

| | | | | |
|---|---|---------------------|-------------------|-----------------|
|  | UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA | | | |
| | Documento | Código | Fecha | Revisión |
| | FORMATO HOJA DE RESUMEN PARA TRABAJO DE GRADO | F-AC-DBL-007 | 10-04-2012 | A |
| Dependencia | Aprobado | | Pág. | |
| DIVISIÓN DE BIBLIOTECA | SUBDIRECTOR ACADEMICO | | I(108) | |

| | | | |
|--|---|--------------------------|------------------|
| AUTORES | LUMAR JAIR JACOME SANCHEZ FABIO ANDRES CABALLERO DURAN | | |
| FACULTAD | INGENIERIA | | |
| PLAN DE ESTUDIOS | INGENIERIA CIVIL | | |
| DIRECTOR | LUIS GUILLERMO QUIROZ NORIEGA | | |
| TÍTULO DE LA TESIS | EVALUACIÓN Y DIAGNÓSTICO DEL ESTADO ACTUAL DE LOS PUENTES PEATONALES DEL MUNICIPIO DE OCAÑA, NORTE DE SANTANDER. | | |
| RESUMEN (70 palabras aproximadamente) | | | |
| <p>EVALUACIÓN Y DIAGNÓSTICO DE LAS CAUSAS DEL DETERIORO DE LOS PUENTES PEATONALES DE LA CIUDAD DE OCAÑA, A TRAVÉS DE ESTA EVALUACIÓN SE IDENTIFICAN Y CARACTERIZAN LAS PATOLOGÍAS QUE PRESENTA EL MISMO. A PARTIR DE LOS RESULTADOS DE ESTE ESTUDIO SE PLANIFICARAN LAS ACCIONES NECESARIAS PARA PRESERVAR ESTAS ESTRUCTURAS, ADEMÁS SE PROTEGERÁ LA VIDA DE LOS PEATONES QUE TRANSITAN POR ESTOS. PRINCIPALMENTE SE REALIZÓ UNA INSPECCIÓN VISUAL Y DETALLADA MEDIANTE UN REGISTRO FOTOGRÁFICO, MEDICIONES Y PRUEBAS NO DESTRUCTIVAS EN LOS PUENTES EXISTENTES, COMPRENDIENDO DE ESTA FORMA UN ESTUDIO DE TIPO NO EXPERIMENTAL.</p> | | | |
| CARACTERÍSTICAS | | | |
| PÁGINAS: 107 | PLANOS: | ILUSTRACIONES: 70 | CD-ROM: 1 |



**Evaluación y diagnóstico del estado actual de los puentes peatonales del municipio
de Ocaña, Norte de Santander**

AUTORES

**LUMAR JAIR JACOME SANCHEZ
FABIO ANDRES CABALLERO DURAN**

Trabajo de grado presentado como requisito para optar el título de Ingeniero Civil

Director

Luis Guillermo Quiroz Noriega

Ingeniero civil

Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña

Facultad de Ingenierías

Plan de estudios de Ingeniería civil

Ocaña, Colombia

Febrero de 2017.

Índice

| | |
|--|-----------|
| Introducción | ix |
| Capítulo 1. Evaluación y diagnóstico del estado actual de los puentes peatonales del municipio de Ocaña, Norte de Santander | 12 |
| 1.1 Planteamiento del problema | 12 |
| 1.2 Formulación del problema..... | 13 |
| 1.3 Objetivos..... | 13 |
| 1.3.1 Objetivo general | 13 |
| 1.3.2 Objetivos específicos..... | 13 |
| 1.4 Justificación | 14 |
| 1.5 Delimitaciones | 15 |
| 1.5.1 Delimitación operativa | 15 |
| 1.5.2 Delimitación conceptual..... | 15 |
| 1.5.3 Delimitación geográfica | 16 |
| 1.5.4 Delimitación temporal..... | 16 |
| Capítulo 2. Marco referencial..... | 17 |
| 2.1 Marco histórico..... | 17 |
| 2.2 Marco teórico..... | 18 |
| 2.3 Marco legal | 21 |
| 2.4 Marco conceptual | 21 |
| 2.4.1 Elementos de un puente peatonal e importancia de un estudio de flujo vehicular..... | 21 |
| 2.4.2 Evaluación y diagnóstico del estado actual de los puentes peatonales | 24 |
| 2.4.3 Análisis de flujo vehicular..... | 27 |
| Capítulo 3. Diseño metodológico | 29 |
| 3.1 Tipo de investigación..... | 29 |
| 3.2 Población | 29 |
| 3.3 Muestra | 29 |
| 3.4 Recolección de la información | 30 |
| 3.5 Análisis de la información..... | 31 |
| Capítulo 4. Resultados..... | 32 |
| 4.1 Evaluación del estado actual de los puentes peatonales existentes mediante inspección visual..... | 32 |
| 4.1.1 Evaluación estructural de los puentes peatonales | 32 |
| 4.1.2 Inspección visual puentes peatonales de la ciudad de Ocaña, Norte de Santander | 33 |
| 4.1.2.1 Puente Marco Aurelio Gómez..... | 33 |
| 4.1.2.2 Puente peatonal villa olímpica | 42 |
| 4.1.2.3 Puente peatonal José Antonio Galán | 51 |
| 4.2 Ejecución de ensayos mecánicos | 60 |
| 4.2.1 Ensayo del martillo de rebote o esclerómetro | 60 |
| 4.2.2 Prueba del esclerómetro puente Marco Aurelio Gómez | 64 |
| 4.2.3 Esclerometría en columna | 64 |

| | |
|--|------------|
| 4.2.4 Esclerometria en el tablero puente Marco Aurelio Gómez | 67 |
| 4.2.5 Prueba del esclerómetro puente villa olímpica | 68 |
| 4.2.6 Esclerometria en base o pedestal..... | 69 |
| 4.2.7 Esclerometria en la losa del tablero..... | 70 |
| 4.2.8 Prueba del esclerómetro puente José Antonio Galán | 71 |
| 4.2.9 Esclerometria en base o pedestal..... | 73 |
| 4.2.10 Esclerometria en la losa del tablero..... | 74 |
| 4.3 Detallar las características obtenidas en la evaluación de los puentes peatonales en cuadros informativos que nos permitan dar un diagnóstico del estado actual de cada puente. | 77 |
| 4.3.1 Diagnóstico del puente Marco Aurelio Gómez..... | 77 |
| 4.3.2 Diagnóstico del puente Villa Olímpica | 80 |
| 4.3.3 Diagnóstico del puente José A. Galán..... | 82 |
| 4.4 Sugerir la posibilidad de implementar un puente peatonal en el municipio de Ocaña..... | 83 |
| 4.4.1 Puntos de estudio para la posible implementación de puente peatonal en la ciudad | 84 |
| 4.4.1.1 Avenida Francisco Fernández de Contreras kilómetro 49+0995 | 84 |
| 4.4.1.2 Aforo flujo vehicular..... | 87 |
| 4.4.2 Intersección avenida entre carrera 9 y carrera 10..... | 93 |
| 4.4.2 Interpretación de los resultados obtenidos | 101 |
| Capítulo 5. Conclusiones | 102 |
| Capítulo 6. Recomendaciones | 103 |
| Referencias | 105 |
| Apéndices..... | 106 |

Lista de Figuras

| | |
|--|----|
| Figura 1. Tablero sin ningún tipo de acabado..... | 36 |
| Figura 2. Protección cables sistema atirantado..... | 36 |
| Figura 3. Acero de refuerzo visible..... | 36 |
| Figura 4. Separación de la protección de cables..... | 36 |
| Figura 5. Pórticos que soportan la superestructura..... | 37 |
| Figura 6. Apoyos sistema atirantado..... | 37 |
| Figura 7. Acero de refuerzo visible en escalones..... | 38 |
| Figura 8. Fisuras acceso en rampa..... | 38 |
| Figura 9. Columna con apoyo..... | 38 |
| Figura 10. Apoyo acceso en escaleras..... | 38 |
| Figura 11. Perdida de concreto bordillo por unión baranda..... | 39 |
| Figura 12. Perdida de concreto en columna por unión baranda..... | 39 |
| Figura 13. Unión acceso en rampa - de concreto..... | 40 |
| Figura 14. Unión acceso en rampa – perdidaseparación..... | 40 |
| Figura 15. Falta de pintura en las barandas..... | 40 |
| Figura 16. Fisura en soldadura..... | 40 |
| Figura 17. Iluminaria dañada..... | 41 |
| Figura 18. Poca iluminación accesos calzada norte..... | 41 |
| Figura 19. Poca iluminación acceso en..... | 42 |
| Figura 20. Acceso en escaleras calzada sur sin iluminación..... | 42 |
| Figura 21. Sección W cercha metálica..... | 45 |
| Figura 22. Columnas y viguetas metálicas..... | 45 |
| Figura 23. Cubierta y elementos metálicos..... | 46 |
| Figura 24. Bajantes con diámetro de 2”..... | 46 |
| Figura 25. Estado óptimo del puente peatonal..... | 46 |
| Figura 26. Elementos metálicos..... | 47 |
| Figura 27. Pendiente para tramos de 10 MTS..... | 48 |
| Figura 28. Ancho libre..... | 48 |
| Figura 29. Acabado de bordillos..... | 49 |
| Figura 30. Barandas y pasamanos..... | 49 |
| Figura 31. Rampas de acceso..... | 50 |
| Figura 32. Iluminación rampas de acceso..... | 50 |
| Figura 33. Iluminación puente Villa olímpica..... | 50 |
| Figura 34. Iluminación puente Villa olímpica..... | 50 |
| Figura 35. Puente peatonal JOSE ANTONIO GALAN..... | 53 |
| Figura 36. Basuras en zonas de accesos..... | 53 |
| Figura 37. Basuras en zonas de accesos..... | 53 |
| Figura 38. Elementos metálicos estructurales..... | 53 |
| Figura 39. Voladizo y elementos metálicos..... | 54 |
| Figura 40. Rampa de acceso..... | 54 |
| Figura 41. Arco metálico..... | 55 |
| Figura 42. Loza reforzada y sección de arco metálico..... | 55 |
| Figura 43. Deterioro de la pintura en pasamanos..... | 56 |
| Figura 44. Arco metálico..... | 56 |
| Figura 45. Pedestales y anclaje al arco metálico..... | 56 |

| | |
|---|----|
| Figura 46. Deterioro de la pintura..... | 56 |
| Figura 47. Rampa de acceso. | 58 |
| Figura 48. Pasa manos y losa de rampa | 58 |
| Figura 49. Fin o inicio de rampa de acceso. | 58 |
| Figura 50. Basuras en rampas | 58 |
| Figura 51. Iluminación puente peatonal..... | 59 |
| Figura 52. Perfecto estado del alumbrado..... | 59 |
| Figura 53. Alumbrado vía Francisco Fernando. | 59 |
| Figura 54. Zona de acceso puente peatonal. | 59 |
| Figura 55. Prueba de esclerómetro..... | 64 |
| Figura 56. Prueba del esclerómetro. | 64 |
| Figura 57. Limpieza de asperezas en la superficie. | 64 |
| Figura 58. Ensayo esclerómetro en el tablero..... | 64 |
| Figura 59. Ensayo en pedestales o bases. | 68 |
| Figura 60. Esclerometría superficie losa..... | 68 |
| Figura 61. Ensayo esclerómetro losa del tablero | 69 |
| Figura 62. Ensayo de esclerometría. | 72 |
| Figura 63. Base o pedestal que soporta columna metálica | 72 |
| Figura 64. Ensayo esclerometría en tablero..... | 72 |
| Figura 65. Toma de datos de esclerómetro. | 72 |
| Figura 66. Punto de ubicación para estudios | 84 |
| Figura 67. Avenida Francisco Fernando de Contreras..... | 85 |
| Figura 68. Señalización del punto de estudio. | 86 |
| Figura 69. Punto de estudio para implementación de puente peatonal..... | 93 |
| Figura 70. Carrera 9 y carrera 10, punto de estudio..... | 94 |

Resumen

El presente estudio tiene por objetivo realizar una evaluación cualitativa y diagnóstico de las causas del deterioro de los puentes peatonales construidos en la ciudad de Ocaña, ya que a través de esta evaluación patológica se identifican y caracterizan las patologías que presenta el mismo. A partir de los resultados de este estudio se planificarán las acciones necesarias para preservar estas estructuras, además se protegerá la vida de los peatones que transitan por estos. Principalmente se realizó una inspección visual y detallada mediante un registro fotográfico, mediciones y pruebas no destructivas en los puentes existentes, comprendiendo de esta forma un estudio de tipo no experimental.

Del mismo modo, se estructuró una evaluación del estado actual de los puentes peatonales mediante la inspección visual, con la elaboración de ensayos de laboratorio que permitirá encontrar las causas o patologías existentes en los puentes peatonales, y se detalló las características obtenidas en la evaluación de los puentes presentando un diagnóstico actual de cada uno de ellos.

Introducción

La infraestructura vial de una ciudad de Ocaña, es pequeña en comparación con otras ciudades, pero así mismo es parte fundamental de su desarrollo social, así como su conservación. Parte de esta lo conforman los puentes peatonales que constituyen una estructura de conectividad, los cuales se deben conservar para cumplir con nuevas exigencias de crecimiento y de desarrollo de la región. Para la conservación de la red vial, es necesario implementar planes de mantenimiento, puesto que no se atiende mucho esta necesidad, lo que ha generado un deterioro en toda la red vial y peatonal de la ciudad.

Es por ello, que conservar todos los elementos de la red vial es un trabajo arduo que demanda atención permanente y se realiza con el objetivo de brindar seguridad y confort a los usuarios de los mismos. Un puente es una estructura destinada a salvar obstáculos naturales, como ríos, valles, lagos o brazos de mar; y obstáculos artificiales, como vías férreas o carreteras, con el fin de unir caminos de viajeros, animales y mercancías.

El deterioro presente en un puente dificulta el desplazamiento vehicular y peatonal, ocasionando incomodidad y a la vez inseguridad para los usuarios, por lo cual se debe realizar trabajos de mantenimiento y conservación para garantizar el buen funcionamiento de éste. Además la operación adecuada de estos y de todas las estructuras del sistema vial es un factor de interés para los sistemas de comunicación y transporte de la región.

Los puentes peatonales existentes en la ciudad de Ocaña constituyen un elemento vial importante de la ciudad que comunica a diferentes sectores y permite el desplazamiento seguro

de los peatones para evitar accidentes de tránsito, los cuales debido a la presencia de condiciones ambientales agresivas, presenta graves signos de deterioro que denotan abandono y falta de inyección económica a la infraestructura de la ciudad.

Con este estudio se propone diagnosticar y analizar las principales patologías presentes en los puentes para así poder contribuir con una solución a los problemas que se presentan en ellos. Se considera que la realización de esta investigación y su resultado serán de vital importancia para la Ciudad, pues este estudio permitirá a los administradores locales determinar eventuales intervenciones en dicha estructura y así garantizar la finalidad social para la cual se construyeron los puentes, que no es otra que mejorar la calidad de vida de la comunidad y contribuir al desarrollo social, económico y vial de la Ciudad.

El presente estudio tiene por objetivo realizar una evaluación y diagnóstico del estado estructural de los puentes peatonales que existen en la ciudad de Ocaña. La importancia del estudio está en la necesidad hacer una revisión del estado actual de los puentes y realizar un proceso de rehabilitación y conservación de la estructura debido al deterioro evidente, donde se pueden identificar y caracterizar los daños. Para ello se identificará y caracterizará las causas presentes en los puentes a través de inspección visual detallada y ensayos no destructivos, además se determinará cualitativamente la vulnerabilidad de los puentes, lo cual permitirá proponer medidas para la intervención y rehabilitación de los mismos.

El desarrollo de este proyecto permitió ampliar los estudios que se han realizado sobre las causas en estructuras de concreto reforzado y más en el caso de los puentes de la ciudad, ya que

estos elementos no habían sido sometidos a estudios para verificar su estado actual. De ésta manera ésta investigación sirve como antecedente para futuros proyectos de evaluación de las causas que se lleven a cabo en la ciudad. La evaluación y diagnóstico de estado actual de los puentes peatonales de la ciudad permitió conocer el estado actual de la estructura y planificar las acciones necesarias para mitigar los daños presentes en ellos.

El estudio se realizó a través de una inspección visual y detallada de la estructura de los, un recuento fotográfico detallado y un registro de todo lo observado y obtenido a través de los ensayos no destructivos realizados. Desde el punto de vista científico y tecnológico, este trabajo de grado cuenta con las herramientas necesarias para su realización, además de asesorías de personas con conocimientos avanzados en el área. Es necesario destacar que todas las actividades que se llevaron a cabo durante el desarrollo de este trabajo de grado estuvieron supervisadas y asesoradas por el director de la investigación, teniendo el mayor de los cuidados para sacar adelante cada uno de los objetivos propuestos en la ejecución del proyecto.

Capítulo 1. Evaluación y diagnóstico del estado actual de los puentes peatonales del municipio de Ocaña, Norte de Santander

1.1 Planteamiento del problema

Los puentes peatonales son soluciones a problemas de movilidad que involucran de forma relevante a los peatones, siendo el objetivo principal brindarles seguridad y comodidad a sus usuarios. En el municipio de Ocaña, Norte de Santander, se han implementado estas estructuras para el servicio de la comunidad. La no utilización de los puentes peatonales por parte de los usuarios nos genera un interrogante, el cual podría encontrar respuesta mediante el estudio y evaluación del estado actual de dichos puentes.

El estado de los puentes peatonales juega un papel importante ya que son la principal herramienta para evitar accidentes que involucran a los peatones, su estado estructural y estético debe brindar confianza y seguridad a los peatones. Estas estructuras están sometidas a diferentes factores climáticos, de intemperie, mal uso y el tiempo de su construcción, las cuales perjudican su estado.

Desde la construcción de los puentes peatonales en el municipio de Ocaña, no se ha realizado una evaluación a estas estructuras, teniendo una incertidumbre sobre su estado, una evaluación exhaustiva ayudaría a conocer su estado actual, obteniendo como resultado un diagnóstico que nos permita identificar las fallencias que presenten los puentes peatonales y darles una posible solución a estos problemas.

1.2 Formulación del problema

¿Cómo contribuiría la evaluación y diagnóstico del estado actual de los puentes peatonales a la comunidad del municipio de Ocaña, Norte de Santander?

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo general

Evaluar y diagnosticar el estado actual de los puentes peatonales del municipio de Ocaña, Norte de Santander.

