

**PRE DISEÑO PARA UN MODELO DE PUENTE PEATONAL EN
INTERCEPCIONES VIALES APLICADAS A CALZADAS DE ALTO FLUJO
VEHICULAR**

**ST. TAPIAS SALAMANCA JAVIER
ST. PINZÓN MORENO ANDRÉS FELIPE**

**ESCUELA DE INGENIEROS MILITARES
ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA INTEGRAL DE OBRAS
BOGOTÁ
2014**

**PRE DISEÑO PARA UN MODELO DE PUENTE PEATONAL EN
INTERCEPCIONES VIALES APLICADAS A CALZADAS DE ALTO FLUJO
VEHICULAR**

**ST. TAPIAS SALAMANCA JAVIER
ST. PINZÓN MORENO ANDRÉS FELIPE**

**ST. TAPIAS SALAMANCA JAVIER
ST. PINZÓN MORENO ANDRÉS FELIPE**

**TRABAJO DE GRADO PRESENTADO COMO REQUISITO PARA OPTAR AL
TITULO DE POST-GRADO EN GERENCIA INTEGRAL DE OBRAS**

**DIRECTORA: ING. MARTHA SÁNCHEZ Ph.D
INGENIERA CIVIL**

**ESCUELA DE INGENIEROS MILITARES
ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA INTEGRAL DE OBRAS
BOGOTÁ
2014**

NOTA DE ACEPTACIÓN

PRESIDENTE DEL JURADO

JURADO 1

JURADO 2

BOGOTÁ D.C., 28 de OCTUBRE DE 2014

DEDICATORIA

A Dios, ante todo porque es quien nos da las fuerzas y la fe para continuar por el camino militar avante ante todo obstáculo.

A los padres de cada uno de nosotros porque son el apoyo moral, económico y motivo de lucha para formarnos como íntegras personas.

A los docentes, quienes nos han formado de manera integral como ingenieros civiles.

A todas las personas que han creído en nosotros

AGRADECIMIENTOS

A las ingenieras Martha Sánchez Cruz y Luz Yolanda Morales Martin por su incondicional ayuda y apoyo para el desarrollo del proyecto.

Al señor Brigadier General Juan Pablo Rodríguez Barragán, quien nos ha permitido continuar con la carrera de Ingeniería Civil, estudiando en tan prestigiosa institución como lo es la Universidad Militar Nueva Granada. Formándonos integralmente tanto académicamente como militarmente en el saber, hacer y el ser para salir a comandar tropas y promover el desarrollo en cualquier rincón de Colombia.

Al señor Coronel Pedro Antonio Montaña Mesa quien nos ha permitido formarnos en el conocer de la carrera de ingeniería civil la cual vamos a aplicar en diversas construcciones para la fuerza.

Contenido

1 PRE DISEÑO PARA UN MODELO DE PUENTE PEATONAL EN INTERCEPCIONES VIALES APLICADAS A CALZADAS DE ALTO FLUJO VEHICULAR	13
2 PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	15
2.1 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	15
3 OBJETIVOS	16
3.1 OBJETIVO GENERAL.....	16
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	16
4 MARCO HISTÓRICO	17
4.1 ANTECEDENTES INTERNACIONALES	17
5 MARCO CONCEPTUAL.....	18
5.1 PUENTE.....	18
5.1.1 SUPERESTRUCTURA.....	19
5.1.2 SUBESTRUCTURA.....	20
5.2 ESTUDIOS PREVIOS PARA EL ANÁLISIS DE LAS SUBESTRUCTURAS.	21
5.2.1 ESTUDIOS TOPOGRÁFICOS.....	21
5.2.2 ESTUDIOS DE SUELO.....	22
5.2.3 TERRENOS DE CIMENTACIÓN.....	22
5.2.4 ESTUDIOS DE RIESGO SÍSMICO	23
5.2.5 ESTUDIOS DE IMPACTO AMBIENTAL	23
5.2.6 ESTUDIOS DE TRÁFICO	23
5.2.7 MODELADO DEL PROTOTIPO	23
5.3 ESTIMACIÓN DE CARGAS.....	24
5.3.1 CARGA MUERTA	25
5.3.2 CARGA VIVA.	25
5.3.3 CARGAS DE VIENTO.....	25
5.3.4 CARGA SÍSMICA.....	25
6 MARCO METODOLÓGICO.....	26

6.1 FASE I.....	26
6.1.1 ESTUDIO DE PRE FACTIBILIDAD.....	27
6.2 FASE II.....	40
6.3 FASE III.....	42
6.3.1 EVALUACIÓN DE CARGAS.....	43
6.4 FASE IV	49
7 ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN	52
7.1 CARACTERÍSTICAS DEL ENTORNO Y LA INFRAESTRUCTURA	53
7.2 CARACTERÍSTICAS DEL TRÁNSITO	55
7.3 COMPORTAMIENTO DE LOS ACTORES	55
7.4 DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN	56
8. RESULTADOS OBTENIDOS	57
8.1. RESULTADOS ESPERADOS.....	59
8 CONCLUSIONES	60
9 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	61

