ilustración 6 SUPERESTRUCTURA DEL PUENTE



FUENTE: Propia

Ilustración 7 PARTE SUPERIOR DE LA SUPERRESTRUCTURA



FUENTE: Propia

- **SOBRESTRUCTURA:**

La subestructura esta conformada por un concreto ciclópeo como base sobre el cual se evidencia una cimentación que soporta los estribos y a su vez las aletas que soportan las cargas del relleno adyacente. En este es totalmente evidente el colapso de esta subestructura a causa de una socavación y posterior asentamiento del estribo ocasionada por el cauce del rio como se evidencia en las siguientes imágenes:

Ilustración 8 SOBRESTRUCTURA DEL PUENTE



FUENTE: Propia

Ilustración 9 SOCAVACION DEL PUENTE



FUENTE:Propia

3.2 INSPECCION DEL PUENTE.

Teniendo en cuenta los estudios previos realizados por la entidad contratante y la inspección visual realizada por parte de la consultoría en compañía de los profesionales idóneos para llevar a cabo esta actividad se evidencio el deterioro y colapso parcial de la estructura existente que se describe a continuación teniendo en cuenta algunos parámetros necesarios para hacer el respectivo diagnóstico.

- **INDICE DE VALORIZACIÓN PARA GRAVEDAD DEL DAÑO.**

Ilustración 10 índice de gravedad de daño

Indicador	*Gravedad de daño*
0	Ninguno
1	Leve
2	Moderado
3	Fuerte
4	Severo
5	Colapso total

FUENTE: *"diagnóstico y propuesta de intervención del puente Ochoa león" López salamea, 2018.*

- **INDICE DE VALORIZACIÓN DEL DAÑO**

Ilustración 11 índice de valorización del daño

Indicador	*Índice de daño*
0 – 2	Mantenimiento
2 – 4	Reparación
4 – 5	Sustitución

FUENTE: *"diagnóstico y propuesta de intervención del puente Ochoa león" López salamea, 2018.*

Teniendo en cuenta estos índices se procedió a elaborar el diagnostico de los elementos de la estructura dividiéndolos en cimentación y estribo izquierdo, cimentación y estribo derecho y tablero, como se muestra a continuación:

Ilustración 12 DIAGNOSTICO

ELEMENTO	INDICADOR	INDICE DE GRAVEDAD DEL DAÑO	INDICE VALORIZACIÓN DEL DAÑO
CIMENTACION Y ESTRIBO IZQUIERDO DEL PUENTE	5	**COLAPSO TOTAL**	**SUSTITUCIÓN**
CIMENTACION Y ESTRIBO DERECHO DEL PUENTE	4	**SEVERO**	**SUSTITUCIÓN**
TABLERO	4	**SEVERO**	**SUSTITUCIÓN**
PUENTE EN GENERAL	4,333333333	**SEVERO**	**SUSTITUCIÓN**

FUENTE: Propia

Teniendo en cuenta la tabla del diagnostico se puede evidenciar que el puente se valorizo con un daño que arrojo la sustitución total del puente debido a la gravedad del daño que en este caso arrojo un índice severo obteniendo un indicador general del puente de 4,33.

3.3. DETERMINACION DEL ESTADO ACTUAL DEL PUENTE.

- **IIDENTIFICACIÓN Y CAUSAS DE LAS PATOLOGIAS:**

En este punto se procede a establecer las patologías presentadas por el puente y de manera muy evidente se identifican dos principales las cuales han llevado a arrojar en el diagnostico un índice de gravedad severo y un índice de valorización del daño que nos arroja una inminente sustitución de la estructura del puente existente.

- **ESTRIBO IZQUIERDO**: Este es el elemento base para que el resultado del diagnostico nos arrojara una sustitución total del puente, debido a que el cauce del rio ocasiono una **SOCAVACIÓN** en la base del estribo generando asentamiento diferenciales suficientes para que el puente se encuentre a punto de colapsar totalmente, se evidencia la exposición total de la cimentación del estribo y la base en concreto ciclópeo de la cimentación, también se evidencia la fractura del estribo y el desplazamiento parcial del de toda la estructura del estribo junto con las alas , esto

genero a su vez que el relleno contenido por las alas se desplazara y llevara a que la banca de la carretera colapsar.

Ilustración 13socavación y fractura del estribo izquierdo



FUENTE: estudios previos elaborador por parte de la entidad

Ilustración 14 Asentamiento y desplazamiento del estribo izquierdo y colapso de la banca



FUENTE: estudios previos elaborador por parte de la entidad

- **TABLERO:** Como consecuencia de la socavación, asentamiento y desplazamiento del estribo izquierdo en el tablero fue visible una afectación que genero esfuerzos de que llevaron a que el tablero presentara un movimiento de torsión sobre su eje longitudinal como se evidencia en las siguientes imágenes:

Ilustración 15 Torcion del tablero



FUENTE: estudios previos elaborador por parte de la entidad

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- Se genero el diagnostico del puente existente el cual arrojo que se debía reemplazar totalmente la estructura del puente, teniendo como base del análisis la inspección visual realizada por esta consultoría y los estudios previos presentados por la entidad contratante.

- Se identifico la patología principal que afecto el puente y que causo casi el colapso total de la estructura del puente, la patología presentada fue la socavación en el estribo izquierdo del puente, la cual fue causada por las crecientes del cauce del rio.

- Por medio de este diagnostico se sustenta la necesidad de reemplazar totalmente la estructura del puente y lo cual es el fundamento del objeto de este contrato ***"CONTRATAR LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA DAR SOLUCIÓN TÉCNICA DEL PUENTE VEHICULAR QUE COMUNICA LA VEREDA LA ESPERANZA Y CARRIZALES DEL CORREGIMIENTO 13 SALADO, DEL MUNICIPIO DE IBAGUÉ"***

- Por medio de los estudios y diseños que hacen parte de los entregables de este contrato se dará la propuesta completa para la solución técnica del puente vehicular.

_____

JESUS ALFONSO CERVERA HERNANDEZ
INGENIERO CIVIL
T.P. 70202-410997 TLM
C.C. 1.005.691.152