1.3.2 Objetivos específicos

Realizar una evaluación del estado actual de los puentes peatonales del municipio de Ocaña mediante una inspección visual.

Ejecutar ensayos de laboratorio que permitan determinar las patologías existentes en los puentes peatonales.

Detallar las características obtenidas en la evaluación de los puentes peatonales en cuadros informativos que nos permitan dar un diagnóstico del estado actual de cada puente.

Sugerir la posibilidad de implementar un puente peatonal en el municipio de Ocaña, considerando los principales lugares del municipio.

1.4 Justificación

El buen estado de las estructuras es de vital importancia para su correcta y buena utilización, en este caso los puentes peatonales son estructuras que están expuestas a factores como el tiempo, la intemperie, mal uso y demás factores; conocer el estado actual y realizar un diagnóstico de los puentes peatonales en el municipio de Ocaña, ayudará a conocer como se encuentran estas estructuras que brindan un servicio y son tan importantes para la comunidad.

Se determinarán sus características mediante una inspección visual y ensayos de laboratorio que nos permitan conocer su estado actual y realizar un diagnóstico detallado sobre su estado y funcionalidad, así mismo proponer posibles soluciones en busca de mejorar las condiciones en las que se encuentran.

Se busca el beneficio de la comunidad mejorando la seguridad de los peatones, así mismo reducir los accidentes que los involucran por no usar los puentes peatonales, resaltando personas con discapacidades y niños los cuales son los más afectados, también es relevante destacar la importancia de estas estructuras para el municipio, las cuales embellecen la ciudad y muestran el progreso de la misma.

1.5 Delimitaciones

1.5.1 Delimitación operativa

El estudio del estado actual de los puentes peatonales será de forma visual y a través de ensayos de laboratorio que definan su condición estructural, haciendo uso de las herramientas con las que cuenta universidad Francisco de Paula Santander.

La obtención de datos o resultados de la evaluación se llevará a cabo en cuadros informativos donde se tendrá una clara organización de ellos.

La información será adquirida por entes de carácter público, locales y nacionales, como: instituto nacional de vías (INVIAS), Policía de tránsito e instituciones hospitalarios y medios de comunicación.

Teniendo en cuenta lo relacionado al estudio de flujo vehicular, la propuesta de diseño arquitectónico y estructural y demás estudios necesarios se realizarán mediante herramientas computacionales, contando con softwares como: AUTOCAD 2013 y SAP v.14 los cuales cuentan con licencias educativas disponibles en salas de computo de la universidad.

1.5.2 Delimitación conceptual

Este proyecto tiene como base conceptos relacionados al estado y diseño de puentes peatonales, como:

Ensayos de laboratorio de estructuras

Flujo vehicular

Diseño arquitectónico y estructural

Softwares: AUTOCAD 2013 y SAP v.14

Presupuesto

1.5.3 Delimitación geográfica

Los estudios de puentes peatonales existentes y propuesta de diseño se realizaran en el municipio de Ocaña, Norte de Santander.

1.5.4 Delimitación temporal

El proyecto se realizara durante el primer y el segundo semestre académico de 2016 estipulados por la Universidad Francisco de Paula Santander.

Capítulo 2. Marco referencial

2.1 Marco histórico

El puente peatonal o, como construcción cerrada, *Skyway* permite el paso de peatones sobre cuerpos de agua, vías de tráfico o valles en las montañas. Se pueden construir en diferentes tipos de materiales. Los hay estáticos y móviles (que se pliegan, giran o elevan). Los tamaños son muy diversos desde unos pocos metros hasta cientos de metros. Debido a la poca carga para la que están concebidos y a la limitada longitud que han de atravesar, el diseño de los mismos puede ser muy diverso. Desde el punto de vista de planificación de transporte la gran ventaja de estas estructuras es que no dificultan el tráfico. Desde el punto de vista del peatón este tipo de estructuras alargan el camino con respecto a un paso de cebra o con semáforos (Wikipedia. (2010)).

Los primeros puentes se realizaron seguramente con elementos naturales simples, como un tronco dejado caer sobre un arroyo o unas piedras dispuestas en un río. Estos primeros puentes seguramente serían una combinación de rocas apiladas como pilares sosteniendo los maderos que funcionaban como tableros. Se sabe que algunas tribus americanas usaron árboles y cañas para construir pasarelas que les permitían salvar agujeros en las cavernas. Con el tiempo supieron crear cuerdas que permitían unir los distintos elementos del puente. Estas cuerdas también sirvieron para crear primitivos puentes de cuerdas atados a los dos lados que se querían cruzar. La historia de los puentes es también la historia de la ingeniería estructural. El problema de pasar un vano construyendo una estructura fija se ha repetido a lo largo del tiempo con

distintas soluciones. Según se fue avanzando en el conocimiento de los materiales y la forma en que éstos resisten y se fracturan hizo que se construyeran cada vez puentes más altos y con mayor vano y con un menor uso de materiales. La madera quizás fuese el primer material usado, después la piedra y el ladrillo, que dieron paso al acero y al hormigón en el siglo XIX. Y aún la evolución continúa hoy en día: en la actualidad nuevos puentes de fibra de carbono son diseñados con luces mayores y espesores nunca antes vistos (Wikipedia, Historia de los puentes, 2010).

Un puente peatonal está constituido básicamente por los accesos y salidas que conectan el puente peatonal, por medio de escaleras, rampas o ascensores, con el nivel de la plaza o andén receptor, por el enlace en sí mismo, que es el elemento que comunica los accesos y salidas, y por los apoyos (Secretaría Distrital de Bogotá D.C., 2003).

Su diseño construcción debe garantizar además la estabilidad de los terrenos, edificaciones y elementos constitutivos del espacio público y privado en el cual se desarrolla.

Estos tipos de puentes deben localizarse en zonas con usos residenciales que alberguen gran cantidad de público y desarrollos de alta concentración comercial, etc.

2.2 Marco teórico

El puente es una estructura que forma parte de caminos, carreteras y líneas férreas y canalizaciones, construida sobre una depresión, río, u obstáculo cualquiera. Los puentes constan

fundamentalmente de dos partes, la superestructura, o conjunto de tramos que salvan los vanos situados entre los soportes, y la infraestructura (apoyos o soportes), formada por las pilas, que soportan directamente los tramos citados, los estribos o pilas situadas en los extremos del puente, que conectan con el terraplén, y los cimientos, o apoyos de estribos y pilas encargados de transmitir al terreno todos los esfuerzos. Cada tramo de la superestructura consta de un tablero o piso, una o varias armaduras de apoyo y de las riostras laterales. El tablero soporta directamente las cargas dinámicas y por medio de la armadura transmite las tensiones a pilas y estribos. Las armaduras trabajarán a flexión (vigas), a tracción (cables), a flexión y compresión (arcos y armaduras), etc. La cimentación bajo agua es una de las partes más delicadas en la construcción de un puente, por la dificultad en encontrar un terreno que resista las presiones, siendo normal el empleo de pilotes de cimentación. Las pilas deben soportar la carga permanente y sobrecargas sin asentamientos, ser insensibles a la acción de los agentes naturales, viento, grandes riadas, etc. Los estribos deben resistir todo tipo de esfuerzos; se construyen generalmente en hormigón armado y de formas diversas. (La Cueva del ingeniero, 2010).

Su uso es importante para garantizar la seguridad en la vía, no solo del peatón sino de todos los actores de la vía, pues el riesgo es latente para todos los demás usuarios.

Es de gran importancia para el desarrollo de una ciudad, que a medida que crece la población se generen soluciones peatonales tendientes a brindar seguridad y comodidad a los transeúntes, pues de esto depende en gran medida la organización de la ciudad; es por esta razón que las entidades encargadas del tema, se han preocupado por construir puentes peatonales en lugares de alto tránsito vehicular y peatonal.

Mediante el estudio de flujos vehiculares son determinados puntos críticos donde es de gran solución la implementación de sistemas estructurales como lo son los puentes peatonales, por medio de este análisis de los elementos de flujo vehicular se pueden entender las características y el comportamiento del tránsito requisito básico para el planeamiento, proyectos y operaciones de carreteras, calles y sus obras complementarias dentro del sistema de transporte y movilidad.

Las grandes estructuras, que se encuentran bajo la jurisdicción de la Administración Pública, requieren, para su mantenimiento, de una planificación cuidada para su correcta conservación.

En el caso de los **Puentes**, pueden estar contruidos de diferentes materiales, de manera que estas estructuras pueden ser:

Puentes de Fábrica

Puentes de Hormigón

Puentes Metálicos

Puentes Mixtos (acero y hormigón)

El uso continuo de estos puentes, los factores climáticos, los movimientos de asentamiento, movimientos sísmicos y la antigüedad de sus estructuras, son causantes de patologías que aparecen a lo largo del tiempo; por ello, requieren de un mantenimiento periódico programado para conservarlas en buen estado y cumplir así con la función para la cual han sido contruidas (Construmatica, 2006)

2.3 Marco legal

En Colombia existen diferentes normas técnicas o especificaciones técnicas que se deben cumplir para el diseño y construcción de puentes peatonales, para así garantizar seguridad y comodidad en el uso de los puentes peatonales, estos documentos son:

Norma Colombiana de Diseño de Puentes CCP14

Código colombiano de construcciones sismo resistentes. Norma Sismo Resistente NSR10

La Norma Técnica Colombiana NTC 4774: Reglamentación puentes peatonales (ICONTEC).

2.4 Marco conceptual

Un puente peatonal es un medio de conexión de vías que permite el cruce de personas en calles y avenidas de alto flujo vehicular sin interferir en el tránsito de los vehículos. Pueden ubicarse en dichas vías o en sitios donde el tránsito de personas se hace difícil como ríos, montañas, valles, etc.

2.4.1 Elementos de un puente peatonal e importancia de un estudio de flujo vehicular.

La superestructura o conjunto de tramos que salvan los vanos situados entre los soportes. Cada tramo de la superestructura está formado por un tablero o piso, una o varias armaduras de apoyo y por las riostras laterales. El tablero soporta directamente las cargas dinámicas y por medio de la armadura transmiten las tensiones a pilas y estribos.

La infraestructura está formada por:

Las pilas

Es un miembro estructural subterráneo que cumple con la función de transmitir las cargas a un extracto capaz de soportarla, son los apoyos intermedios de los puentes de dos o más tramos. Deben soportar la carga permanentemente y sobrecargas sin asientos, ser insensibles a la acción de los agentes naturales (vientos, riadas, etc.)

Los estribos

Situados en los extremos de los puentes sostienen los terraplenes que conducen al puente, transmiten el peso a los cimientos y se encargan de unir la estructura a las vías de accesos. A veces son remplazados por pilares hincados que permiten el desplazamiento del suelo en un derredor.

Deben resistir todo tipo de esfuerzos por lo que se suelen construir en hormigón armado y tener formas diversas.

Los cimientos

Son los encargados de transmitir al terreno todos los esfuerzos como lo son el peso propio de la estructura y sobrecargas que posteriormente actuaran sobre la misma. Están formados por las rocas, terreno o pilotes que soportan el peso de estribos y pilas.

En la construcción de los puentes una de las partes más delicadas es la cimentación bajo agua debido a la dificultad de encontrar un terreno que resista las presiones, siendo normal el empleo de pilotes de cimentación.

Las armaduras de los puentes pueden trabajar a flexión (vigas), a tracción (cables) a flexión y compresión (arcos y armaduras), etc.

Una o varias armaduras de apoyo

Como: placas, vigas y jabalcones, las cuales transmiten las cargas mediante flexión o curvatura principalmente cables que la soportan por tensión.

Vigas de celosía

Elemento estructural cuya condición fundamental que debe cumplir es la de ser geoméricamente indeformable. Como un punto en un plano queda determinado por el triángulo que le une a otros dos, el triángulo es el elemento fundamental de una celosía indeformable. Suelen diseñarse con nudos articulados.

Arcos y armaduras rígidas

Estructura de elementos conectados mediante juntas o nudos se pueden estabilizar de manera independiente o por medio de tirantes o paneles con relleno rígido. Se encargan de transmitir las cargas por flexión y compresión a un tiempo.

Tablero o piso

Soporta directamente las cargas dinámicas y por medio de las armaduras transmiten sus tensiones a estribos y pilas, que, a su vez, las hacen llegar a los cimientos, de donde se disipan en la roca o en el terreno circundante.

Los puentes de grandes dimensiones descansan generalmente sobre cimientos de roca o tosca. Si los estratos sobre los que se va a apoyar están muy lejos de la superficie, entonces se hace necesario utilizar pilares cuya profundidad sea suficiente para asegurar que la carga admisible sea la adecuada (Miliarium, 2011).

2.4.2 Evaluación y diagnóstico del estado actual de los puentes peatonales

Los puentes hacen parte principal de las obras de la infraestructura vial de un País, en este caso Colombia, y por tanto los objetivos de la Ingeniería, son asegurar su conservación y funcionamiento con seguridad. Esta importante labor se consigue con un Sistema integral de Administración de Puentes, que involucra actividades de inventario, inspección (diagnóstico), capacidad de carga, mantenimiento y rehabilitación. Para lograr estos objetivos el INVIAS implementó en 1996 el Sistema de Administración de Puentes de Colombia (SIPUCOL), con el objeto de mejorar y complementar la gestión técnica y administrativa de los puentes del País, e integró cuatro módulos: Inventario, inspección principal, inspección especial, inspección rutinaria y capacidad de carga. En particular, el módulo de Inspección principal consiste en una inspección visual para la evaluación de cada uno de los componentes del puente, donde se identifica el estado de la estructura, los tipos de daños y las reparaciones necesarias, otorgando

así una calificación basada en una escala cualitativa previamente definida (Instituto Nacional de vías, 1996).

Causa del mal estado o deterioro de los puentes peatonales

Grietas y fisuras

Las causas que originan las grietas y fisuras en puentes son: Incremento de cargas.

Materiales de mala calidad.

Inestabilidad elástica (Pandeo)

Hormigón mal vibrado y mal curado.

Hormigonado durante temperaturas ambiente extremas.

Deslizamiento del terreno.

Fallos en las cimentaciones.

Temperaturas extremas.

Enraizamiento de árboles y arbustos.

Deterioros en hormigón

Estos deterioros en pueden aparecer en forma de coqueras, desprendimientos, nidos de grava, etc, sus causas pueden ser:

Ausencia o pérdida de recubrimiento en las armaduras.

Impermeabilización incorrecta o faltante.

Ejecución de hormigonado con temperaturas ambientes extremas.

Vibrado insuficiente del hormigón.

Mala calidad del hormigón.

Lavado de juntas entre ladrillos por filtraciones.

Contaminación de áridos.

Depósitos de sales de deshielos.

Efectos por presencias de microorganismos.

Cimentaciones socavadas

Existen diversos factores que pueden socavar los cimientos de los puentes:

Cimientos inadecuados.

Ausencia de soleras necesarias.

Acción continua del agua.

Inundaciones, riadas.

Incorrecta ubicación de los cimientos en cauces.

Muros y estribos con deslizamientos

Los muros y estribos de los puentes pueden sufrir deslizamientos o cabeceos originados en:

Soluciones estructurales mal ejecutadas: Juntas, empotramientos, apoyos, etc.

Incremento notable de cargas.

Enraizamiento de árboles.

Terreno mal compactado.

Riadas, acción del agua.

Deslizamientos de tierra.

Fallos en los apoyos:

Los apoyos de un puente pueden verse afectados por las siguientes causas:

Dimensionamiento incorrecto de los apoyos.

Exceso o falta de reacción vertical.

Fallos en las juntas

Dimensionamiento incorrecto de las juntas del puente.

Desgaste o ausencia del material de la junta.

Estructuras metálicas oxidadas

Las estructuras metálicas de los puentes pueden sufrir los efectos de la oxidación originados en:

Acción erosiva continúa por fenómenos climáticos.

Deformaciones por impactos o por el ataque de óxido.

Ausencia de protección sobre las superficies metálicas. (Construmatica, 2006)

2.4.3 Análisis de flujo vehicular

El comportamiento del tránsito es identificado por medio de estudios de flujo vehicular, con la aplicación de las leyes de la física y las matemáticas el estudio de flujo vehicular describe la forma como circulan los vehículos en cualquier vialidad, lo cual permite determinar el nivel de eficiencia de la operación. Uno de los resultados más útiles del análisis de flujo vehicular es el desarrollo de modelos que relacionan sus diferentes variables como el volumen, la densidad, la velocidad, el intervalo y el espaciamiento. Estos modelos han sido la base del desarrollo del concepto de capacidad y niveles de servicios aplicados a diferentes tipos de elementos viables. El objetivo al abordar el análisis de flujo vehicular, es dar a conocer algunas de las metodologías e investigaciones y sus aplicaciones más relevantes en este tema, con particular

énfasis en los aspectos que relacionan las variables de flujo vehicular la descripción probabilística o casual del flujo de tránsito, la distribución de los vehículos en una vialidad y las distribuciones estadísticas empleadas en proyectos y control del tránsito (Cal y Mayor, 2008).

Capítulo 3. Diseño metodológico

3.1 Tipo de investigación

El tipo de investigación utilizado para la realización del presente proyecto es la descriptiva, ya que se quieren describir las características de los puentes peatonales del municipio de Ocaña, determinando su estado actual y posibles recomendaciones a sus problemas. Se recolectara la información con inspecciones visuales y estudios de laboratorios que permitan analizar los resultados y dar un diagnóstico del estado actual de dichos puentes.

3.2 Población

La población a tener en cuenta para esta investigación y para la ejecución del proyecto son personas que se enfrentan a diario al tráfico de la ciudad, personas que al caminar realizan movimientos menos predecibles que los realizados por los conductores por tal motivo se debe tener en cuenta su desenvolvimiento frente al tráfico que cada vez es mayor, para realizar diseños que permitan movimientos ordenados y seguros para los peatones.

3.3 Muestra

Debido a que la población de la ciudad de Ocaña es un poco extensa se tomara una muestra a las personas que a diario transiten por estas vías de alto flujo vehicular empleando una serie de aforos manuales con el fin de establecer unos perfiles sobre el comportamiento de las personas usuarias de los puentes peatonales y aquellos peatones que no los utilizan.

3.4 Recolección de la información

La identificación del proyecto se realizara de la siguiente manera:

El proyecto parte de una investigación de campo en donde se busca conocer y describir el estado actual de los puentes peatonales de la ciudad y analizando el flujo vehicular identificando puntos con alto flujo y congestiones vehicular por lo cual serian puntos críticos para los peatones al transitar.