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Tabla de comparación de accidentalidad entre los años 2012 y 2013	13
Figura 2. Accidente registrado en la intersección de la calle 100 con carrera 11, 16/marzo/2014	15
Figura 3. Puente Máximo Gómez 27 de febrero, santo domingo Republica Dominicana 2004.....	17
Figura 4. Puente Máximo Gómez, Republica dominicana.....	18
Figura 5. Superestructura de un puente, componentes principales	19
Figura 6. Fustes o cuerpos de pilas, subestructura.	20
Figura 7. Intersección de la calle 100 con carrera 11, Google Earth.....	27
Figura 8. Mapa de Bogotá, y extensión de la localidad a tratar.	27
Figura 9. Levantamiento topográfico.....	41
Figura 10. Planteamiento del diseño en el sitio deseado.....	41
Figura 11. Diseño final, modelado y pre dimensionamiento estructural del puente.....	42
Figura 12. Diseño estructural del modelo, momentos en el arco y losa.	43
Figura 13. Localización del proyecto, FOPAE.	44
Figura 14. Tipo de suelo de Respuesta sísmica.....	45
Figura 15. Coeficiente y curvas de diseño	45
Figura 16. Deflexión del tablero	46
Figura 17. Modelo completo dimensionado	47
Figura 18. Flujo de cortante viaje a través de sus paredes.....	47
Figura 19. Distribución de las rampas internas en el tablero y el anclaje de los cables... ..	48
Figura 20. Modelo tipo de rampas.....	48
Figura 21. Dimensionamiento del tablero.....	49
Figura 22 precio por m ³ del concreto	51
Figura 23 precios por m ³ del concreto	51
Figura 25 Precios m ³ de concreto por ciudades.....	52
Figura 26. Tabla de comparación de accidentalidad entre los años 2012 y 2013	53
Figura 27. Localización del área de estudio.....	54
Figura 28. Vista panorámica del puente	58
Figura 29. Modelo del puente.	58

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Ficha técnica de la localidad de Usaquén	28
Tabla 4 Resultados pregunta N ^º 1	31
Tabla 2. Conteo manual del personal que transita en la intersección de la calle 100 con carrera 11, fuente propia. 12/08/2014.....	37
Tabla 3 cuadro de áreas	50

LISTA DE GRAFICAS

Grafica 1. Resultados de la pregunta 1	31
Grafica 2. Resultados de la Pregunta 2	32
Grafica 3. Resultados de la Pregunta 3	33
Grafica 4. Resultados de la Pregunta 4	34
Grafica 5. Resultados de la Pregunta 5	34
Grafica 6. Resultados de la Pregunta 6	35
Grafica 7. Resultados de la Pregunta 6	36
Grafica 8. Resultados de la Pregunta 6	36

LISTA DE ANEXOS

ANEXO 1 PLANOS
ANEXO 2 MODELACIÓN ESTRUCTURAL
ANEXO 3 PRESUPUESTO
ANEXO 4 MATRIZ

RESUMEN

Teniendo en cuenta la ubicación topográfica del sistema de vías que intersectan la calle 100 con carrera 11, su gran flujo vehicular y peatonal y su alto índice de accidentalidad, en el siguiente informe se realizara un estudio sobre la posible e inminente solución a esta situación de movilidad vial.

El alcance de este proyecto es la elaboración de un pre diseño de un puente peatonal, basados en un modelo internacional que cuenta con un método de construcción de estructura atirantada, con la particularidad de 4 accesos, 1 por cada esquina de intersección vial, con unas mejoras proyectadas para un mejor servicio. Fundamentados en un estudio de pre factibilidad localizaremos la importancia de la implementación de este proyecto y el impacto que se generaría en aspectos culturales, sociales y de movilidad vial.

Para la realización del proyecto propuesto, fue necesario dividirlo en 4 fases que se representan como la ejecución de los objetivos propuestos inicialmente, son fases totalmente diferentes todas encaminadas a un solo objetivo único.

Primer fase; En esta fase se llevó a cabo la elaboración de un Estudio de Pre factibilidad en el que se incluye una recolección y análisis de información mediante una encuestas que se realizaron a una muestra de la población a intervenir, y unos parámetros que delimitan el estudio de pre factibilidad como lo son aspectos Técnicos, Socioeconómicos y Ambientales que tiene por objeto determinar la necesidad en la construcción de un puente peatonal.

Segunda fase; se realizara un pre diseño estructural, realizando una serie de actividades preliminares, es indispensable realizar los estudios básicos que permitan tomar conocimiento pleno de la zona, que genere la información básica necesaria y suficiente que concluya en el planteamiento de soluciones satisfactorias plasmadas en el proyecto definitivo real, y ejecutable

Tercera Fase; partiendo del diseño estructural calculado en la fase anterior, se analizara el comportamiento de sus elementos, debido a la condición de la estructura pura, se realizará una simulación en un programa como el SAP 2000 el cual arroja resultados de los momentos del arco y la losa del puente, verificando que el comportamiento de toda su estructura cumpla con los análisis sismo – resistentes propuestos por el Código Colombiano de Diseño Sísmico de Puentes.

Cuarta fase; en esta fase encontraremos un presupuesto aproximado Sobre la medición de las áreas, se realiza la valoración de cada uno de los componentes, y por consiguiente el valor total de la construcción, a esto se llama costo, aunque además habría que añadirle otros valores como beneficio industrial, IVA, gastos generales, de obra y administrativos, financieros, honorarios, etc.

INTRODUCCIÓN

Desde los más rústicos hasta aquellos que son una verdadera obra maestra de Ingeniería e Infraestructura, la esencia de los puentes está en subsanar y solucionar el acceso a zonas que se ven de otro modo imposibilitadas de acceder. La necesidad de construir calles, carreteras y puentes peatonales siempre ha existido, pero para llevar a cabo estos proyectos es necesario realizar una serie de investigaciones en el lugar donde se requiere hacer obras de este tipo.

Bogotá, es una gran ciudad, donde cada día aumenta el número de vehículos que transitan desde todos los puntos cardinales por las avenidas vehiculares con las que cuenta; aunque debido a que la infraestructura vial que posee debe de mostrar un enfoque más encaminado a tratar solucionar los posibles problemas de tránsito, movilidad y en cualquier medio de transporte, es por esto que nos centramos en un caso particular, a raíz de las alarmantes cifras de accidentalidad que presenta a intersección de la calle 100 con carrera 11, convirtiéndose en un punto estratégico del sector, a razón de la importancia de las entidades que laboran cercanamente a esta intersección.

Para la realización del proyecto propuesto, es necesario dividirlo en 4 fases que se representan como el cumplimiento de los objetivos propuestos inicialmente, y que básicamente delimiten los alcances del proyecto.

1 PRE DISEÑO PARA UN MODELO DE PUENTE PEATONAL EN INTERCEPCIONES VIALES APLICADAS A CALZADAS DE ALTO FLUJO VEHICULAR

El alcance de este proyecto es la elaboración de un pre diseño de un puente peatonal, basados en un modelo internacional que cuenta con un método de construcción de estructura atirantada, con la particularidad de 4 accesos, 1 por cada esquina de intersección vial, con unas mejoras proyectadas para un mejor servicio. Fundamentados en un estudio de pre factibilidad localizaremos la importancia de la implementación de este proyecto y el impacto que se generaría en aspectos culturales, sociales y de movilidad vial.

Teniendo en cuenta que día a día aumentan los graves accidentes en las intersecciones de las principales vías de Bogotá, de acuerdo a la caracterización realizada por la Secretaría de Movilidad en los años 2012 y 2013.

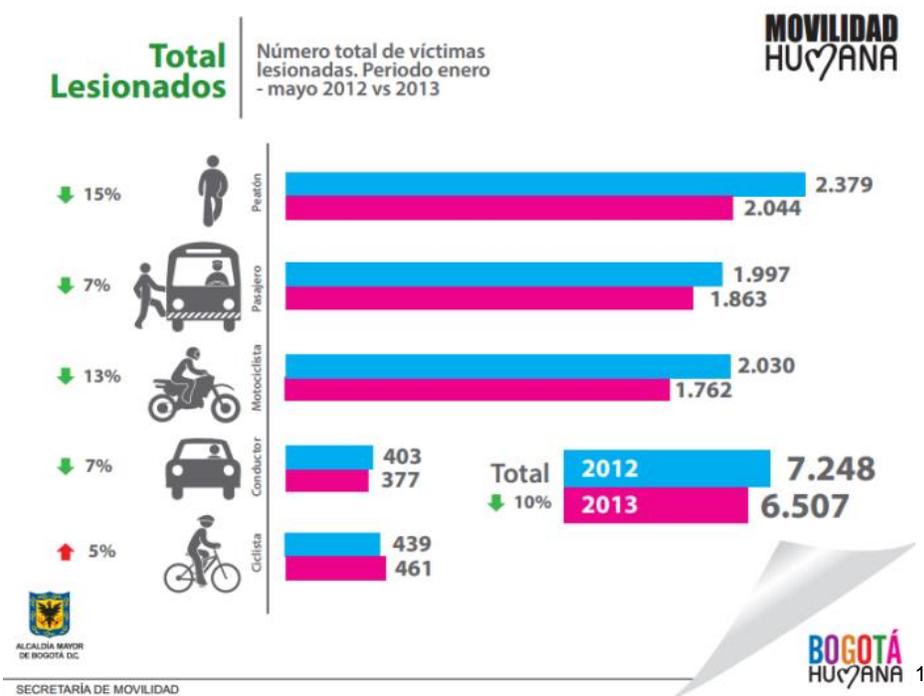


Figura 1. Tabla de comparación de accidentalidad entre los años 2012 y 2013

¹ FONDO DE PREVENCIÓN VIAL, balance mixto para la seguridad vial en Colombia. Bogotá : FPV, 2013 p.42