Para la recolección de la información es necesario:

La realización de encuestas debido a que es un aspecto a tener en cuenta; pues es importante conocer la opinión de las comunidades que están directamente afectadas ya sea por los accidentes o por el peligro al que se ven sometidos al transitar por estas avenidas con alto flujo vehicular. La información obtenida se analizará estadísticamente para tener una idea clara del pensamiento de la comunidad ocañera residente en estos sectores o que transitan por ellos.

Emplear conteos peatonales para establecer los horarios definitivos de estudio de los puentes, estos aforos se practicarán durante todo el día (6:00 a.m. a 8:00 p.m.), tratando de incluir todos los horarios de los peatones respecto a su trabajo, estudio y otras actividades que realizan las personas que habitan en cada sector.

Una observación basada en una inspección visual a los puentes peatonales con los que actualmente cuenta la ciudad y apreciar el estado en el que se encuentran y el uso que se le da a los mismos.

Estudios de laboratorios para conocer la resistencia de los materiales con los cuales fueron construidos los puentes peatonales de la ciudad.

3.5 Análisis de la información

En base a todos los datos que arroja la investigación del proyecto y encuestas a realizar se prosigue a la evaluación de los resultados con el fin de encontrar las ideas de los múltiples factores que tienen incidencia en el uso o desuso de los puentes peatonales. Los procedimientos a implementar para el análisis de la información recolectada son de carácter cualitativo y cuantitativo.

Análisis cualitativo: Busca definir e interpretar la información obtenida, las encuestas, aforos, el análisis de flujo vehicular y evaluación a las estructuras existentes en la ciudad.

Análisis cuantitativo: Para el diseño de un nuevo puente peatonal en el sitio estratégico que según el estudio de flujo vehicular es uno o el más crítico por la gran congestión vehicular y teniendo en cuenta la norma sismo resistente del 2010 para la optimización del diseño y por medio de este análisis se comprobaran los resultados obtenidos.

Capítulo 4. Resultados

4.1 Evaluación del estado actual de los puentes peatonales existentes mediante inspección visual

Estas actividades se desarrollarán para cada uno de los elementos constitutivos de los puentes, es decir, los equipamientos, superestructura y subestructura, realizando un levantamiento y cuantificación de los daños existentes y de la señales de deterioro que presenten los mismos. Para ello es necesario obtener un registro fotográfico de los daños identificados y plasmar cada uno de ellos en formatos de recolección de información. Este procedimiento se apoyará en el “Manual para la inspección visual de puentes y pontones” desarrollado por el Instituto Nacional de Vías INVIAS, el cual ofrece una serie de métodos de evaluación de daños de puentes en concreto y en estructuras metálicas.

4.1.1 Evaluación estructural de los puentes peatonales

La evaluación estructural de los puentes peatonales existentes se realizará mediante la identificación de patologías diversas que afecten la funcionalidad y vida útil de dichas estructuras generando problemas en los niveles de servicio e inseguridad en los usuarios de los mismos. Dicha evaluación se basará en el empleo de metodologías como las propuestas por el “Manual para la inspección visual de puentes y pontones” del INVIAS, y el “Bridge Inspector’s Reference Manual” del National Highway Institute de la AASHTO.

De igual forma, esta evaluación se afianzará con la ejecución de ensayos de patología no destructivos como las técnicas del esclerómetro los cuales permiten medir la resistencia a la compresión del concreto y determinar la calidad del mismo..

Dado a la oposición por parte del Instituto Nacional de Vías (INVIAS) y la alcaldía de Ocaña no se pudieron realizar los ensayos de extractor de núcleo y el ensayo de carbonatación debido a que son considerados ensayos destructivos, por lo cual no fue permitido la obtención de muestras de la estructura de los puentes peatonales.

4.1.2 Inspección visual puentes peatonales de la ciudad de Ocaña, Norte de Santander

4.1.2.1 Puente Marco Aurelio Gómez

Localización

El puente peatonal se encuentra ubicado en la avenida Francisco Fernández de Contreras, en el kilómetro 49+0980 de la vía primaria que conecta a la ciudad de Ocaña en sentido norte con la costa y el interior del país, mientras que en el sentido sur conecta con la capital y el resto del departamento de Norte de Santander.

Descripción general de la estructura

El puente marco Aurelio Gómez es una estructura en concreto reforzado con un sistema atirantado asimétrico y placa de concreto reforzado, donde la parte superior trabaja a tensión mientras que la parte inferior lo hace a compresión, el pilar se encuentra ubicado en la calzada norte de la vía. Este puente tiene una luz de 19,3 metros y un gálibo de 5,00 m, el tablero está compuesto por una losa maciza de concreto reforzado de dimensiones 2.10 metros de ancho libre, 19.3 metros de largo y un espesor de 20 centímetros, cuenta con tres vigas transversales soportadas por el sistema atirantado, en el extremo de la calzada sur es soportado por un pórtico de dos columnas y una viga, en la calzada norte es soportado de igual forma pero con una inclinación en el pórtico que también funciona como pilar del sistema atirantado con contrapeso debido a dicha inclinación, en ambos extremos los pórticos tienen un voladizo de 2.15 metros, con dos vigas longitudinales de dimensiones de 0,40 x 0,40 metros, donde se apoyan los accesos y se conectan al tablero.

Este puente cuenta con cinco accesos, en la calzada sur con dos, un acceso en rampa con una ancho de 2.10 metros, espesor de 20 centímetros y una pendiente de 8% para tramos de 10 metros, el otro acceso con escaleras de dimensiones de 0,30 metros para la huella y 0,17 metros para la contrahuella. La calzada norte tiene tres accesos, uno en escaleras con entrada en ambos sentidos que se unen en la parte superior y tienen la misma distribución en los escalones que el acceso de la calzada sur, los demás accesos son en rampa uno que conecta al andén con un ancho de 2.10 metros y de igual pendiente al del acceso de la calzada sur y otro que conecta con la salida peatonal del

hospital Emiro Quintero Cañizares con un ancho de 2.10 metros, espesor de 20 centímetros y una pendiente de 5% para tramos de 10 metros.

El apoyo de las rampas son ménsulas que se desprenden de las columnas de dimensiones 0,40 x 0,40 metros, las cuales soportan la viga en el extremo interno de la rampa fundida monolíticamente con la losa, con unas dimensiones de 0,40 x 0,40 metros; en los cambios de dirección o giros se apoyan en una pequeña viga que es soportado por una columna de igual dimensión. Los accesos en escaleras se apoyan sobre una columna de 0,40 x 0,40 metros con una viga trapezoidal que sirve de apoyo a todo el ancho del descanso, la conexión de estos accesos se encuentran simplemente apoyados sobre los voladizos que se desprenden de los pórticos.

Inspección de la estructura y elementos

Superestructura: Como se mencionó anteriormente, el tablero es una losa maciza de concreto reforzado con tres vigas transversales, el cual no presenta ningún tipo de acabado, en él se observó que el acero de refuerzo es visible en varios lugares de la losa, el tablero no es un elemento sometido a un gran desgaste por ende estos defectos se pueden considerar como errores constructivos ya que el acero de refuerzo no cuenta con el recubrimiento adecuado. El sistema atirantado se encuentra en buenas condiciones, excepto la protección que cubre los cables, donde se presentó una leve separación entre el elemento metálico y el concreto por la pérdida de alguno de pernos.



Figura 1. Tablero sin ningún tipo de acabado.
Fuente: Autores del proyecto.



Figura 3. Acero de refuerzo visible.
Fuente: Autores del proyecto.



Figura 2. Protección cables sistema atirantado.
Fuente: Autores del proyecto.



Figura 4. Separación de la protección de cables.
Fuente: Autores del proyecto.

Infraestructura: Los pórticos que soportan el tablero y los accesos se encuentran en buen estado, no se encontraron fisuras ni inconsistencias en el concreto. Los apoyos que son los encargados de transmitir las cargas a compresión al terreno o suelo no son visibles, mientras que los apoyos o anclajes del sistema atirantado son visibles con una forma asimétrica donde se pudo determinar el buen estado de ellos.



Figura 6. Pórticos que soportan la superestructura.
Fuente: Autores del proyecto.



Figura 5. Apoyos sistema atirantado.
Fuente: Autores del proyecto.

Accesos: Las escaleras y rampas de este puente son totalmente en concreto reforzado donde se pudo observar de igual forma que no cuentan con ningún tipo de acabado, los accesos con escaleras se encuentran en un buen estado, aunque es visible el acero de refuerzo en algunos lugares. Los rampas que funcionan como accesos son losas macizas, en ellas se pudieron observar fisuras superficiales en los lugares donde se apoyan, debido a que no cuenta con juntas constructivas las cuales ayudan a liberar tensión en estos puntos, estas rampas tienen un bordillo en lado externo donde se encontró pérdida del recubrimiento en la conexión de las barandas, ocasionado por el constante movimiento de ellas o mal uso.



Figura 7. Acero de refuerza visible en escalones.
Fuente: Autores del proyecto.



Figura 8. Fisuras acceso en rampa.
Fuente: Autores del proyecto.



Figura 9. Columna con apoyo para acceso en rampa

Fuente: Autores del proyecto.



Figura 10. Apoyo acceso en escaleras.

Fuente: Autores del proyecto.



Figura 11. Perdida de concreto bordillo por unión baranda.
Fuente: Autores del proyecto.



Figura 12. Perdida de concreto en columna por unión baranda.
Fuente: Autores del proyecto.

En los lugares donde se apoyan los accesos se encontraron separaciones entre el tablero y los accesos, también se observó pérdida de concreto en la viga, ya que se encuentra simplemente apoyados y no poseen un apoyo elastómerico, el cual permitiría movimientos en la estructura sin afectar ningún elemento.

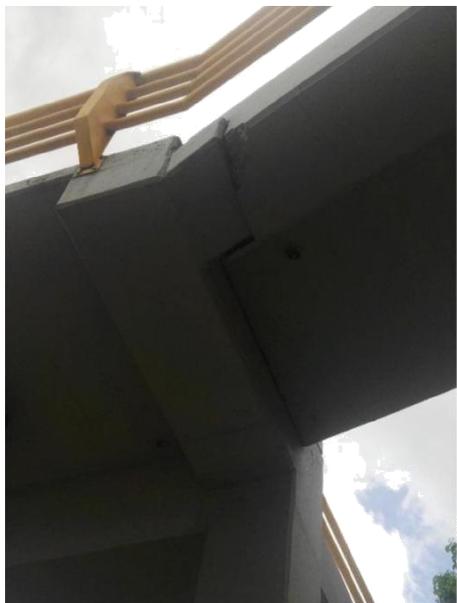


Figura 14. Unión acceso en rampa - de concreto.
Fuente: Autores del proyecto.



Figura 13. Unión acceso en rampa – pérdida separación
Fuente: Autores del proyecto.

Barandas: En estos elementos se observó que generalmente se encuentran en buen estado, excepto en lugares donde se detectó la falta de pintura, corrosión y fisuras en las soldaduras.



Figura 15. Falta de pintura en las barandas.
Fuente: Autores del proyecto.



Figura 16. Fisura en soldadura.
Fuente: Autores del proyecto.

Señalización

El puente cuenta con la respectiva señalización la cual se encuentra en un estado regular, ocasionado por el deterioro ocasionado por la intemperie o torceduras por golpes o mal uso.

Iluminación

Se encontró que este puente carece de un sistema de iluminación en la parte superior, en ambas calzadas cuenta con dos iluminarias debajo del tablero que no funcionan, aunque se cuenta con la iluminación del alumbrado público, la cual no es suficiente para cubrir este amplio espacio que es tan importante y tan transitado.



Figura 17. Iluminaria dañada.
Fuente: Autores del proyecto.



Figura 18. Poca iluminación accesos calzada norte
Fuente: Autores del proyecto.



Figura 19. Poca iluminación acceso en rampa calzada sur.
Fuente: Autores del proyecto.



Figura 20. Acceso en escaleras calzada sur sin iluminación
Fuente: Autores del proyecto.

4.1.2.2 Puente peatonal villa olímpica

Localización

El puente peatonal está ubicado en la avenida principal de la ciudad como lo es la avenida Francisco de Fernández de Contreras dicho puente peatonal se encuentra en el kilómetro 49+0350 aledaño a la estación de policía y parques recreacionales, lo cual hace de suma importancia su uso debido al gran volumen de tránsito pesado que circulan por esta avenida.

Descripción general de la estructura.

El puente peatonal la Villa olímpica es un sistema estructural metálico con vigas de celosía con una sola luz de 20.3 metros y una losa en concreto reforzado y empleando láminas de Metaldeck para ofrecer ventajas significativas con respecto a otros sistemas de entrepiso tradicionales. Entre ellas se resaltan la Funcionalidad ya que Se acomoda a multitud de aplicaciones prácticas y a muchas situaciones diferentes en entrepiso para edificaciones. Resistencia estructural con menos peso, Las propiedades del acero son utilizadas con una máxima eficiencia en el diseño y la fabricación del Metaldeck, resultando un producto de una alta resistencia con relación a su peso. Por consiguiente los costos de transporte, montaje de la estructura principal pueden ser menores que con otros sistemas.

El acero utilizado para los elementos estructurales posee las siguientes propiedades:

Acero ASTM 500. A500 está disponible para perfiles redondos formados en frío HSS en tres grados, y también en tres grados para cuadrados o rectangulares formados en frío HSS. Las propiedades de HSS cuadrados y rectangulares difieren de las del HSS redondos. El grado más común del esfuerzo de fluencia y resistencia a la tracción se encuentra en el orden de los 46 y 58 ksi (3,250 y 4,100 kg/cm²) **Acero ASTM A36.** El A36 ha sido uno de los grados de acero primarios para todos los tipos de estructuras. Se han especificado mínimos de Fy y Fu de 36 y 58 ksi (2,530 y 4,080 kg/cm²). Casi todos los tamaños y tipos de perfiles y placas están todavía disponibles en el A36 (excepto los perfiles IR, W o H), aunque el esfuerzo de fluencia mínimo especificado baja a 32 ksi (2,250 kg/cm²) para espesores de placa de más de 8 pulgadas (203 mm).

Acero ASTM A572. El A572 está disponible en varios grados, dependiendo del tamaño del perfil y el espesor de la placa. Grado 50, con $F_y = 50$ ksi y $F_u = 65$ ksi (3,515 y 4,570 kg/cm² respectivamente) está disponible en todos los tamaños de perfiles y espesor de la placa hasta 4 pulgadas. Este es el grado de acero estructural más usado en el mercado de los EE UU actualmente. Recuperado de (Gerdau Corsa . (Colombia) [citado el 29 de 03 del 2001]. Reidar Bjorhovde, Presidente de The Bjorhovde Group) disponible en : http://www.acesta.com.mx/boletin/5/Grados_Tipos_Aceros.pdf

Especificaciones de los materiales:

Concreto: Resistencia especificada a la compresión (F'_c) = 21MPa.

Acero: Para todos los Diámetros de las barras acero de refuerzo: $F_y = 420$ Mpa Perfiles laminados en caliente tipo A-572 Gr 50 ($F_y = 345$ Mpa, $F_u = 450$ Mpa) Tubería estructural cuadrada tipo A500 Gr C ($F_y = 345$ Mpa, $F_u = 428$ Mpa) Platinas de conexión de diámetro menor a 3/8" tipo A36 ($F_y = 250$, $F_u = 400$ Mpa) Platinas de conexión de \varnothing mayor a 3/8" tipo A572 Gr50 ($F_y = 345$, $F_u = 450$ Mpa)

Inspección de la estructura y elementos

Superestructura: La estructura consiste en una losa de concreto reforzado soportada por una cercha metálica con sección W y vigas metálicas de secciones W8-31 soldadas y conectadas por pernos de una pulgada, acero utilizado es A-36 con F_y de 250mpa, con luces de 20.3 metros apoyada en sus extremos sobre dos columnas

metálicas conectadas por viguetas del mismo material y perfiles metálicos en sesión de X entre vigueta y vigueta para cada uno de sus extremos. Se optó por escoger un perfil W puesto que facilita los cálculos y tiene un área mayor para resistir las cargas y los momentos. El estado actual de la losa y cada uno de los elementos estructurales metálicos se encuentran en óptimas condiciones gracias a la cubierta que posee, a los bajantes longitudinales que permiten evacuar el agua de las lluvias y que no se presenten estancamientos de agua afectando el concreto y al adecuado diseño y ejecución del mismo.



Figura 21. Sección W cercha metálica
Fuente: Autores del proyecto.



Figura 22. Columnas y viguetas metálicas
Fuente: Autores del proyecto.



Figura 23. Cubierta y elementos metálicos
Fuente: Autores del proyecto.



Figura 24. Bajantes con diámetro de 2"
Fuente: Autores del proyecto.

Infraestructura: Todos los elementos estructurales se encuentran en un perfecto estado tanto los metálicos como las losas en concreto reforzado están en óptimas condiciones para el uso apropiado y seguro de cada uno de los transeúntes que transitan a diario por estas zonas de la ciudad.



Figura 25. Estado óptimo del puente Peatonal
Fuente: Autores del proyecto.



Figura 26. Elementos metálicos
Fuente: Autores del proyecto.

Accesos: El puente peatonal **villa olímpica** cuenta con accesos en cada uno de sus extremos con rampas que cumplen cada uno de los criterios que exige la normatividad como lo son ancho libre mínimo para transitar, pendientes máximas longitudinales según el tramo, barandas y pasamanos; criterios que cumple a cabalidad cada rampa de acceso ya que cuenta con una pendiente longitudinal de 10% y transversal de 2% cumpliendo con la pendiente máximas exigida que es del 10% para tramos de 15 metros, también cumple con el ancho libre para transitar ya que estas losas cuentan con un ancho de 2.15 metros acogida a la norma que exige 0.90 metros libres para el tránsito de peatones, estas rampas de accesos cuenta con sus barandas y pasamanos que deben tener cada zona de accesos facilitando y protegiendo la vida de los peatones.

Las barandas se encuentran en un estado adecuado no presentan oxidación o corrosión por efectos del agua, tampoco presentan fracturas o fisuras, el estado de la pintura se encuentra perfecto.

Las losas se encuentran en muy buen estado no presentan fisuras, grietas o deterioros que pongan en riesgo la vida de los peatones que transitan a diario por esta estructura. Estas losas cuentan con bordillos en concreto a sus extremos; a dichos bordillos se aplicó un acabado aplicándoles estuco plástico lo cual no era el acabado adecuado ya que se encuentran a la intemperie y los efectos del sol y las lluvias a desmejorado su acabado.



Figura 27. Pendiente para tramos de 10 MTS
Fuente: Autores del proyecto.