Como se mira en la anterior imagen comparativa, se muestra una disminución sustancial de accidentalidad entre los años comparados, pero si investigamos causas específicas, la mayoría de los accidentes han ocurrido porque las víctimas no se detuvieron ante un semáforo en rojo o en amarillo, excedieron la velocidad permitida, conducían o caminaban en estado de embriaguez o no utilizaron los puentes peatonales. Solo en los primeros nueve días de diciembre del 2013 han fallecido 10 personas en estas circunstancias.

En promedio, cada día en la ciudad se registran 53 accidentes de tránsito y por lo menos en el 95 por ciento de los casos la imprudencia es la causa.

Con el desarrollo de este trabajo se contribuirá a:

- Mejorar la seguridad de los transeúntes que quieren cruzar la vía, sin que entren en conflicto con los vehículos.
- Facilitar la movilidad a la comunidad discapacitada, y al personal que utiliza las bicicletas como medio de transporte, para que puedan cruzar las calles, sin el riesgo de ser arroyados, o de causar accidentes intencionalmente por el volumen de su medio de transporte.
- Optimizar el tiempo, y no tener afanes en el momento de esperar la luz verde de los semáforos y así cruzar tranquilos.
- Incentivar a los transeúntes que en un porcentaje significativo son alumnos de la universidad, al desarrollar la cultura ciudadana de utilizar las herramientas de seguridad vial como lo son los puentes peatonales.
- Fomentar la investigación en la Facultad de Ingeniería en la búsqueda de nuevos modelos de puentes internacionales, que aporten al desarrollo de la seguridad y movilidad vial.
- Resaltar la imagen de la institución, al implementar el primer modelo de este puente peatonal en nuestro país.

2 PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

De acuerdo con cifras de la Secretaría de Movilidad el año pasado en la calle 100 entre carreras 7 y 11 se registraron casi mil accidentes a peatones.²



Figura 2. Accidente registrado en la intersección de la calle 100 con carrera 11, 16/marzo/2014³

Es evidente que el flujo vehicular es alto, pero es más preocupante ver que los peatones, en horas pico sobre todo, atraviesan las cuatro calzadas arriesgando su vida; por eso quise adelantar esta acción en plantear una solución a un evidente problema de movilidad, que se convierte en una bomba de tiempo si no se da una solución pronta a este cruce tan peligroso que día tras día deja víctimas a su paso.

2.1 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Cuál es el pre diseño de un puente peatonal que permita mejorar el problema de movilidad para la comunidad neogranadina, ciclistas, discapacitados, transeúntes,

² FONDO DE PREVENCIÓN VIAL, balance mixto para la seguridad vial en Colombia. Bogotá : FPV, 2013 p.42

³ Figura número 2 demuestra un accidente ocurrido en la intercepción de la calle 100 con carrera 11 tomada el día del accidente.

visitantes y trabajadores del sector en la intersección de la calle 100 con carrera 11?

3 OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GENERAL

Realizar un pre diseño con base de un modelo internacional de puente peatonal atirantado de 4 accesos que pudiera ser aplicado en intersecciones viales de alto flujo en Colombia.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- I. Realizar un estudio de pre factibilidad que permita establecer los parámetros de viabilidad técnica, económica, financiera, social, ambiental y legal de la zona en la cual se tiene proyectado implementar el modelo.
- II. Pre diseñar estructuralmente un modelo final de puente peatonal atirantado de 4 accesos, con las modificaciones aplicadas al modelo internacional escogido como antecedente, con los fines pensados para su aplicación.
- III. Analizar los elementos que componen el puente y verificar el comportamiento sismo-resistente en la simulación de acuerdo al uso propuesto.
- IV. Realizar el Presupuesto general de los costos posibles del puente peatonal atirantado de 4 accesos con materiales convencionales.

4 MARCO HISTÓRICO

En esta parte del proyecto, se puede plantear un diseño de puente peatonal internacional que nos ayude a explicar la dinámica y la necesidad de nuestro diseño, como también referenciar a este puente como un sistema óptimo y seguro para los peatones.

4.1 ANTECEDENTES INTERNACIONALES



Nearby cities: Santo Domingo Este, Santo Domingo, Santiago de los Caballeros

Coordinates: 18°28'34"N 69°54'48"W

Last editors: Guest

4

Figura 3. Puente Máximo Gómez 27 de febrero, santo domingo Republica Dominicana 2004

El modelo de puente peatonal que se propone en este pre diseño se basa en la construcción del puente peatonal de las avenidas Máximo Gómez y 27 de Febrero de Santo Domingo, República Dominicana.

A raíz de falta de información, no fue posible obtener una documentación legal y verídica, que nos acercara un poco al proyecto como tal. La única información que se encontró fue de un periódico, que citaba un costo de la estructura terminada, y los impactos que se generaron como efecto de esta construcción, e imágenes de este puente.

⁴ WIKIMAPIA, portal de mapas, última actualización 15/10/2014

Dado a que La Avenida 27 de Febrero es una de las vías principales de la ciudad de Santo Domingo y la arteria vial más importante del Distrito Nacional, el cual cruza de este a oeste en su parte central. Su nombre conmemora la fecha de la independencia dominicana.

5 MARCO CONCEPTUAL

En este capítulo se intentó caracterizar todos aquellos elementos que intervienen en el proceso constructivo de un puente peatonal, a través de revisión de publicaciones de varios autores y teorías se busca poder encontrar aquellas definiciones, conceptos y líneas para enmarcar la investigación. En este capítulo veremos aquellos componentes de un puente, como lo son la superestructura, la subestructura, los estudios previos para el diseño de estos componentes y la estimación y cálculos de cargas.

5.1 PUENTE

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 y poder trasladarse de una zona a otra. El objeto de cruzar una vía de comunicación con un puente, es el de evitar accidentes y facilitar el tránsito de viajeros, animales y mercancías.⁵



Figura 4. Puente Máximo Gómez, República Dominicana.

⁵ DISEÑO DE PUENTES DE CONCRETO. José Eusebio Trujillo Orozco. Universidad Industrial de Santander, 1993. p. 289

Los elementos principales que se pueden distinguir en los puentes corresponden a la superestructura, y subestructura.

5.1.1 SUPERESTRUCTURA

Es la parte superior de un puente, que se construye sobre apoyos como son la losa, las vigas, bóveda, estructura metálica. Siendo los elementos estructurales que constituyen el tramo horizontal, que une y salva la distancia entre uno o más claros. Consiste en el tablero (losa) soporta directamente las cargas y las armaduras.; la superestructura está formada por dos partes: ⁶

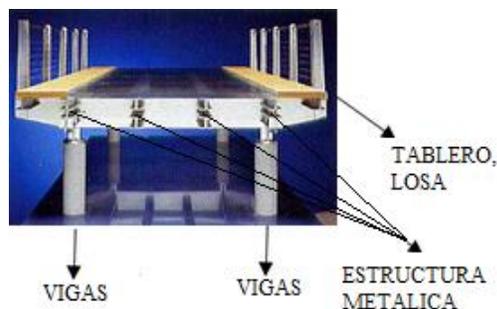


Figura 5. Superestructura de un puente, componentes principales

➤ LOSA

La estructura de éste tipo de puente, consiste en una plancha de concreto reforzado o pre esforzado, madera o metal, y sirve de tablero al mismo tiempo los puentes del tipo losa sólo alcanzan a salvar luces pequeñas, esto se debe a que el costo se incrementa para luces mayores y por el peso propio de la misma estructura, (ver fig. 4).

➤ VIGAS

⁶ MANUAL DE CONSTRUCCIÓN DE PUENTES EN CONCRETO. Dennis Aníbal Aquino. EL SALVADOR. Ciudadela Universitaria 2004

Las vigas se utilizan como elemento estructural vigas paralelas a la carretera, que soportan esfuerzos de componente vertical y transmiten las cargas recibidas a las pilas y estribos del puente, (ver fig. 4).

➤ ESTRUCTURA METÁLICA

El acero es un material que soporta muy bien los esfuerzos de flexión, compresión y tracción, y esta propiedad se emplea en la construcción de puentes metálicos en arco o de vigas de acero, (Ver fig. 4).

5.1.2 SUBESTRUCTURA

Está conformada por los estribos, pilas centrales, etc. Siendo estos los que soportan al tramo horizontal y consiste de todos los elementos requeridos para soportar la superestructura y la carretera del paso elevado ⁷

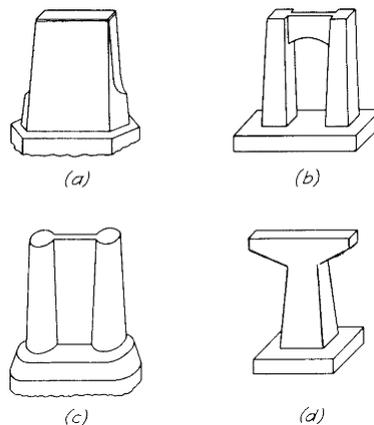


Figura 6. Fustes o cuerpos de pilas, subestructura.

Los componentes básicos de la subestructura consisten de los siguientes:

⁷ MANUAL DE PUENTES EN CONCRETO REFORZADO, Vallecilla C. (2006). “”. Bauen – Colombia

➤ APOYOS

Son conjuntos estructurales instalados para garantizar la segura transferencia de todas las reacciones de la superestructura a la subestructura y deben cumplir dos requisitos básicos: distribuir las reacciones sobre las áreas adecuadas de la subestructura y ser capaces de adaptarse a las deformaciones elásticas, térmicas y de otras índoles inducidas por la superestructura, sin generar fuerzas restrictivas perjudiciales.