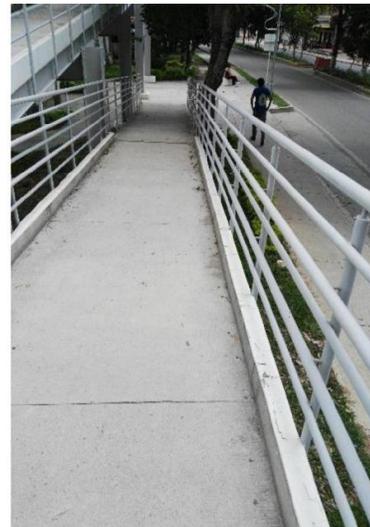


Figura 28. Ancho libre
Fuente: Autores del proyecto.



Figura 29. Acabado de bordillos
Fuente: Autores del proyecto.



Figura 30. Barandas y pasamanos
Fuente: Autores del proyecto.

Iluminación: El puente peatonal cuenta con un buen alumbrado, siendo en las zonas de acceso las áreas que cuentan con una mejor iluminación debido a que no tienen una cubierta que si posee el tramo que atraviesa toda la avenida Francisco Fernando de Contreras.



Figura 31. Rampas de acceso
Fuente: Autores del proyecto.



Figura 32. Iluminación rampas de acceso
Fuente: Autores del proyecto.



Figura 33. Iluminación puente Villa olímpica
Fuente: Autores del proyecto.

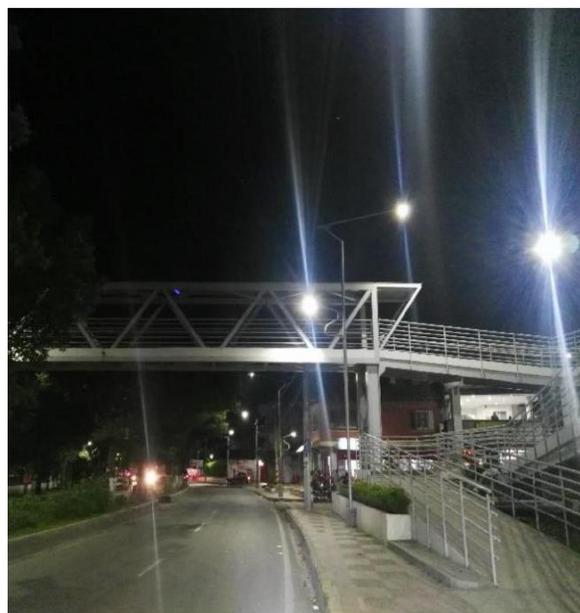


Figura 34. Iluminación puente Villa olímpica
Fuente: Autores del proyecto.

4.1.2.3 Puente peatonal José Antonio Galán

Localización:

El puente peatonal José Antonio Galán se encuentra ubicado en el kilómetro 48+0355 en la avenida Francisco Fernández de Contreras, vía primaria que conecta a la ciudad de Ocaña en sentido norte con la costa y el interior del país, mientras que en el sentido sur conecta con la capital y el resto del departamento de Norte de Santander.

Descripción general de la estructura:

El puente es un sistema estructural Metálico en arco con tablero reforzado, es un puente con apoyos situados en los extremos de la luz a salvar, entre los cuales se dispone una estructura con forma de arco con la que se transmiten las cargas.

Los puentes en arco trabajan transfiriendo el peso propio del puente y las sobrecargas de uso hacia los apoyos mediante la compresión del arco, donde se transforman en un empuje horizontal y una carga vertical. Normalmente la esbeltez del arco (relación entre la flecha máxima y la luz) es alta, haciendo que los esfuerzos horizontales sean mucho mayores que los verticales. Por este motivo son adecuados en sitios donde las cimentaciones de los apoyos son capaces de proporcionar una buena resistencia al empuje horizontal.

Este tipo de puentes tienen la finalidad de unir dos puntos de un tramo donde las características topográficas (u otros factores) no faciliten el libre y seguro flujo de tránsito vehicular, como también el peatonal, el puente JOSE ANTONIO GALAN cuenta con una luz de 13,5 metros, todos los elementos estructurales son metálicos vigas, columnas y un arco metálico que son los encargados de transmitir las cargas.

El sistema estructural metálico en arco son vigas y columnas con sección H con espesor de media pulgada para vigas, viguetas y columnas que soportan las zonas de accesos, y dos voladizos circulares al final de las rampas de acceso, la separación entre viguetas metálicas son de 90 centímetros distancia libre entre viguetas, este voladizo tiene unas dimensiones de 1.25 metros de ancho y 1.70 de longitud. El arco metálico se encuentra empotrado en bases de concreto reforzado en sección piramidal con dimensiones de 60 centímetros de la base 40 centímetros de altura y un ancho final de 35 centímetros.

Este puente peatonal cuenta con accesos en ambos extremos en rampa facilitando el acceso a peatones con discapacidades o dificultades para moverse dichas rampas tienen un ancho de 1.30 metros libres para transitar y cuenta con una pendiente de 8% para tramos de 10 metros, bordillos perimetrales con un ancho de 10 centímetros y un alto de 15 centímetros, pasamanos y barandas metálicas con tubos circulares vacíos de dos pulgadas.

El puente peatonal JOSE ANTONIO GALAN fue construido en el 2002 y a pesar de no tener tantos años de haber sido entregado presenta un abandono por parte de las entidades encargadas del aseo de la ciudad en esta inspección que pudimos realizar encontramos muchas basuras dejando ver la poca conciencia de los ciudadanos que transitan a diario por estas zonas

y arrojando sus basuras bolsas, embaces plásticos y de vidrios. Su sistema estructural no presenta ningún tipo de fallencias o fallas estructurales ni mucho menos corrosión en los elementos estructurales metálicos y sus barandas.



Figura 35. Puente peatonal JOSE ANTONIO GALAN
Fuente: Autores del proyecto.

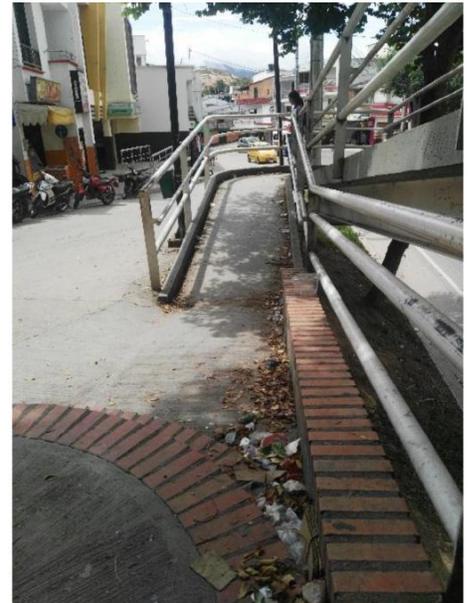


Figura 36. Basuras en zonas de accesos.
Fuente: Autores del proyecto.



Figura 37. Basuras en zonas de accesos
Fuente: Autores del proyecto.



Figura 38. Elementos metálicos estructurales.
Fuente: Autores del proyecto.

Inspección de la estructura y elementos

Superestructura: todo el sistema estructural están funcionando en perfectas condiciones debido al buen estado de cada uno de los elementos estructurales metálicos y las losas en concreto reforzado, a pesar de encontrarse expuesto a los agentes climáticos como lo son los rayos del sol y el agua producida por las lluvias los elementos metálicos no presentan ningún grado de corrosión, prestando de esta manera un medio seguro para el tránsito peatonal de los habitantes de la zona de la ciudad.



Figura 39. Voladizo y elementos metálicos.
Fuente: Autores del proyecto.



Figura 40. Rampa de acceso.
Fuente: Autores del proyecto.



Figura 41. Arco metálico.
Fuente: Autores del proyecto.



Figura 42. Loza reforzada y sección de arco metálico
Fuente: Autores del proyecto.

Infraestructura: Gracias a la inspección visual y a los ensayos de laboratorio practicado podemos observar el perfecto diseño estructural empleado para el puente peatonal JOSE ANTONIO GALAN empleando de forma adecuada cada uno de los elementos metálicos que componen este sistema estructural en arco metálico, como también la excelente ejecución del mismo.

Los agentes atmosféricos como gases y humos de la ciudad producidos por vehículos han afectado de manera directa el acabado de los elementos metálicos estructurales de este puente deteriorando su pintura y dándole un mal aspecto pero sin embargo no se presentan fracturas, fisuras o corrosión del acero estructural.



Figura 43. Deterioro de la pintura en pasamanos.
Fuente: Autores del proyecto.



Figura 44. Arco metálico
Fuente: Autores del proyecto.



Figura 45. Pedestales y anclaje al arco metálico.
Fuente: Autores del proyecto.



Figura 46. Deterioro de la pintura
Fuente: Autores del proyecto.

Zonas de accesos: este sistema estructural cuenta con accesos en cada uno de sus .pendiente de 8% para cada 10 metros; estas dos zonas de accesos se encuentran en buen estado estructuralmente pero presentan un deterioro en la pintura de pasa manos barandas y cada uno de los elementos estructurales que hacen parte de estas rampas de acceso.

Las zonas de acceso para este puente peatonal cumple con requisitos estipulados y exigidos por las normas pero presenta un problema no menor en uno de sus extremos debido a que la ruta de acceso entrega el flujo o el tránsito peatonal en otra de las vías de la ciudad y no en un andén como debería ser y así evitar accidentes como atropellamientos de transeúntes.



Figura 47. Rampa de acceso.
Fuente: Autores del proyecto.



Figura 48. Pasa manos y losa de rampa
Fuente: Autores del proyecto.



Figura 49. Fin o inicio de rampa de acceso.
Fuente: Autores del proyecto.



Figura 50. Basuras en rampas
Fuente: Autores del proyecto.

Iluminación: la infraestructura del puente peatonal JOSE ANTONIO GALAN cuenta con un excelente alumbrado público debido a la existencia de postes de energías y luminarias en la cercanía del puente los cuales se encuentran en buen estado y en perfecto funcionamiento, haciendo el tránsito de los transeúntes mucho más seguro.

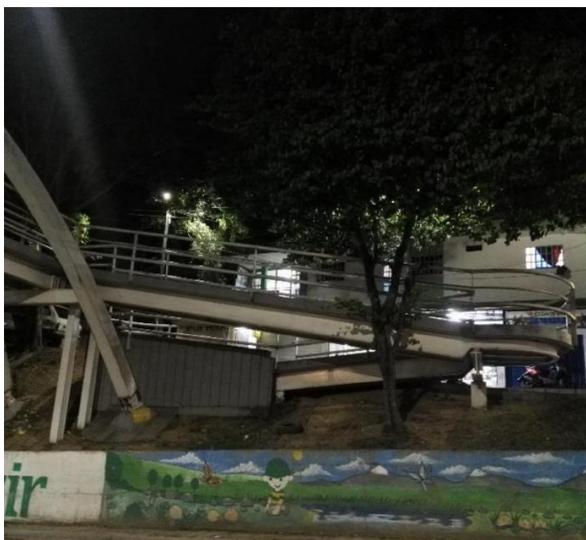


Figura 51. Iluminación puente peatonal.
Fuente: Autores del proyecto.



Figura 52. Perfecto estado del alumbrado.
Fuente: Autores del proyecto.



Figura 53. Alumbrado vía Francisco Fernando.
Fuente: Autores del proyecto.

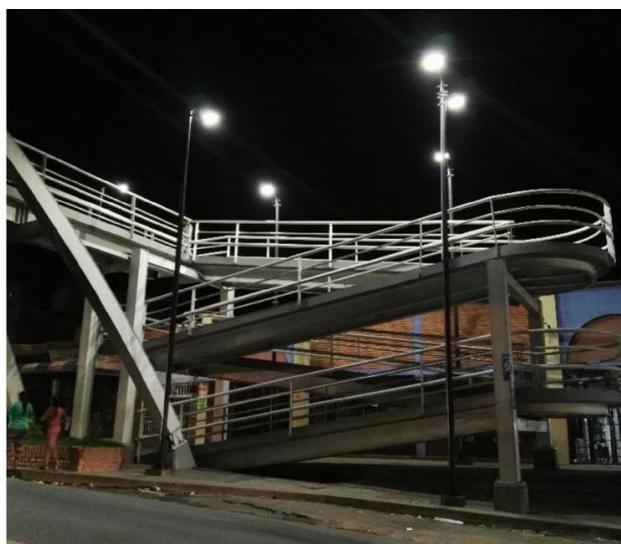


Figura 54. Zona de acceso puente peatonal.
Fuente: Autores del proyecto.

4.2 Ejecución de ensayos mecánicos

Se ejecutó un ensayo de laboratorio que permitió determinar la resistencia de los elementos de la estructura conociendo las características del concreto de cada elemento. Se realizó el ensayo de Esclerómetro o martillo de rebote siendo ensayo no destructivo.

El esclerómetro: También llamado martillo de rebote este ensayo se basa en el principio de que el rebote de una masa elástica depende de la dureza de la superficie sobre la cual actúa. Para este ensayo se debe garantizar una superficie plana y lisa de la zona sobre la cual se ensayará el concreto, y de igual forma tener cuidado de no aplicar el esclerómetro en un lugar donde se tiene la presencia de refuerzos de acero muy superficiales que afecten la información arrojada por el ensayo. Este ensayo debe realizarse para un número mínimo de 10 lecturas distribuidas sobre la zona en cuestión con el fin de obtener un promedio.

4.2.1 Ensayo del martillo de rebote o esclerómetro

Es importante tener en cuenta que este ensayo fue realizado para determinar la resistencia a la compresión de los diversos elementos estructurales de los puentes peatonales en la ciudad de Ocaña, Norte De Santander. Para la ejecución del ensayo fue necesario solicitar los permisos pertinentes por el Instituto Nacional de Vías (**INVIAS**) y la alcaldía de la ciudad.

Antes de practicar la toma de datos se realiza la limpieza de asperezas en las superficies de cada uno de los puntos a evaluar, tomando 12 lecturas del esclerómetro por cada cara del elemento a evaluar despreciando la más alta y la más baja, con el fin de obtener datos más precisos y manteniendo la desviación estándar dentro de los límites permisibles.

Se ubicó el esclerómetro o martillo de Schmidt en cada uno de los puntos del ensayo en forma perpendicular al elemento para posteriormente presionarlo de manera cuidadosa procurando conservar las posiciones adecuadas entre el elemento y el esclerómetro. Luego de escuchar el sonido interno del resorte, que indica que se obtuvo la mayor dureza del concreto, se anotó la lectura que marca el esclerómetro que se entenderá como valor R para finalmente obtener el Esfuerzo de comprensión.

Cada lectura representa la relación entre la distancia recorrida por la masa y la extensión inicial del resorte del martillo. Según la lectura y el ángulo de posición con la cual se realice la prueba, así será el valor de la resistencia obtenida en el ensayo; en este caso las posiciones que se adoptaron para ejecutar el ensayo fueron de 0 y 90 grados.

A continuación se muestra la curva típica de calibración realizada para el ensayo entre la resistencia a la compresión del concreto y el número de rebotes, teniendo en cuenta que la prueba de esclerómetro mide en realidad la dureza del concreto no obstante, puede establecerse una relación entre resistencia y dureza.

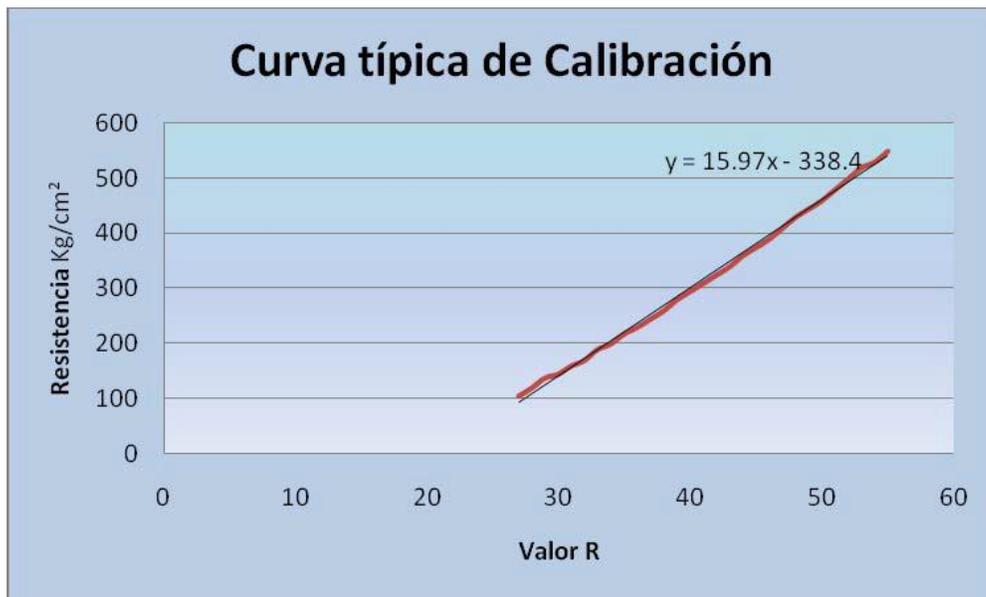


Grafico 1. Curva típica de calibración para el ensayo de esclerómetro para lecturas realizadas a 90 grados.

Fuente: Autores del proyecto.

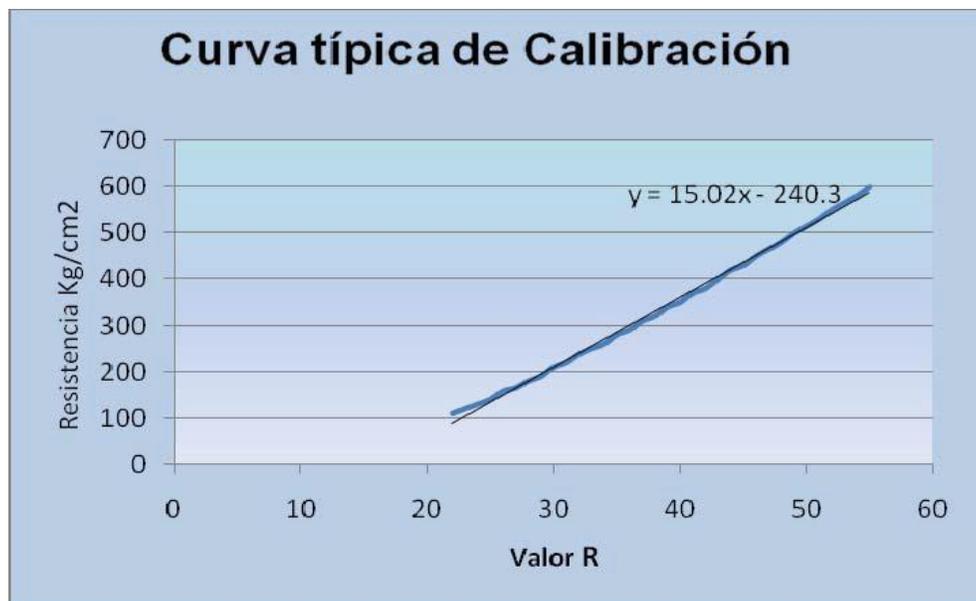


Grafico 2. Curva típica de calibración para el ensayo de esclerómetro para lecturas realizadas a 0 grados.

Fuente: Autores del proyecto.

La resistencia a la compresión del concreto es obtenida de manera simple con la Ecuación de calibración del equipo, dada por:

$$f'c = 15.97R - 338.4$$

Donde $f'c$ está en Kg/cm².

La ecuación anterior aplica cuando el ángulo de impacto del esclerómetro es 0°.

Cuando el ángulo de ensayo es de 90°, la ecuación de calibración es la siguiente:

$$f'c = 15.02R - 240.3$$

A continuación los resultados y análisis obtenidos en cada uno de los elementos evaluados; teniendo en cuenta que se tomaran las pruebas realizadas como aceptadas o rechazadas según la siguiente premisa:

| | | | |
|----------------------------|------|------|------|
| Promedio obtenido | 20 | 30 | 45 |
| Desviación estándar | +2.5 | +3.0 | +3.5 |

Desviaciones estándar permisibles para varios promedios de lecturas de número de rebote. Fuente: Tecnología del Concreto y del Mortero, Diego Sánchez de Guzmán

4.2.2 Prueba del esclerómetro puente Marco Aurelio Gómez

Los elementos estructurales del puente peatonal escogidos para la prueba del esclerómetro fueron una de las columnas de soporte y diversas zonas del tablero.

4.2.3 Esclerometría en columna



**Figura 55. Prueba de esclerómetro.
Fuente: Autores del proyecto.**



**Figura 56. Prueba del esclerómetro.
Fuente: Autores del proyecto.**



**Figura 57. Limpieza de asperezas en la superficie.
Fuente: Autores del proyecto.**



**Figura 58. Ensayo esclerómetro en el tablero.
Fuente: Autores del proyecto.**

| ESTRUCTURA | OBSERVACION | R | RESISTENCIA | | |
|------------|-------------|-------|------------------------|-------|-----------|
| | | | Kg/cm2 | Mpa | P.S.I |
| COLUMNA | CARA 1 | 26.00 | 150.22 | 14.70 | 2136.60 |
| | | 34.00 | 270.38 | 26.50 | 3845.70 |
| | | 40.00 | 360.50 | 35.40 | 5127.50 |
| | | 44.00 | 420.58 | 41.20 | 5982.10 |
| | | 34.00 | 270.38 | 26.50 | 3845.70 |
| | | 40.00 | 360.50 | 35.40 | 5127.50 |
| | | 26.00 | 150.22 | 14.70 | 2136.60 |
| | | 28.00 | 180.26 | 17.70 | 2563.90 |
| | | 28.00 | 180.26 | 17.70 | 2563.90 |
| | | 40.00 | 360.50 | 35.40 | 5127.50 |
| | | 29.33 | 20.29 | 19.60 | 2848.70 |
| | | | DESVIACION ESTANDAR | 3.72 | RECHAZADA |

| ESTRUCTURA | OBSERVACION | R | RESISTENCIA | | |
|------------|-------------|-------|------------------------|-------|----------|
| | | | Kg/cm2 | Mpa | P.S.I |
| COLUMNA | CARA 2 | 48.00 | 480.66 | 47.10 | 6836.60 |
| | | 34.00 | 270.38 | 26.50 | 3845.70 |
| | | 42.00 | 390.54 | 38.30 | 5554.80 |
| | | 30.00 | 210.30 | 20.60 | 2991.20 |
| | | 20.00 | 60.10 | 5.90 | 854.80 |
| | | 30.00 | 210.30 | 20.60 | 2991.20 |
| | | 28.00 | 180.26 | 17.70 | 2563.90 |
| | | 36.00 | 300.42 | 29.50 | 4273.00 |
| | | 32.00 | 240.34 | 23.60 | 3418.40 |
| | | 32.00 | 240.34 | 23.60 | 3418.40 |
| | | 31.00 | 225.32 | 22.10 | 3204.80 |
| | | | DESVIACION ESTANDAR | 2.10 | ACEPTADA |

| ESTRUCTURA | OBSERVACION | R | RESISTENCIA | | |
|------------|---------------------|-------|-------------|-------|---------|
| | | | Kg/cm2 | Mpa | P.S.I |
| COLUMNA | CARA 3 | 36.00 | 300.42 | 29.50 | 4273.00 |
| | | 36.00 | 300.42 | 29.50 | 4273.00 |
| | | 36.00 | 300.42 | 29.50 | 4273.00 |
| | | 42.00 | 390.54 | 38.30 | 5554.80 |
| | | 44.00 | 420.58 | 41.20 | 5982.10 |
| | | 28.00 | 180.26 | 17.70 | 2563.90 |
| | | 24.00 | 120.18 | 11.80 | 1709.40 |
| | | 44.00 | 420.58 | 41.20 | 5982.10 |
| | | 28.00 | 180.26 | 17.70 | 2563.90 |
| | | 28.00 | 180.26 | 17.70 | 2563.90 |
| | | 32.00 | 240.34 | 23.60 | 3418.40 |
| | DESVIACION ESTANDAR | 4.38 | RECHAZADA | | |

| ESTRUCTURA | OBSERVACION | R | RESISTENCIA | | |
|------------|---------------------|-------|-------------|-------|---------|
| | | | Kg/cm2 | Mpa | P.S.I |
| COLUMNA | CARA 4 | 40.00 | 360.50 | 35.40 | 5127.50 |
| | | 28.00 | 180.26 | 17.70 | 2563.90 |
| | | 33.00 | 255.36 | 25.00 | 3632.10 |
| | | 26.00 | 150.22 | 14.70 | 2136.60 |
| | | 40.00 | 360.50 | 35.40 | 5127.50 |
| | | 44.00 | 420.58 | 41.20 | 5982.10 |
| | | 28.00 | 180.26 | 17.70 | 2563.90 |
| | | 33.00 | 255.36 | 25.00 | 3632.10 |
| | | 40.00 | 360.50 | 35.40 | 5127.50 |
| | | 33.00 | 255.36 | 25.00 | 3632.10 |
| | | 31.00 | 225.32 | 22.10 | 3204.80 |
| | DESVIACION ESTANDAR | 2.74 | ACEPTADA | | |

Luego del ensayo de esclerometria realizado por cada una de las caras a una de las columnas de soporte los resultados arrojados indican que ninguno de los ensayos están por debajo de 3000 P.S.I en las distintas pruebas aplicadas; lo cual demuestra que el concreto

utilizado para la estructura fue el indicado dentro de los parámetros de resistencia para este tipo de estructuras.

Las dos pruebas rechazadas se deben a la dispersión de datos no obstante de haber eliminado dos datos más que presentaban la misma dispersión.

La prueba realizada en la cara 1 de la columna fue rechazada por que aun cuando el promedio de los valores de R fue cercano a 30, la desviación obtenida no fue ± 3.0 (desviación permisible), hecho que demuestra la gran dispersión de los datos obtenidos al practicarla prueba con el esclerómetro por lo cual no deben tenerse en cuenta ya que no son representativos.

La prueba practicada en la cara 3 de la columna fue rechazada por que el promedio de los valores de R fue de 32 y la desviación estándar fue de 4.38 alejada totalmente de los límites permisivos.

4.2.4 Esclerometria en el tablero puente Marco Aurelio Gómez

| ESTRUCTURA | OBSERVACION | R | RESISTENCIA | | |
|------------|---------------------------------------|-------|--------------------|-------|---------|
| | | | Kg/cm ² | Mpa | P.S.I |
| TABLERO | UNO DE LOS COSTADOS DEL TABLERO | 22.00 | 105.00 | 10.30 | 1493.50 |
| | | 24.00 | 105.00 | 10.30 | 1493.50 |
| | | 22.00 | 105.00 | 10.30 | 1493.50 |
| | | 22.00 | 105.00 | 10.30 | 1493.50 |
| | | 20.00 | 105.00 | 10.30 | 1493.50 |
| | | 24.00 | 105.00 | 10.30 | 1493.50 |
| | | 24.00 | 105.00 | 10.30 | 1493.50 |
| | | 18.00 | 105.00 | 10.30 | 1493.50 |
| | | 18.00 | 105.00 | 10.30 | 1493.50 |
| | | 18.00 | 105.00 | 10.30 | 1493.50 |
| | | 21.20 | 105.00 | 10.30 | 1493.50 |
| | DESVIACION ESTANDAR | 2.5 | ACEPTADA | | |

La prueba del esclerómetro para medir la resistencia a compresión del concreto en parte de la losa del tablero nos arroja que es supremamente inferior a los 3000 P.S.I; lo cual se atribuye a que los refuerzos de los peldaños de la losa tienen poco recubrimiento lo cual se pudo notar en la inspección visual previamente realizada a toda la estructura, por tal motivo la lectura del esclerómetro se ve afectada dada la cercanía de las barras de acero de refuerzo a la superficie del concreto ensayado.

4.2.5 Prueba del esclerómetro puente villa olímpica

Debido a que el sistema estructural del puente peatonal Villa Olímpica es metálico el ensayo de esclerometría para medir la resistencia a la compresión del concreto fue practicado en partes de la losa del tablero y en uno de los pedestales que soportan las columnas metálicas.



**Figura 59. Ensayo en pedestales o bases.
Fuente: Autores del proyecto.**



**Figura 60. Esclerometría superficie losa
Fuente: Autores del proyecto.**



Figura 61. Ensayo esclerómetro losa del tablero
Fuente: Autores del proyecto.

4.2.6 Esclerometria en base o pedestal

| ESTRUCTURA | OBSERVACION | R | RESISTENCIA | | |
|-----------------|-------------|-------|--------------------|-------|---------|
| | | | Kg/cm ² | Mpa | P.S.I |
| PEDESTAL O BASE | CARA 1 | 38.00 | 330.46 | 32.40 | 4700.20 |
| | | 38.00 | 330.46 | 32.40 | 4700.20 |
| | | 40.00 | 360.50 | 35.40 | 5127.50 |
| | | 42.00 | 390.54 | 38.30 | 5554.80 |
| | | 32.00 | 240.34 | 23.60 | 3418.40 |
| | | 36.00 | 300.42 | 29.50 | 4273.00 |
| | | 34.00 | 270.38 | 26.50 | 3845.70 |
| | | 40.00 | 360.50 | 35.40 | 5127.50 |
| | | 38.00 | 330.46 | 32.40 | 4700.20 |
| | | 40.00 | 360.50 | 35.40 | 5127.50 |
| | | 37.80 | 327.46 | 32.10 | 4657.60 |
| | DESVIACION | 3.0 | ACEPTADA | | |
| | ESTANDAR | | | | |

| ESTRUCTURA | OBSERVACION | R | RESISTENCIA | | |
|-----------------|---------------------|-------|--------------------|-------|---------|
| | | | Kg/cm ² | Mpa | P.S.I |
| PEDESTAL O BASE | CARA 2 | 40.00 | 360.50 | 35.40 | 5127.50 |
| | | 38.00 | 330.46 | 32.40 | 4700.20 |
| | | 40.00 | 360.50 | 35.40 | 5127.50 |
| | | 42.00 | 390.54 | 38.30 | 5554.80 |
| | | 40.00 | 360.50 | 35.40 | 5127.50 |
| | | 36.00 | 300.42 | 29.50 | 4273.00 |
| | | 34.00 | 270.38 | 26.50 | 3845.70 |
| | | 40.00 | 360.50 | 35.40 | 5127.50 |
| | | 37.80 | 327.46 | 32.10 | 4657.60 |
| | | 32.00 | 240.34 | 23.60 | 3418.40 |
| | | 38.00 | 330.46 | 32.40 | 4700.20 |
| | DESVIACION ESTANDAR | 3.0 | ACEPTADA | | |

La resistencia a la compresión en una de las bases o pedestales que soportan las columnas metálicas de la estructura de acuerdo al ensayo de esclerometría es superior a los 4000 psi, valor que está dentro de los parámetros de resistencia adecuados para este tipo de estructura. Se realizaron 2 pruebas de las cuales todas fueron aceptadas por que la desviación que representa los datos en su distribución respecto a la media no presenta datos alejados y dispersos que minimicen la confiabilidad de los resultados.

4.2.7 Esclerometria en la losa del tablero

| ESTRUCTURA | OBSERVACION | R | RESISTENCIA | | |
|---------------------|------------------------|-------|--------------------|-------|---------|
| | | | Kg/cm ² | Mpa | P.S.I |
| LOSA DEL TABLERO | PRUEBA REALIZADA EN | 20.00 | 105.00 | 10.30 | 1493.54 |
| | | 20.00 | 105.00 | 10.30 | 1493.54 |
| | | 24.00 | 105.00 | 10.30 | 1493.54 |
| | | 36.00 | 236.52 | 23.20 | 3364.10 |
| | | 36.00 | 236.52 | 23.20 | 3364.10 |
| | | 24.00 | 105.00 | 10.30 | 1493.54 |

| | | | | | |
|--|-----------------|-------|----------|-------|---------|
| | DIVERSAS PARTES | 26.00 | 105.00 | 10.30 | 1493.54 |
| | DEL TABLERO | 26.00 | 105.00 | 10.30 | 1493.54 |
| | | 26.00 | 105.00 | 10.30 | 1493.54 |
| | | 24.00 | 105.00 | 10.30 | 1493.54 |
| | | 23.75 | 105.00 | 10.30 | 1493.54 |
| | DESVIACION | 2.5 | ACEPTADA | | |
| | ESTANDAR | | | | |

La resistencia a la compresión del concreto en la losa del tablero según los ensayos de esclerometría están por debajo de los 3000 P.S.I resistencia mínima que debería presentar según las condiciones y cargas de diseño de la estructura; no obstante esta losa puede presentar que los refuerzos de los peldaños de la losa tienen poco recubrimiento como sucede y se pudo observar a simple vista en el puente peatonal Marco Aurelio Gomes por tal motivo se ve afectado los resultados del ensayo.

4.2.8 Prueba del esclerómetro puente José Antonio Galán

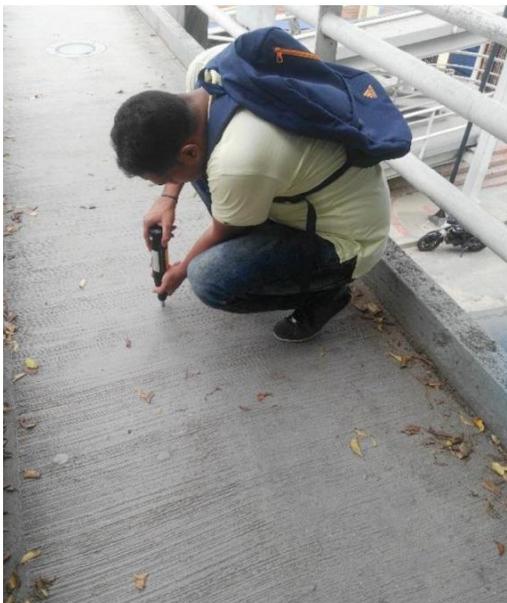
Para practicar el ensayo del esclerómetro en la infraestructura del puente peatonal se escogieron la losa del tablero y una de las bases o pedestales que soportan las columnas metálicas del puente con el fin de medir la resistencia a la compresión del concreto; debido a que muchos de los elementos estructurales son metálicos ya que es un puente metálico en arco con bases y tablero en concreto reforzado.



**Figura 62. Ensayo de esclerometria.
Fuente: Autores del proyecto.**



**Figura 63. Base o pedestal que soporta columna metálica
Fuente: Autores del proyecto.**



**Figura 64. Ensayo esclerometria en tablero.
Fuente: Autores del proyecto.**



**Figura 65. Toma de datos de esclerómetro.
Fuente: Autores del proyecto.**

4.2.9 Esclerometria en base o pedestal

| ESTRUCTURA | OBSERVACION | R | RESISTENCIA | | |
|-----------------|-------------|-------|------------------------|-------|----------|
| | | | Kg/cm2 | Mpa | P.S.I |
| PEDESTAL O BASE | CARA 1 | 38.00 | 330.46 | 32.40 | 4700.20 |
| | | 38.00 | 330.46 | 32.40 | 4700.20 |
| | | 40.00 | 360.50 | 35.40 | 5127.50 |
| | | 42.00 | 390.54 | 38.30 | 5554.80 |
| | | 32.00 | 240.34 | 23.60 | 3418.40 |
| | | 38.00 | 330.46 | 32.40 | 4700.20 |
| | | 34.00 | 270.38 | 26.50 | 3845.70 |
| | | 38.00 | 330.46 | 32.40 | 4700.20 |
| | | 38.00 | 330.46 | 32.40 | 4700.20 |
| | | 40.00 | 360.50 | 35.40 | 5127.50 |
| | | 38.44 | 330.56 | 32.50 | 4701.65 |
| | | | DESVIACION ESTANDAR | 3.0 | ACEPTADA |

| ESTRUCTURA | OBSERVACION | R | RESISTENCIA | | |
|-----------------|------------------------|-------|-------------|-------|---------|
| | | | Kg/cm2 | Mpa | P.S.I |
| PEDESTAL O BASE | CARA 2 | 24.00 | 105.00 | 10.30 | 1493.54 |
| | | 20.00 | 105.00 | 10.30 | 1493.54 |
| | | 24.00 | 105.00 | 10.30 | 1493.54 |
| | | 26.00 | 105.00 | 10.30 | 1493.54 |
| | | 36.00 | 236.52 | 23.20 | 3364.10 |
| | | 24.00 | 105.00 | 10.30 | 1493.54 |
| | | 26.00 | 105.00 | 10.30 | 1493.54 |
| | | 26.00 | 105.00 | 10.30 | 1493.54 |
| | | 24.00 | 105.00 | 10.30 | 1493.54 |
| | | 24.00 | 105.00 | 10.30 | 1493.54 |
| | | 24.22 | 105.00 | 10.30 | 1493.54 |
| | DESVIACION ESTANDAR | 2.7 | ACEPTADA | | |

Los resultados que arrojan las pruebas de esclerometria para la cara 1 del pedestal o base en estudio demuestran que la resistencia a compresión del concreto es superior a 3000 P.S.I, lo cual cumple con la resistencia mínima para el diseño estructural y soportar las cargas de diseño de la estructura.