➤ ESTRIBOS

Puede definirse como una combinación de muro de retención y cimentación que soporta un extremo de la superestructura de un puente y que a la vez transmite las cargas al suelo de cimentación, sostiene el relleno de tierra situado junto a su trasdós y también ofrece protección contra la erosión.

➤ PILAS

Son las estructuras que brindan los apoyos intermedios del puente, en el caso de puentes de más de un tramo. En el caso de puentes de grandes luces, determinados apoyos intermedios reciben otra denominación, tal como pilones.

➤ FUNDACIONES

Las Fundaciones de una estructura son las bases sobre las cuales ésta se apoya de forma adecuada y estable sobre el terreno. Para las fundaciones de un puente se debe tomar en cuenta el tipo de suelo y la altura del puente. Las fundaciones se hacen más anchas en terrenos blandos, y más angostas en terrenos duros.⁸

5.2 ESTUDIOS PREVIOS PARA EL ANÁLISIS DE LAS SUBESTRUCTURAS.

Estos son una serie de actividades preliminares, la cual nos ayuda a pre dimensionar los diferentes componentes referentes a la superestructura y subestructura del puente, y nos ayudan a saber el grado de dificultad a la cual nos enfrentaremos para el cálculo de esta estructura en el sitio donde se piensa construir, como también los impactos al medio ambiente.

5.2.1 ESTUDIOS TOPOGRÁFICOS

⁸ MANUAL DE PUENTES EN CONCRETO REFORZADO, Vallecilla C. (2006). “”. Bauen – Colombia

Los levantamientos topográficos involucrados en el proyecto de un puente están íntimamente relacionados con los de la carretera correspondiente. Cuando se efectúan los estudios topográficos de las posibles rutas para el desarrollo de una carretera es de interés primordial la ubicación de las obras de paso a proyectarse en éstas. Es así como la trayectoria seleccionada está determinada en gran medida por la ubicación de los puentes u otra infraestructura. Con estos estudios se tendrá una apreciación general de las dimensiones, tipo y dificultades que solucionar, del puente a proyectarse. Dichos estudios se efectúan a través de los levantamientos necesarios para determinar las características hidráulicas del posible sitio de ubicación del puente. Estos consisten en levantamiento de la sección transversal en el lugar de paso para ubicación del puente.

5.2.2 ESTUDIOS DE SUELO

Las subestructuras de puentes transmiten esfuerzos al terreno natural bajo ellas; esos esfuerzos a su vez, producen deformaciones que se reflejan en el comportamiento estructural de las mencionadas subestructuras; de ahí la necesidad de estudiar el terreno de apoyo o cimentación de éstas. Además, existen factores independientes de la subestructura, aunque a veces influidos por ella, como el agua por ejemplo, que producen efectos en el terreno de cimentación que también se reflejan en el comportamiento de la misma obra, por el cual han de ser asimismo estudiados. Finalmente, la interacción del terreno de cimentación y la subestructura afecta de tal manera al comportamiento conjunto, que es de extrema importancia el estudio de los métodos a disposición del ingeniero para modificar las condiciones del terreno de cimentación cuando sean desfavorables, convirtiéndolas en más propicias; tales métodos también requieren atención.

5.2.3 TERRENOS DE CIMENTACIÓN

Los terrenos de cimentación pueden estar constituidos por roca o por suelo. En general, la roca no plantea problemas como terreno de cimentación propiamente dicho, pues la subestructura le comunica esfuerzos que suelen ser de muy baja intensidad en comparación con la resistencia del material, la alterabilidad de la formación rocosa, por la acción de agentes mecánicos o químicos, tampoco desempeña un papel que deba ser fuente de inquietudes especiales desde el punto de vista de apoyo. Los terrenos de cimentación, constituidos por suelos, también suelen proporcionar apoyo suficiente para las subestructuras, aunque

existen algunas condiciones que plantean grandes problemas de proyecto y construcción, algunos de estos constituyen quizás los riesgos más grandes a que ha de enfrentarse el Ingeniero de Obras de paso vehicular, a tal grado que éste deberá considerar siempre como la mejor solución a estos problemas, el cambio de trazo que lo eleve de ellos.