La cara 2 del pedestal o base a la cual se le realizo el ensayo de esclerometria arroja resultados muy distintos a los de la cara 1 del pedestal puesto que la resistencia a compresión del concreto según los datos obtenidos es inferior a los 3000 P.S.I; esto nos indica a prever el poco recubrimiento que posee el acero de refuerzo en la parte de la cara 2 donde se tomaron los datos lo cual hizo que se alteraran y no poder obtener la resistencia real del concreto que debe ser la misma para todas las caras del pedestal o base en estudio.

4.2.10 Esclerometria en la losa del tablero

| ESTRUCTURA | OBSERVACION | R | RESISTENCIA | | |
|---------------------|--|-------|------------------------|-------|----------|
| | | | Kg/cm2 | Mpa | P.S.I |
| LOSA DEL TABLERO | PRUEBA REALIZADA EN DIVERSAS PARTES DEL TABLERO | 26.00 | 105.00 | 10.30 | 1493.54 |
| | | 26.00 | 105.00 | 10.30 | 1493.54 |
| | | 22.00 | 105.00 | 10.30 | 1493.54 |
| | | 20.00 | 105.00 | 10.30 | 1493.54 |
| | | 20.00 | 105.00 | 10.30 | 1493.54 |
| | | 24.00 | 105.00 | 10.30 | 1493.54 |
| | | 26.00 | 105.00 | 10.30 | 1493.54 |
| | | 32.00 | 240.34 | 23.60 | 3418.40 |
| | | 24.00 | 105.00 | 10.30 | 1493.54 |
| | | 26.00 | 105.00 | 10.30 | 1493.54 |
| | | 23.77 | 105.00 | 10.30 | 1493.54 |
| | | | DESVIACION ESTANDAR | 2.5 | ACEPTADA |

La resistencia a la compresión del concreto en la losa del tablero según los ensayos de esclerometría están por debajo de los 3000 P.S.I resistencia mínima que debería presentar según las condiciones y cargas de diseño de la estructura; no obstante esta losa puede presentar que los refuerzos de los peldaños de la losa tienen poco recubrimiento que en este caso no se puede observar a simple vista como sucede y se pudo observar en el puente peatonal Marco Aurelio Gomes por tal motivo se ve afectado los resultados del ensayo para medir la resistencia a la compresión del concreto de la losa del tablero y sería necesario practicar otro tipo de ensayo para poder determinar dicha resistencia; pero debido a la negativa del INSTITUTO NACIONAL DE VIAS (INVIAS) y la alcaldía municipal no fue posible poder realizar otro tipo de ensayo como el del extractor de núcleo para todas las losas y columnas de los puentes peatonales de la ciudad por su grado destructivo contra la estructura.

Luego de practicar el ensayo de esclerómetro en cada uno de los puentes peatonales de la ciudad podemos observar que no se consideran aptos para determinar la resistencia de los elementos estructurales de los puentes peatonales, ya que ésta es una característica interna del concreto y el esclerómetro sólo mide la dureza que es una característica externa del material por lo que su margen de confiabilidad es bastante limitado. Fuera de ello, las condiciones de humedad, la Carbonatación y la textura son valores que afectan en gran medida los resultados. En este ensayo los valores más altos corresponden a los de las columnas, seguidas de los pedestales y por último los peldaños de la losa, lo cual puede atribuirse al poco recubrimiento de las barras de acero utilizadas como refuerzo porque el nivel de daño que presentan estos elementos es muy mínimo ya que son puentes relativamente nuevos y con un excelente diseño estructural.

Dado que la prueba realizada de esclerómetro no se pudo complementar con resultados de un ensayo de extractor de núcleo por la no autorización de los entes encargados de los puentes peatonales de la ciudad no fue posible llevar a cabo dicho ensayo y así poder unificar criterios en cuanto al valor de la resistencia de los elementos estudiados y debido al estado actual de los elementos estructurales de cada puente peatonal no se ve necesario realizar una prueba de carga a cada uno de los puentes que permita establecer con certeza si están en capacidad de soportar las diversas solicitaciones de cargas y prestar un servicio adecuado a los usuarios, según lo establece la norma NSR98:

Si los criterios de C.5.6.4.4 no se cumplen, y si la seguridad estructural estuviera en duda, el Supervisor Técnico puede ordenar que se hagan pruebas.

Cuando existan dudas de que una estructura, o parte de ella, no cumpla los requisitos de seguridad de este Reglamento, el Ingeniero Diseñador, o el Supervisor Técnico, pueden ordenar la realización de una evaluación de la resistencia de la estructura.

No obstante esta prueba se encuentra fuera del alcance de este proyecto de investigación debido a su elevado costo y a la escasa disponibilidad de equipos y personal capacitado para su ejecución en la ciudad de Ocaña.

4.3 Detallar las características obtenidas en la evaluación de los puentes peatonales en cuadros informativos que nos permitan dar un diagnóstico del estado actual de cada puente.

4.3.1 Diagnóstico del puente Marco Aurelio Gómez

Este puente presenta buenas condiciones en cuanto a lo estructural y su funcionalidad, ya que mediante la inspección visual pudimos observar que sus elementos se encuentran en buen estado, excepto en lugares donde se evidencia pérdida del recubrimiento del refuerzo; en otro lugar encontramos pérdida de concreto por la fricción en la unión del acceso en rampa de la calzada sur y el tablero, esto se debe a la falta de un tope sísmico o un apoyo elastómerico, que permitiera movimientos entre estos elementos rígidos.

Por otra parte pudimos definir aproximadamente la resistencia del concreto con la cual fue construido el puente, determinando que el concreto es el adecuado para realizar esta construcción y que cumple con lo requerido en las normas técnicas.

Por último fue evidente la deficiencia en la iluminación y señalización; sería de gran importancia mejorar estos aspectos, como también la realización de mantenimiento a todo el puente, reacondicionándolo para así enriquecer sus condiciones generales y asegurar un uso adecuado de este puente.

Puente Peatonal Marco Aurelio Gómez

| | | |
|---|---|---|
|  | INSPECCION DEL ESTADO DE PUENTE PEATONAL |  |
|---|---|---|

Nombre: Marco Aurelio Gómez Tipo: Atirantado asimétrico

Año de Construcción: 2002 Material: Concreto reforzado

Carretera Aguaclara - Ocaña Código: 7007 PR: 49+980

Nombre vía: Avenida Fernández de contreras Obstáculo: Hospital Emiro Quintero Cañizares

| | Longitud | Ancho | No. Luces | Galibo |
|-------------|----------|--------|-----------|--------|
| Dimensiones | 19,30 m | 2,00 m | 1 | 5,00 m |

Fecha: 14/07/2016

| Estructura | Elemento | Estado | | | Notas |
|-----------------|---------------------|--------|---------|------|-----------------|
| | | Bueno | Regular | Malo | |
| Superestructura | Tablero | X | | | |
| | Vigas | X | | | |
| | Riostras | | | | No tiene |
| | Cables | | X | | |
| | Armaduras Metálicas | | | | No tiene |
| | Juntas | | | | No tiene |
| | Barandas | | X | | |
| | Anclajes | | | | No tiene |
| | Apoyo elastómericos | | | | No tiene |
| Subestructura | Accesos | X | | | |
| | Apoyos | X | | | |
| | Estribos | X | | | |
| | Bases | | | | No son visibles |
| Otros | Iluminación | | X | | |
| | Señalización | | X | | |

Observaciones: El puente cumple una función importante y se encuentra generalmente en buen estado.

Elaborado por: Lumar Jair Jacome S. Revisado por: Luis Guillermo Quiroz

Fuente: Autores del proyecto.

Puente Peatonal Villa Olímpica



INSPECCION DEL ESTADO DE PUENTE PEATONAL

Nombre: Villa Olímpica Tipo: Metálico con vigas en celosíaAño de Construcción: 2015 Material: Metálico - Concreto reforzadoCarretera Aguaclara - Ocaña Código: 7007 PR: 49+350Nombre vía: Avenida Fernández de contreras Obstaácul Piscina Olímpica - Est. de Policía

| | Longitud | Ancho | No. Luces | Gálibo |
|-------------|----------|--------|-----------|--------|
| Dimensiones | 20,3 m | 1,50 m | 1 | 5,00 m |

Fecha: 15/07/2016

| Estructura | Elemento | Estado | | | Notas |
|-----------------|---------------------|--------|---------|------|----------|
| | | Bueno | Regular | Malo | |
| Superestructura | Tablero | X | | | |
| | Vigas | X | | | |
| | Riostras | | | | No tiene |
| | Cables | | | | No tiene |
| | Armaduras Metálicas | X | | | |
| | Juntas | X | | | |
| | Barandas | X | | | |
| | Anclajes | | | | No tiene |
| | Apoyo elastómericos | | | | No tiene |
| Subestructura | Accesos | X | | | |
| | Apoyos | X | | | |
| | Estribos | X | | | |
| | Bases | X | | | |
| Otros | Iluminación | X | | | |
| | Señalización | X | | | |

Observaciones: Este puente se encuentra en perfectas condiciones, debido a que fue construido recientemente.Elaborado por: Lumar Jair Jacome S.Revisado por: Luis Guillermo Quiroz**Fuente: Autores del proyecto.**

4.3.2 Diagnóstico del puente Villa Olímpica

En este caso efectuar un diagnóstico de un puente peatonal con tan poco tiempo de vida útil es difícil, debido a que no se pueden observar sus deficiencias; por lo contrario percibimos que su construcción se llevó a cabo de buena manera, sin deficiencias en la estructura y demás elementos.

Encontramos que el recubrimiento en los bordes de las rampas de acceso se encuentra deteriorado, determinando que no era el material adecuado para trabajar en la intemperie, siendo este el único aspecto notable en la estética de este puente peatonal, el cual no interfiere en el funcionamiento de dicho puente. No descartando un mantenimiento general que permita mantener este puente en condiciones óptimas; adicionalmente cabe resaltar que los resultados obtenidos para la resistencia a compresión del concreto de las bases y el tablero fueron los adecuados para la construcción de estos elementos.

Haciendo referencia a su ubicación me parece que es favorable para la comunidad, debido a que se encuentran varios escenarios deportivos en este lugar y resaltando el alto flujo vehicular que presenta esta vía.

Puente Peatonal José A . Galán

| | | |
|---|---|---|
|  | INSPECCION DEL ESTADO DE PUENTE PEATONAL |  |
|---|---|---|

Nombre: José A. Galán Tipo: En arco

Año de Construcción: 2002 Material: Metálico - Concreto reforzado

Carretera Aguaclara - Ocaña Código: 7007 PR: 48+355

Nombre vía: Avenida Fernández de contreras Obstáculo Barrio Santa Clara

| | Longitud | Ancho | No. Luces | Gálibo |
|-------------|----------|--------|-----------|--------|
| Dimensiones | 17,20 m | 1,30 m | 1 | 4,50 m |

Fecha: 16/07/2016

| Estructura | Elemento | Estado | | | Notas |
|-----------------|---------------------|--------|---------|------|----------|
| | | Bueno | Regular | Malo | |
| Superestructura | Tablero | X | | | |
| | Vigas | X | | | |
| | Riostras | | | | No tiene |
| | Cables | | | | No tiene |
| | Armaduras Metálicas | X | | | |
| | Juntas | X | | | |
| | Barandas | | X | | |
| | Anclajes | | | | No tiene |
| | Apoyo elastóméricos | | | | No tiene |
| Subestructura | Accesos | | X | | |
| | Apoyos | X | | | |
| | Estribos | X | | | |
| | Bases | X | | | |
| Otros | Iluminación | | X | | |
| | Señalización | | X | | |

Observaciones: Debido al deterioro este puente se encuentra en condiciones regulares, presenta deficiencias en la iluminación y la señalización.

Elaborado por: Fabio Andres Caballero D.

Revisado por: Luis Guillermo Quiroz

Fuente: Autores del proyecto.

4.3.3 Diagnóstico del puente José A. Galán

El estado de este puente peatonal se encuentra en condiciones aceptables, debido a que posiblemente no se le haya realizado ningún tipo de mantenimiento, teniendo en cuenta que este puente casi en su totalidad es metálico, se pudo observar que la principal falla encontrada se debe a la pérdida de pintura, corrosión y oxidación en los elementos; la solución a estos problemas sería la realización de mantenimiento y aplicación de pintura que evite estos factores que son típicos en elementos metálicos expuestos a la intemperie.

Los elementos en concreto se encuentran en buenas condiciones, no presentan visualmente ningún tipo de deficiencia, cumpliendo también con la resistencia a compresión del concreto encontrada mediante la aplicación del ensayo del esclerómetro.

La ubicación de este puente es en un lugar de muy alto flujo vehicular y peatonal, donde brinda un buen servicio a la comunidad, teniendo como problemática la inseguridad que probablemente se deba a la falta de iluminación, otro aspecto importante es la falta de señalización adecuada para que su uso sea seguro.

4.4 Sugerir la posibilidad de implementar un puente peatonal en el municipio de Ocaña

Considerando los principales lugares de la ciudad teniendo en cuenta el flujo vehicular y peatonal para determinar el lugar específico de la implementación de un nuevo puente peatonal en la ciudad de Ocaña norte de Santander se debe recurrir; al peligro de accidentabilidad de peatones debido a la no presencia de cruces semaforizados se realizó una serie de aforos en las horas picos de 6:00 a.m. a 8:00 a.m. 11:00 a.m. a 1:00 p.m. y 5:00 p.m. a 7:00 p.m. durante los días miércoles y viernes de una semana en cada uno de los carriles de circulación de las vías en estudio.

El día miércoles se escogió dado que al ser mitad de la semana se presenta mayor flujo de vehículos y peatones que un comienzo de semana como el lunes, el día viernes por su parte presenta un flujo vehicular y peatonal aún mayor debido al turismo. Los horarios en los cuales se realizaron los aforos responden a que en estos períodos se presenta la mayor congestión debido a la salida y retorno de las personas a sus hogares y sitios de trabajo, pues al ser Ocaña una ciudad pequeña es posible regresar a casa a medio día y luego regresar a su trabajo.

El aforo de peatones se realizó en un espacio de 100m por motivos de visibilidad sin discriminar el conteo por carriles.

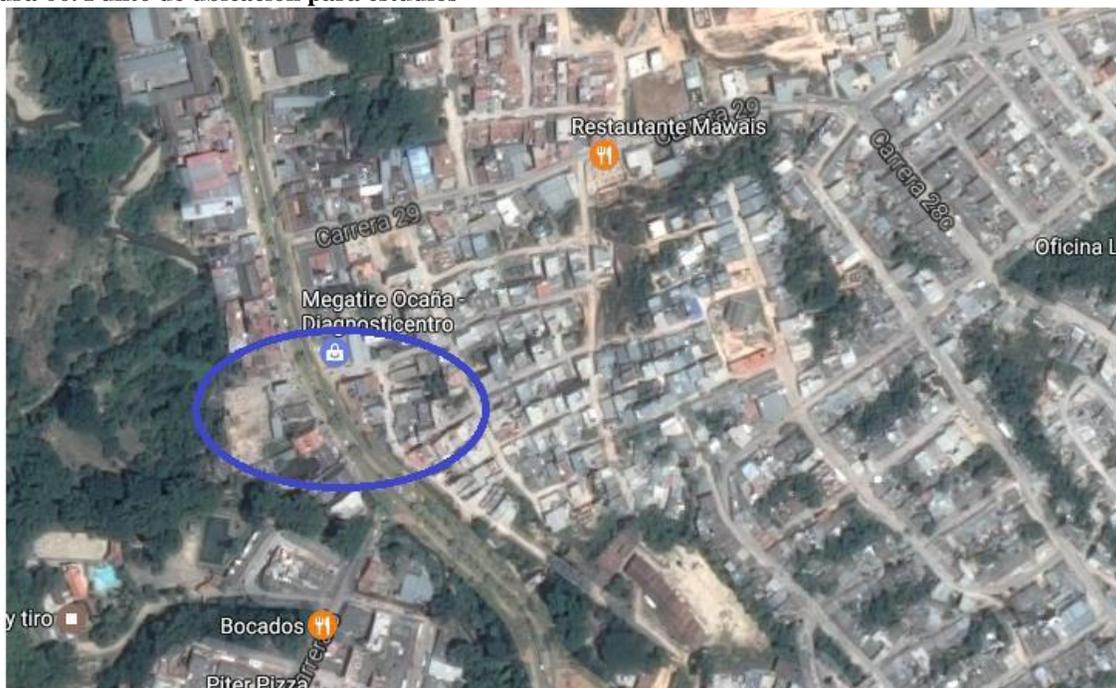
A continuación se describen las características del tránsito en los sitios en donde se realizaron los aforos. Así mismo se muestran los volúmenes máximos en la Hora Pico y la distribución del volumen de vehículos en cada período de conteo.

4.4.1 Puntos de estudio para la posible implementación de puente peatonal en la ciudad

4.4.1.1 Avenida Francisco Fernández de Contreras kilómetro 49+0995

La zona de estudio se encuentra ubicada en la avenida Francisco Fernández de Contreras en el kilómetro 49+0995 con intersección con la carrera 5 que comunica a una de las avenidas principales de la ciudad con algunos barrios de la misma como lo son el barrio primero de Mayo, Marabel entre otros y es una de las avenidas alterna para llegar al centro de la ciudad; dicho punto es uno con mayor congestión vehicular y peatonal de la ciudad debido a la importancia de la vía y a la encargadas del tránsito, realizando labores de señalización con paletas de tránsito y silbatos en las poca señalización que se encuentran en este sitio, teniendo que tomar cartas en el asunto las autoridades horas pico para evitar choques y accidentes.

Figura 66. Punto de ubicación para estudios



Fuente: Google Maps.



Figura 67. Avenida Francisco Fernando de Contreras.
Fuente: Autores del proyecto.

Esta zona es de tipo comercial y residencial, se destacan en su mayoría locales restaurantes, cafeterías, tiendas, salas de Internet, centros de llamadas y ventas informales de alimentos, se distinguen algunas viviendas unifamiliares de dos pisos, no hay presencia de edificios.

La vía en estudio presenta un ancho de calzada de 7.0 metros por carril separadas por una zona verde de arborización, la estructura del pavimento se encuentra constituida por un pavimento rígido. El sector no presenta cruces semaforizados, espacios o estructuras para la circulación peatonal, ni señalización vertical y horizontal suficientes.

Se destacan las señales de tránsito “Prohibido Parquear” en el costado que va de norte a sur y las señales “Ruta Nacional” y “Prohibido Recoger o Dejar Pasajeros” en el otro costado de la vía.



Figura 68. Señalización del punto de estudio.
Fuente: Autores del proyecto.

El tránsito en el sector es mixto, se distinguen vehículos de 2 y 3 ejes procedentes y con destino a la costa y el interior del país, los cuales transportan granos y vehículos importados, se destacan vehículos de maquinaria pesada, camiones, buses y busetas de transporte público y privado, vehículos medianos, particulares y taxis, motos, bicicletas y vehículos de tracción animal. Por el sector transita un gran número de peatones debido a la posición estratégica, a las características comerciales del sector y a la operación de una Terminal de Transportes ilegal, adonde acude a diario una cantidad significativa de pasajeros que a diario llegan al lugar con el fin de viajar a ciudades y municipios de la Costa Caribe.

4.4.1.2 Aforo flujo vehicular

DIA MIERCOLES 19 DE OCTUBRE DEL 2016 DE 6:00 A.M A 8:00 A.M

| <i>HORA</i> | <i>Q5</i> |
|---------------|-----------|
| 06:00 - 06:05 | 91 |
| 06:05 - 06:10 | 61 |
| 06:10 - 06:15 | 71 |
| 06:15 - 06:20 | 62 |
| 06:20 - 06:25 | 60 |
| 06:25 - 06:30 | 88 |
| 06:30 - 06:35 | 75 |
| 06:35 - 06:40 | 68 |
| 06:40 - 06:45 | 73 |
| 06:45 - 06:50 | 78 |
| 06:50 - 06:55 | 91 |
| 06:55 - 07:00 | 90 |

| <i>Tránsito en la hora pico</i> | |
|---------------------------------|--------------|
| <i>Período</i> | <i>Q MÁX</i> |
| 6:00-7:00 | 908 |
| 6:05-7:05 | 899 |
| 6:10-7:10 | 917 |
| 6:15-7:15 | 915 |
| 6:20-7:20 | 928 |
| 6:25-7:25 | 936 |
| 6:30-7:30 | 924 |
| 6:35-7:35 | 919 |
| 6:40-7:40 | 924 |
| 6:45-7:45 | 912 |
| 6:50-7:50 | 890 |
| 6:55-7:55 | 873 |
| 7:00-8:00 | 854 |

| | |
|---------------|----|
| 07:00 - 07:05 | 82 |
| 07:05 - 07:10 | 79 |
| 07:10 - 07:15 | 69 |
| 07:15 - 07:20 | 75 |
| 07:20 - 07:25 | 68 |
| 07:25 - 07:30 | 76 |
| 07:30 - 07:35 | 70 |
| 07:35 - 07:40 | 73 |
| 07:40 - 07:45 | 61 |
| 07:45 - 07:50 | 56 |
| 07:50 - 07:55 | 74 |
| 07:55 - 08:00 | 71 |

| <i>Hora de máxima demanda</i> | <i>Q MÁX</i> |
|-------------------------------|--------------|
| 6:25-7:25 | 936 |

Fuente: Autores del proyecto.

AFORO FLUJO VEHICULAR DIA MIERCOLES 19 DE OCTUBRE DEL 2016 DE

11:00 A.M A 1:00 P.M

| <i>HORA</i> | <i>Q5</i> |
|---------------|-----------|
| 11:00 - 11:05 | 79 |
| 11:05 - 11:10 | 69 |
| 11:10 - 11:15 | 75 |
| 11:15 - 11:20 | 71 |
| 11:20 - 11:25 | 77 |
| 11:25 - 11:30 | 79 |
| 11:30 - 11:35 | 72 |
| 11:35 - 11:40 | 66 |
| 11:40 - 11:45 | 103 |
| 11:45 - 11:50 | 95 |
| 11:50 - 11:55 | 86 |
| 11:55 - 12:00 | 89 |
| 12:00 - 12:05 | 81 |
| 12:05 - 12:10 | 83 |
| 12:10 - 12:15 | 79 |
| 12:15 - 12:20 | 99 |
| 12:20 - 12:25 | 94 |
| 12:25 - 12:30 | 77 |
| 12:30 - 12:35 | 82 |
| 12:35 - 12:40 | 78 |
| 12:40 - 12:45 | 83 |
| 12:45 - 12:50 | 84 |
| 12:50 - 12:55 | 78 |
| 12:55 - 13:00 | 84 |

| <i>Tránsito en la hora pico</i> | |
|---------------------------------|--------------|
| <i>Período</i> | <i>Q MÁX</i> |
| 11:00-12:00 | 961 |
| 11:05-12:05 | 963 |
| 11:10-12:10 | 977 |
| 11:15-12:15 | 981 |
| 11:20-12:20 | 1009 |
| 11:25-12:25 | 1026 |
| 11:30-12:30 | 1024 |
| 11:35-12:35 | 1034 |
| 11:40-12:40 | 1046 |
| 11:45-12:45 | 1026 |
| 11:50-12:50 | 1015 |
| 11:55-12:55 | 1007 |
| 12:00-13:00 | 1002 |

| <i>Hora de máxima demanda</i> | <i>Q MÁX</i> |
|-------------------------------|--------------|
| 11:40-12:40 | 1046 |

Fuente: Autores del proyecto.

AFORO FLUJO VEHICULAR DIA MIERCOLES 19 DE OCTUBRE DEL 2016 DE 5:00

P.M A 7:00 P.M

| <i>HORA</i> | <i>Q5</i> |
|---------------|-----------|
| 17:00 - 17:05 | 82 |
| 17:05 - 17:10 | 65 |
| 17:10 - 17:15 | 52 |
| 17:15 - 17:20 | 101 |
| 17:20 - 17:25 | 91 |
| 17:25 - 17:30 | 79 |
| 17:30 - 17:35 | 95 |
| 17:35 - 17:40 | 101 |
| 17:40 - 17:45 | 108 |
| 17:45 - 17:50 | 95 |
| 17:50 - 17:55 | 126 |
| 17:55 - 18:00 | 141 |
| 18:00 - 18:05 | 121 |
| 18:05 - 18:10 | 107 |
| 18:10 - 18:15 | 85 |
| 18:15 - 18:20 | 104 |
| 18:20 - 18:25 | 89 |
| 18:25 - 18:30 | 92 |
| 18:30 - 18:35 | 117 |
| 18:35 - 18:40 | 93 |
| 18:40 - 18:45 | 88 |
| 18:45 - 18:50 | 87 |
| 18:50 - 18:55 | 85 |
| 18:55 - 19:00 | 101 |

| <i>Tránsito en la hora pico</i> | |
|---------------------------------|--------------|
| <i>Período</i> | <i>Q MÁX</i> |
| 17:00-18:00 | 1136 |
| 17:05-18:05 | 1175 |
| 17:10-18:10 | 1217 |
| 17:15-18:15 | 1250 |
| 17:20-18:20 | 1253 |
| 17:25-18:25 | 1251 |
| 17:30-18:30 | 1264 |
| 17:35-18:35 | 1286 |
| 17:40-18:40 | 1278 |
| 17:45-18:45 | 1258 |
| 17:50-18:50 | 1250 |
| 17:55-18:55 | 1209 |
| 18:00-19:00 | 1169 |

| <i>Hora de máxima demanda</i> | <i>Q MÁX</i> |
|-------------------------------|--------------|
| 17:35-18:35 | 1286 |

Fuente: Autores del proyecto.

AFORO FLUJO VEHICULAR DIA VIERNES 21 DE OCTUBRE DEL 2016 DE 6:00

A.M A 8:00 A.M

| <i>HORA</i> | <i>Q5</i> |
|---------------|-----------|
| 06:00 - 06:05 | 54 |
| 06:05 - 06:10 | 57 |
| 06:10 - 06:15 | 59 |
| 06:15 - 06:20 | 58 |
| 06:20 - 06:25 | 72 |
| 06:25 - 06:30 | 92 |
| 06:30 - 06:35 | 77 |
| 06:35 - 06:40 | 95 |
| 06:40 - 06:45 | 104 |
| 06:45 - 06:50 | 97 |
| 06:50 - 06:55 | 96 |
| 06:55 - 07:00 | 79 |
| 07:00 - 07:05 | 68 |
| 07:05 - 07:10 | 66 |
| 07:10 - 07:15 | 95 |
| 07:15 - 07:20 | 73 |
| 07:20 - 07:25 | 63 |
| 07:25 - 07:30 | 80 |
| 07:30 - 07:35 | 83 |
| 07:35 - 07:40 | 104 |
| 07:40 - 07:45 | 73 |
| 07:45 - 07:50 | 85 |
| 07:50 - 07:55 | 81 |
| 07:55 - 08:00 | 98 |

| <i>Tránsito en la hora pico</i> | |
|---------------------------------|--------------|
| <i>Período</i> | <i>Q MÁX</i> |
| 6:00-7:00 | 940 |
| 6:05-7:05 | 954 |
| 6:10-7:10 | 963 |
| 6:15-7:15 | 999 |
| 6:20-7:20 | 1014 |
| 6:25-7:25 | 1005 |
| 6:30-7:30 | 993 |
| 6:35-7:35 | 999 |
| 6:40-7:40 | 1008 |
| 6:45-7:45 | 977 |
| 6:50-7:50 | 965 |
| 6:55-7:55 | 950 |
| 7:00-8:00 | 969 |

| <i>Hora de máxima demanda</i> | <i>Q MÁX</i> |
|-------------------------------|--------------|
| 6:20-7:20 | 1014 |

Fuente: Autores del proyecto.

AFORO FLUJO VEHICULAR DIA VIERNES 21 DE OCTUBRE DEL 2016 DE 11:00

A.M A 1:00 P.M

| <i>HORA</i> | <i>Q5</i> |
|---------------|-----------|
| 11:00 - 11:05 | 76 |
| 11:05 - 11:10 | 76 |
| 11:10 - 11:15 | 94 |
| 11:15 - 11:20 | 100 |
| 11:20 - 11:25 | 66 |
| 11:25 - 11:30 | 108 |
| 11:30 - 11:35 | 93 |
| 11:35 - 11:40 | 104 |
| 11:40 - 11:45 | 115 |
| 11:45 - 11:50 | 79 |
| 11:50 - 11:55 | 69 |
| 11:55 - 12:00 | 86 |
| 12:00 - 12:05 | 105 |
| 12:05 - 12:10 | 106 |
| 12:10 - 12:15 | 95 |
| 12:15 - 12:20 | 93 |
| 12:20 - 12:25 | 102 |
| 12:25 - 12:30 | 86 |
| 12:30 - 12:35 | 114 |
| 12:35 - 12:40 | 115 |
| 12:40 - 12:45 | 104 |
| 12:45 - 12:50 | 85 |
| 12:50 - 12:55 | 88 |
| 12:55 - 13:00 | 75 |

| <i>Tránsito en la hora pico</i> | |
|---------------------------------|--------------|
| <i>Período</i> | <i>Q MÁX</i> |
| 11:00-12:00 | 1066 |
| 11:05-12:05 | 1095 |
| 11:10-12:10 | 1125 |
| 11:15-12:15 | 1126 |
| 11:20-12:20 | 1119 |
| 11:25-12:25 | 1155 |
| 11:30-12:30 | 1133 |
| 11:35-12:35 | 1154 |
| 11:40-12:40 | 1165 |
| 11:45-12:45 | 1154 |
| 11:50-12:50 | 1160 |
| 11:55-12:55 | 1179 |
| 12:00-13:00 | 1168 |

| <i>Hora de máxima demanda</i> | <i>Q MÁX</i> |
|-------------------------------|--------------|
| 11:55-12:55 | 1179 |

Fuente: Autores del proyecto.

AFORO FLUJO VEHICULAR DIA VIERNES 21 DE OCTUBRE DEL 2016 DE 5:00 P.M

A 7:00 P.M

| HORA | Q5 |
|---------------|-----|
| 17:00 - 17:05 | 108 |
| 17:05 - 17:10 | 104 |
| 17:10 - 17:15 | 104 |
| 17:15 - 17:20 | 102 |
| 17:20 - 17:25 | 111 |
| 17:25 - 17:30 | 96 |
| 17:30 - 17:35 | 120 |
| 17:35 - 17:40 | 127 |
| 17:40 - 17:45 | 116 |
| 17:45 - 17:50 | 130 |
| 17:50 - 17:55 | 121 |
| 17:55 - 18:00 | 114 |
| 18:00 - 18:05 | 100 |
| 18:05 - 18:10 | 115 |
| 18:10 - 18:15 | 100 |
| 18:15 - 18:20 | 105 |
| 18:20 - 18:25 | 108 |
| 18:25 - 18:30 | 96 |
| 18:30 - 18:35 | 109 |
| 18:35 - 18:40 | 107 |
| 18:40 - 18:45 | 101 |
| 18:45 - 18:50 | 106 |
| 18:50 - 18:55 | 101 |
| 18:55 - 19:00 | 104 |

| <i>Tránsito en la hora pico</i> | |
|---------------------------------|-------|
| Período | Q MÁX |
| 17:00-18:00 | 1353 |
| 17:05-18:05 | 1345 |
| 17:10-18:10 | 1356 |
| 17:15-18:15 | 1352 |
| 17:20-18:20 | 1355 |
| 17:25-18:25 | 1352 |
| 17:30-18:30 | 1352 |
| 17:35-18:35 | 1341 |
| 17:40-18:40 | 1321 |
| 17:45-18:45 | 1306 |
| 17:50-18:50 | 1282 |
| 17:55-18:55 | 1262 |
| 18:00-19:00 | 1252 |

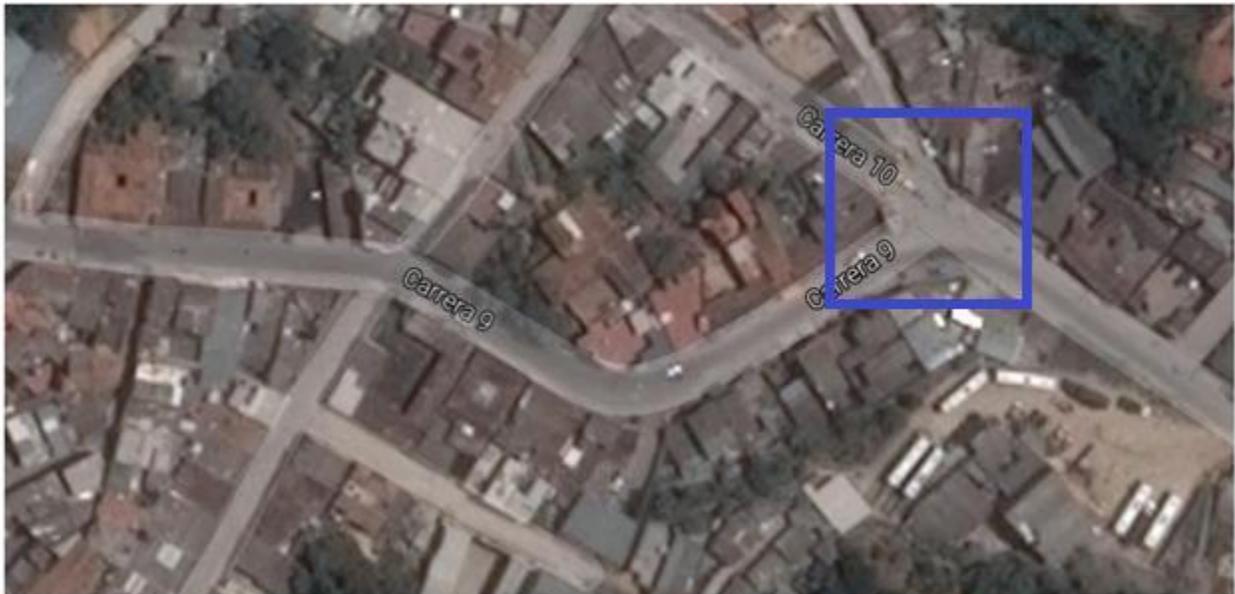
| <i>Hora de máxima demanda</i> | Q MÁX |
|-------------------------------|-------------|
| 17:10-18:10 | 1356 |

Fuente: Autores del proyecto.

4.4.2 Intersección avenida entre carrera 9 y carrera 10

La zona de estudio se encuentra en la intersección o comúnmente llamada “Y” entre la carrera 9 y la carrera 10 cada una con un solo sentido contrario entre ellas hasta el punto en que las dos avenidas forman una sola para el flujo vehicular en dos direcciones, este punto de estudio es principalmente de carácter residencial, allí se ubican algunas cafeterías, bares, talleres mecánicos de autos, almacenes de pinturas y múltiples viviendas unifamiliares dado que en dicho sector se encuentra la entrada a uno de los barrios de la ciudad.

Fue tomado como punto de estudio por el alto flujo vehicular que transitan por estas dos avenidas y la poca señalización y cruces semaforizados que se encuentran en el lugar siendo una zona vulnerable de accidentes para los transeúntes de esta zona.



**Figura 69. Punto de estudio para implementación de puente peatonal.
Fuente: Autores del proyecto.**

La vía en estudio presenta un ancho de calzada de 7.50 metros compuesta por dos carriles de circulación en dos direcciones. La estructura que conforma el pavimento de la vía es de tipo flexible el cual presenta un alto grado de deterioro como lo son desniveles; huecos y fracturas en la superficie del pavimento. El sector no presenta cruces semaforizados, demarcación de pasos peatonales, ni señalización vertical y horizontal suficientes.



Figura 70. Carrera 9 y carrera 10, punto de estudio.
Fuente: Google Maps.

La zona en estudio se caracteriza por presentar un alto flujo vehicular compuesto por gran parte de buses de transporte público, privado y de carácter urbano e intermunicipal, vehículos medianos particulares, taxis, motos y vehículos de carga pesada de 2 y 3 ejes.

A continuación se muestra la distribución de los volúmenes de tránsito en períodos de 5 minutos y el Factor de Hora Pico correspondiente a los tres períodos del día escogidos.