5.2.4 ESTUDIOS DE RIESGO SÍSMICO

El peligro sísmico describe los efectos provocados por movimientos sísmicos en el suelo de dicha zona. Tales como la aceleración, velocidad, desplazamiento del terreno o intensidad macro sísmica de la zona. Para evaluar éstos efectos es necesario analizar los fenómenos que ocurren a partir de la emisión de las ondas sísmicas ocurridas en el foco mismo hasta que estas ondas sísmicas llegan a la zona de estudio.⁹

5.2.5 ESTUDIOS DE IMPACTO AMBIENTAL

El estudio de impacto ambiental es el instrumento básico para la toma de decisiones sobre los proyectos, obras o actividades que requieren licencia ambiental y se exigirá en todos los casos en que se requiera licencia ambiental de acuerdo con la ley y este reglamento. Este estudio deberá corresponder en su contenido y profundidad a las características y entorno del proyecto, obra o actividad¹⁰

5.2.6 ESTUDIOS DE TRÁFICO

El objetivo principal del estudio de tráfico es caracterizar el tránsito promedio diario, (TPD), De la vías directamente involucradas en el proyecto, como los corredores de movilidad peatonal, y que sirva para el diseño de cargas vivas que se requiere para el cumplimiento de la demanda que genera este puente.

5.2.7 MODELADO DEL PROTOTIPO

⁹ REGLAMENTO COLOMBIANO DE CONSTRUCCIÓN SISMO RESISTENTE (AIS) (2010). “, NSR-10”. Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica, Bogotá D.C., Colombia.

¹⁰ AUTORIDAD DE LICENCIAS AMBIENTALES, Estudio de impacto ambiental, 2014, p.235

El modelado de prototipos permite que todo el sistema, o algunos de sus partes, se analicen rápidamente para comprender con facilidad y aclarar ciertos aspectos en los que se aseguren que el desarrollador, el usuario y el cliente estén de acuerdo en lo que se necesita, así como también la solución que se propone para dicha necesidad y de esta forma minimizar el riesgo y la incertidumbre en el desarrollo del proyecto, el modelo se encarga del desarrollo de diseños para que estos sean analizados y prescindir de ellos a medida que se adhieran nuevas especificaciones, es ideal para medir el alcance del proyecto.

5.3 ESTIMACIÓN DE CARGAS

Las cargas muertas y vivas corresponden a las denominadas cargas gravitacionales debidas a la acción de la gravedad sobre los diferentes elementos que componen la estructura, es decir el peso de estos elementos, y se incluye aquellos elementos que se mueven en la estructura. También se tienen en cuenta cargas de viento y de sismo para diseñar la cimentación, estos cálculos tienen que estar regidos por el Código Colombiano de Diseño Sísmico de Puentes.

5.3.1 CARGA MUERTA

Las cargas muertas o llamadas también cargas permanentes; son cargas de magnitud constante que se mantienen en un salo ubicación. Las constituyen el peso propio de la estructura y todas las demás cargas inmóviles vinculadas permanentemente a la misma ¹¹

5.3.2 CARGA VIVA.

Las cargas vivas o sobrecargas vivas, son aquellas que originan los cuerpos que no permanecen en una misma posición o que no actúan permanentemente sobre una estructura y cuyas magnitudes pueden variar. Así, las cargas vivas pueden ser generadas por cuerpos en movimiento o por cuerpos que puedan ser desplazados.

5.3.3 CARGAS DE VIENTO

El viento es un fenómeno natural al que la mayoría de la estructuras están expuestas. En ingeniería resulta práctico considerar que el viento produce una presión cuya magnitud es proporcional a su velocidad, que esta presión cuya magnitud es proporcional a su velocidad, que esta presión es uniforme en todas las áreas expuestas a su acción y que dicho efecto puede provenir de cualquier dirección.

Las normas AASHTO dan valores de cargas de viento para una velocidad base de 100 millas por hora (Art. 3.15.2.1). Estas cargas consisten en una carga uniformemente distribuida aplicada al área de la estructura

5.3.4 CARGA SÍSMICA

Las cargas sísmicas en una estructura se originan debido al movimiento altamente irregular que experimenta el terreno de fundación de la misma durante un acontecimiento sísmico. Este movimiento irregular produce, en virtud de las

¹¹ REGLAMENTO COLOMBIANO DE CONSTRUCCIÓN SISMO RESISTENTE (AIS) (2010). “, NSR-10”. Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica, Bogotá D.C., Colombia.

propiedades de la estructura, fuerzas de inercia, fuerzas restauradoras y fuerzas disipadoras de energía que generan un movimiento de tipo vibratorio en la misma.

6 MARCO METODOLÓGICO

Para la realización del proyecto propuesto, fue necesario dividirlo en 4 fases que se representan como la ejecución de los objetivos propuestos inicialmente, son fases totalmente diferentes todas encaminadas a un solo objetivo único.