AFORO FLUJO VEHICULAR DIA MIERCOLES 26 DE OCTUBRE DEL 2016 DE 6:00

A.M A 8:00 A.M

| HORA | Q5 |
|---------------|----|
| 06:00 - 06:05 | 40 |
| 06:05 - 06:10 | 48 |
| 06:10 - 06:15 | 55 |
| 06:15 - 06:20 | 58 |
| 06:20 - 06:25 | 57 |
| 06:25 - 06:30 | 70 |
| 06:30 - 06:35 | 68 |
| 06:35 - 06:40 | 82 |
| 06:40 - 06:45 | 73 |
| 06:45 - 06:50 | 77 |
| 06:50 - 06:55 | 69 |
| 06:55 - 07:00 | 74 |
| 07:00 - 07:05 | 68 |
| 07:05 - 07:10 | 78 |
| 07:10 - 07:15 | 71 |
| 07:15 - 07:20 | 53 |
| 07:20 - 07:25 | 44 |
| 07:25 - 07:30 | 38 |
| 07:30 - 07:35 | 58 |
| 07:35 - 07:40 | 49 |
| 07:40 - 07:45 | 54 |
| 07:45 - 07:50 | 53 |
| 07:50 - 07:55 | 55 |
| 07:55 - 08:00 | 54 |

| <i>Tránsito en la hora pico</i> | |
|---------------------------------|-------|
| Período | Q MÁX |
| 6:00-7:00 | 771 |
| 6:05-7:05 | 799 |
| 6:10-7:10 | 829 |
| 6:15-7:15 | 845 |
| 6:20-7:20 | 840 |
| 6:25-7:25 | 827 |
| 6:30-7:30 | 795 |
| 6:35-7:35 | 785 |
| 6:40-7:40 | 752 |
| 6:45-7:45 | 733 |
| 6:50-7:50 | 709 |
| 6:55-7:55 | 695 |
| 7:00-8:00 | 675 |

| <i>Hora de máxima demanda</i> | Q MÁX |
|-------------------------------|------------|
| 6:15-7:15 | 845 |

Fuente: Autores del proyecto.

AFORO FLUJO VEHICULAR DIA MIERCOLES 26 DE OCTUBRE DEL 2016 DE

11:00 A.M A 1:00 P.M

| HORA | Q5 |
|---------------|-----|
| 11:00 - 11:05 | 39 |
| 11:05 - 11:10 | 53 |
| 11:10 - 11:15 | 62 |
| 11:15 - 11:20 | 64 |
| 11:20 - 11:25 | 101 |
| 11:25 - 11:30 | 58 |
| 11:30 - 11:35 | 91 |
| 11:35 - 11:40 | 79 |
| 11:40 - 11:45 | 111 |
| 11:45 - 11:50 | 111 |
| 11:50 - 11:55 | 57 |
| 11:55 - 12:00 | 31 |
| 12:00 - 12:05 | 77 |
| 12:05 - 12:10 | 76 |
| 12:10 - 12:15 | 46 |
| 12:15 - 12:20 | 79 |
| 12:20 - 12:25 | 59 |
| 12:25 - 12:30 | 69 |
| 12:30 - 12:35 | 50 |
| 12:35 - 12:40 | 32 |
| 12:40 - 12:45 | 49 |
| 12:45 - 12:50 | 61 |
| 12:50 - 12:55 | 46 |
| 12:55 - 13:00 | 37 |

| <i>Tránsito en la hora pico</i> | |
|---------------------------------|-------|
| Período | Q MÁX |
| 11:00-12:00 | 857 |
| 11:05-12:05 | 895 |
| 11:10-12:10 | 918 |
| 11:15-12:15 | 902 |
| 11:20-12:20 | 917 |
| 11:25-12:25 | 875 |
| 11:30-12:30 | 886 |
| 11:35-12:35 | 845 |
| 11:40-12:40 | 798 |
| 11:45-12:45 | 736 |
| 11:50-12:50 | 686 |
| 11:55-12:55 | 675 |
| 12:00-13:00 | 681 |

| <i>Hora de máxima demanda</i> | Q MÁX |
|-------------------------------|------------|
| 11:10-12:10 | 918 |

Fuente: Autores del proyecto.

AFORO FLUJO VEHICULAR DIA MIERCOLES 26 DE OCTUBRE DEL 2016 DE 5:00

P.M A 7:00 P.M

| <i>HORA</i> | <i>Q5</i> |
|---------------|-----------|
| 17:00 - 17:05 | 47 |
| 17:05 - 17:10 | 49 |
| 17:10 - 17:15 | 56 |
| 17:15 - 17:20 | 52 |
| 17:20 - 17:25 | 46 |
| 17:25 - 17:30 | 35 |
| 17:30 - 17:35 | 36 |
| 17:35 - 17:40 | 46 |
| 17:40 - 17:45 | 44 |
| 17:45 - 17:50 | 44 |
| 17:50 - 17:55 | 51 |
| 17:55 - 18:00 | 69 |
| 18:00 - 18:05 | 65 |
| 18:05 - 18:10 | 52 |
| 18:10 - 18:15 | 46 |
| 18:15 - 18:20 | 53 |
| 18:20 - 18:25 | 66 |
| 18:25 - 18:30 | 59 |
| 18:30 - 18:35 | 60 |
| 18:35 - 18:40 | 69 |
| 18:40 - 18:45 | 43 |
| 18:45 - 18:50 | 44 |
| 18:50 - 18:55 | 58 |
| 18:55 - 19:00 | 53 |

| <i>Tránsito en la hora pico</i> | |
|---------------------------------|--------------|
| <i>Período</i> | <i>Q MÁX</i> |
| 17:00-18:00 | 575 |
| 17:05-18:05 | 593 |
| 17:10-18:10 | 596 |
| 17:15-18:15 | 586 |
| 17:20-18:20 | 587 |
| 17:25-18:25 | 607 |
| 17:30-18:30 | 631 |
| 17:35-18:35 | 655 |
| 17:40-18:40 | 678 |
| 17:45-18:45 | 677 |
| 17:50-18:50 | 677 |
| 17:55-18:55 | 684 |
| 18:00-19:00 | 668 |

| <i>Hora de máxima demanda</i> | <i>Q MÁX</i> |
|-------------------------------|--------------|
| 17:55-18:55 | 684 |

Fuente: Autores del proyecto.

AFORO FLUJO VEHICULAR DIA VIERNES 28 DE OCTUBRE DEL 2016 DE 6:00

A.M A 8:00 A.M

| <i>HORA</i> | <i>Q5</i> |
|---------------|-----------|
| 06:00 - 06:05 | 39 |
| 06:05 - 06:10 | 50 |
| 06:10 - 06:15 | 61 |
| 06:15 - 06:20 | 78 |
| 06:20 - 06:25 | 56 |
| 06:25 - 06:30 | 86 |
| 06:30 - 06:35 | 89 |
| 06:35 - 06:40 | 82 |
| 06:40 - 06:45 | 93 |
| 06:45 - 06:50 | 90 |
| 06:50 - 06:55 | 111 |
| 06:55 - 07:00 | 76 |
| 07:00 - 07:05 | 66 |
| 07:05 - 07:10 | 81 |
| 07:10 - 07:15 | 87 |
| 07:15 - 07:20 | 73 |
| 07:20 - 07:25 | 65 |
| 07:25 - 07:30 | 81 |
| 07:30 - 07:35 | 84 |
| 07:35 - 07:40 | 109 |
| 07:40 - 07:45 | 104 |
| 07:45 - 07:50 | 99 |
| 07:50 - 07:55 | 90 |
| 07:55 - 08:00 | 124 |

| <i>Tránsito en la hora pico</i> | |
|---------------------------------|--------------|
| <i>Período</i> | <i>Q MÁX</i> |
| 6:00-7:00 | 911 |
| 6:05-7:05 | 938 |
| 6:10-7:10 | 969 |
| 6:15-7:15 | 995 |
| 6:20-7:20 | 990 |
| 6:25-7:25 | 999 |
| 6:30-7:30 | 994 |
| 6:35-7:35 | 989 |
| 6:40-7:40 | 1016 |
| 6:45-7:45 | 1027 |
| 6:50-7:50 | 1036 |
| 6:55-7:55 | 1015 |
| 7:00-8:00 | 1063 |

| <i>Hora de máxima demanda</i> | <i>Q MÁX</i> |
|-------------------------------|--------------|
| 7:00-8:00 | 1063 |

Fuente: Autores del proyecto.

AFORO FLUJO VEHICULAR DIA VIERNES 28 DE OCTUBRE DEL 2016 DE 11:00

A.M A 1:00 P.M

| HORA | Q5 |
|---------------|-----|
| 11:00 - 11:05 | 90 |
| 11:05 - 11:10 | 66 |
| 11:10 - 11:15 | 74 |
| 11:15 - 11:20 | 72 |
| 11:20 - 11:25 | 76 |
| 11:25 - 11:30 | 78 |
| 11:30 - 11:35 | 82 |
| 11:35 - 11:40 | 81 |
| 11:40 - 11:45 | 83 |
| 11:45 - 11:50 | 107 |
| 11:50 - 11:55 | 84 |
| 11:55 - 12:00 | 107 |
| 12:00 - 12:05 | 112 |
| 12:05 - 12:10 | 107 |
| 12:10 - 12:15 | 95 |
| 12:15 - 12:20 | 121 |
| 12:20 - 12:25 | 80 |
| 12:25 - 12:30 | 97 |
| 12:30 - 12:35 | 100 |
| 12:35 - 12:40 | 79 |
| 12:40 - 12:45 | 110 |
| 12:45 - 12:50 | 110 |
| 12:50 - 12:55 | 65 |
| 12:55 - 13:00 | 77 |

| <i>Tránsito en la hora pico</i> | |
|---------------------------------|--------------|
| <i>Período</i> | <i>Q MÁX</i> |
| 11:00-12:00 | 1000 |
| 11:05-12:05 | 1022 |
| 11:10-12:10 | 1063 |
| 11:15-12:15 | 1084 |
| 11:20-12:20 | 1133 |
| 11:25-12:25 | 1137 |
| 11:30-12:30 | 1156 |
| 11:35-12:35 | 1174 |
| 11:40-12:40 | 1172 |
| 11:45-12:45 | 1199 |
| 11:50-12:50 | 1202 |
| 11:55-12:55 | 1183 |
| 12:00-13:00 | 1153 |

| <i>Hora de máxima demanda</i> | <i>Q MÁX</i> |
|-------------------------------|--------------|
| 11:50-12:50 | 1202 |

Fuente: Autores del proyecto.

AFORO FLUJO VEHICULAR DIA VIERNES 28 DE OCTUBRE DEL 2016 DE 5:00 P.M

A 7:00 P.M

| <i>HORA</i> | <i>Q5</i> |
|---------------|-----------|
| 17:00 - 17:05 | 44 |
| 17:05 - 17:10 | 52 |
| 17:10 - 17:15 | 49 |
| 17:15 - 17:20 | 51 |
| 17:20 - 17:25 | 51 |
| 17:25 - 17:30 | 54 |
| 17:30 - 17:35 | 41 |
| 17:35 - 17:40 | 51 |
| 17:40 - 17:45 | 62 |
| 17:45 - 17:50 | 55 |
| 17:50 - 17:55 | 59 |
| 17:55 - 18:00 | 61 |
| 18:00 - 18:05 | 82 |
| 18:05 - 18:10 | 80 |
| 18:10 - 18:15 | 73 |
| 18:15 - 18:20 | 58 |
| 18:20 - 18:25 | 81 |
| 18:25 - 18:30 | 75 |
| 18:30 - 18:35 | 98 |
| 18:35 - 18:40 | 74 |
| 18:40 - 18:45 | 51 |
| 18:45 - 18:50 | 64 |
| 18:50 - 18:55 | 57 |
| 18:55 - 19:00 | 63 |

| <i>Tránsito en la hora pico</i> | |
|---------------------------------|--------------|
| <i>Período</i> | <i>Q MÁX</i> |
| 17:00-18:00 | 630 |
| 17:05-18:05 | 668 |
| 17:10-18:10 | 696 |
| 17:15-18:15 | 720 |
| 17:20-18:20 | 727 |
| 17:25-18:25 | 757 |
| 17:30-18:30 | 778 |
| 17:35-18:35 | 835 |
| 17:40-18:40 | 858 |
| 17:45-18:45 | 847 |
| 17:50-18:50 | 856 |
| 17:55-18:55 | 854 |
| 18:00-19:00 | 856 |

| <i>Hora de máxima demanda</i> | <i>Q MÁX</i> |
|-------------------------------|--------------|
| 17:40-18:40 | 858 |

Fuente: Autores del proyecto.

4.4.2 Interpretación de los resultados obtenidos

Luego de los aforos realizados a cada punto en estudio para la implementación de un nuevo puente peatonal en la ciudad de Ocaña Norte de Santander; logramos reflejar la gran importancia que tomaría un puente peatonal en estos dos puntos estudiados por el gran flujo vehicular que transita por estas vías tomando mayor importancia en la avenida Francisco Fernández de Contreras debido a que esta avenida presenta un mayor flujo vehicular gracias a que comunica la ciudad con el resto del país mientras que en el punto de la carrera 9 y carrera 10 el flujo vehicular que transita es en su mayoría auto móviles y transporte público de la ciudad utilizados por los ciudadanos para conducirse a sus trabajos y a lugares de estudio como lo son las universidades Francisco de Paula Santander y la universidad Fundación de estudios superiores Confanorte.

Aparte del flujo vehicular de estas dos importantes avenidas se ve de suma importancia la implementación de un puente peatonal por el poco espacio con el que cuentan los peatones para pasar de un lugar al otro de la vía sin tener que arriesgar sus vidas al realizar esta actividad diaria. El volumen de peatones es bajo comparado con el número de vehículos, no obstante la demora al transitar la vía en esta zona y el peligro que corren los transeúntes es alto.

Los volúmenes de vehículos mixtos por hora también se distribuyen de manera uniforme en ambos carriles de circulación en los dos puntos de estudio reflejando Factores de Hora Pico entre el 80% y 85% en promedio.

Capítulo 5. Conclusiones

La ciudad de Ocaña, Norte de Santander presenta muchas falencias en materia de planeación y administración pública, siendo notable en las condiciones que se encuentran los puentes peatonales, ausencia de programas de cultura ciudadana y educación vial, problemas de movilidad urbana y demás factores que afectan el bienestar de la comunidad.

Dados los resultados obtenidos en el ensayo de determinación de la resistencia de los elementos de los puentes peatonales estudiados, se puede reflejar el correcto uso de los materiales en su construcción, resaltando que presentan deficiencias debido a la falta de mantenimiento y cuidados necesarios, los cuales no brindan un nivel de confianza en los usuarios.

Las deficiencias presentadas en dichos puentes se encontraron mediante el diagnóstico realizado, percibiendo que son daños reparables mediante procesos y mantenimientos que deben ser de forma periódica para prevenir mayores daños y accidentes que involucren a la comunidad.

La sugerencia de implementar un nuevo puente peatonal es una buena idea para mejorar la seguridad de los peatones y de toda la comunidad, el lugar donde se lleve a cabo no se debe basar solamente en los aforos de flujo vehicular, se debe contemplar estudios preliminares y de factibilidad económica, que permita determinar si la implementación de un nuevo puente peatonal es realmente viable.

Capítulo 6. Recomendaciones

Se recomienda principalmente la reparación de los daños y dificultades que presentan los puentes peatonales, asegurando que su estado sea óptimo para su uso, así mismo programación de mantenimientos preventivos de forma periódica con el fin de evitar que dichas estructuras se deterioren y sufran daños significativos,

De acuerdo a la sugerencia de implementar un nuevo puente peatonal es importante lograr que los demás estudiantes continúen analizando la posibilidad de implementar un puente peatonal en alguno de los lugares de alto riesgo para los peatones donde sea necesario mantener el flujo vehicular constante, también la fomentación de planes de semaforización y señalización vial en dichas zonas para que de alguna manera se garantice el tránsito seguro de peatones.

Se propone adicionalmente ejecutar proyectos de infraestructura vial que tengan como fin primordial el desarrollo de nuevas vías para el tránsito exclusivo de vehículos pesados. Esto con el fin descongestionar las vías principales de la ciudad que hacen parte del casco urbano de la ciudad y así disminuir el riesgo de accidentes que representa este tipo de vehículos.

Otro aspecto para tener en cuenta y que sirve como recomendación para las administraciones locales, es llevar a cabo mediante campañas educativas en las diferentes instituciones de la ciudad y a la comunidad en general, donde se resalte la

importancia de utilizar los puentes peatonales como un medio para evitar accidentes de tránsito y de fácil acceso a los puntos donde queremos llegar.

Referencias

- Construmatica. (2006). *La Patología de los puentes*. Obtenido de http://www.construmatica.com/construpedia/Patolog%C3%ADas_en_Puentes
- D.C., S. G. (2003). *Decreto 279 de 2003*. Obtenido de <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=9350.htm>
- Ingeniero, L. c. (2010). *Puentes*. Obtenido de <http://www.cuevadelcivil.com/2010/03/puentes-historia-y-definicion.html>
- Instituto Nacional de vias. (1996). *Revista ingeniería de construcción*. Obtenido de http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-50732013000100003&lng=en&nrm=iso&tlng=en
- Mayor, C. y. (2008). *Análisis de flujo vehicular*. Obtenido de <https://sjnavarro.files.wordpress.com/2008/08/analisis-de-flujo-vehicular-cal-y-mayor.pdf>
- Miliarium. (2011). *Ingeniería civil y medio ambiente*. Obtenido de <http://www.miliarium.com/Bibliografia/Monografias/Puentes/Elementos.asp>
- Wikipedia. (2010). *Historia de los puentes*. Obtenido de Recuperado de: https://es.wikipedia.org/wiki/Historia_de_los_puentes
- Wikipedia. (2016). *Puente peatonal*. Obtenido de https://es.wikipedia.org/wiki/Puente_peatonal

Apéndices

Apéndice A. Formato del Estado de puentes peatonales



INSPECCION DEL ESTADO DE PUENTE PEATONAL

Nombre: _____ Tipo: _____
 Año de Construcción: _____ Material: _____
 Carretera _____ Código: _____ PR: _____

Nombre vía: _____ Obstáculo: _____

Fecha: _____

| | Longitud | Ancho | No. Luces | Galibo |
|-------------|----------|-------|-----------|--------|
| Dimensiones | | | | |

| Estructura | Elemento | Estado | | | Notas |
|-----------------|---------------------|--------|---------|------|-------|
| | | Bueno | Regular | Malo | |
| Superestructura | Tablero | | | | |
| | Vigas | | | | |
| | Riostras | | | | |
| | Cables | | | | |
| | Armaduras Metálicas | | | | |
| | Juntas | | | | |
| | Barandas | | | | |
| | Anclajes | | | | |
| | Apoyo elastómericos | | | | |
| Subestructura | Accesos | | | | |
| | Apoyos | | | | |
| | Estribos | | | | |
| | Bases | | | | |
| Otros | Iluminación | | | | |
| | Señalización | | | | |

Observaciones: _____

Elaborado por: _____ Revisado por: _____