6.1 FASE I

En esta fase se llevó a cabo la elaboración de un Estudio de Pre factibilidad Técnica, Socioeconómica y Ambiental que tiene por objeto determinar la necesidad en la construcción de un puente peatonal atirantado de 4 accesos en la intersección de la calle 100 con carrera 11, Localidad de Usaquén, Ciudad Bogotá DC; mediante el desarrollo de los siguientes aspectos:

1. Identificación del proyecto, descripción de la localidad y la población.
2. El estudio de mercado para estimar la oferta y la demanda del proyecto.
3. La evaluación del impacto ambiental determina los daños al medio ambiente donde se ubicará el proyecto y las recomendaciones de como mitigarlos.
4. El estudio financiero para reflejar los costos de la construcción del puente (Costos privados), los beneficios del proyecto y el alcance de la inversión.
5. El estudio socioeconómico para medir el impacto del proyecto en bienestar de la comunidad y del país, establece el flujo de caja para el cálculo de los indicadores económicos de la rentabilidad del proyecto en base a la vida útil del proyecto.

6.1.1 ESTUDIO DE PRE FACTIBILIDAD

✓ IDENTIFICACIÓN DEL PROYECTO

Construcción de un puente peatonal atirantado de 4 accesos en la intersección de la calle 100 con carrera 11, Localidad de Usaquén, Ciudad Bogotá DC



Figura 7. Intersección de la calle 100 con carrera 11, Google Earth.

✓ MAPA DE LA LOCALIDAD

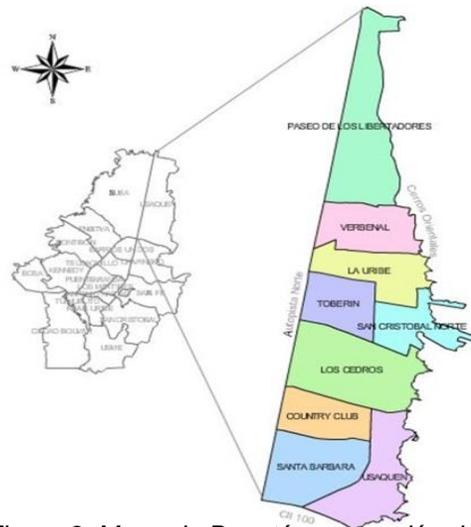


Figura 8. Mapa de Bogotá, y extensión de la localidad a tratar.

✓ FICHA TÉCNICA LOCALIDAD USAQUÉN

Como se puede apreciar la localidad donde va a ser realizado el pre diseño del puente peatonal tiene un número aproximado de 400 mil habitantes los cuales serán tomados en cuenta, dentro de los estudios que se deban realizar en cuanto a la aceptación del pre diseño para localidad de ellos.

Tabla 1. Ficha técnica de la localidad de Usaquén ¹²

Habitantes	419024
Área	6534 hectáreas
Limites	Al norte limita con el municipio de Chía (calle 236) al oriente con el municipio de la Calera al occidente con la localidad de Suba y al sur con la localidad de Chapinero (calle 100)
Barrios	139
Colegios	228 colegios privados 57 distritales
Alcaldía	Carrera 7 número 118-23
Alcalde	Oscar Darío Restrepo
JAL	Calle 120a número 9-05
Presidente JAL	Carolina Gómez
Ficha Técnica de la localidad de Usaquén	

✓ ANTECEDENTES HISTÓRICOS

Usaquén fue comarca Chibcha que para los indígenas significaba “Tierra del Sol”. La región de Usaquén fue de gran importancia en la colonia, cuya área abarcaban las tierras que hoy llevan por nombre La Calera, Chía y Guasca.

¹² ALCALDÍA DE LA LOCALIDAD DE USAQUÉN, Usaquén1.Wordpress.com. 2014

Alrededor de 1539, se fundó la población de Usaquén, llamada “Santa Bárbara de Usaquén” título que aún conserva y patrocina la Parroquia de la población.

En sus inicios Usaquén fue el mayor proveedor de arena y piedra extraídas de sus canteras, con las cuales se sentaron las bases del Capitolio Nacional y el antiguo Palacio de la Justicia desaparecido en el Bogotazo del 9 de abril de 1948.

En la actualidad esta localidad es una de las más importantes de la ciudad y la más innovadora en la dotación de sus colegios, con la más moderna y sofisticada tecnología para la educación.

✓ **IMPORTANCIA DE LA LOCALIDAD**

La localidad de Usaquén cuenta con un porcentaje de economía muy alto en relación a otras localidades, cuenta con variaciones en estratos sociales del 1 al 6, y cabe resaltar algunos sitios de interés.

La Universidad Militar Nueva Granada, Complejo educativo de Educación Superior

Cantón Militar Norte, Alrededor de 8 escuelas de capacitación, Dispensario Médico, Casas fiscales.

El Complejo Empresarial Santa Bárbara, Es un conjunto de edificaciones altas donde se encuentran consultorios médicos, embajadas, sedes de multinacionales y empresas nacionales, así como varios restaurantes, librerías, cafés y otros servicios. Se encuentra entre la Calle 112 y la Calle 116 y entre carreras 7 y 9.

El Centro Comercial Santa Ana, Ubicado en la Avenida Novena, es uno de los más exclusivos de la ciudad.

Centro Comercial Hacienda Santa Bárbara, El cual une lo moderno con lo colonial al construirse en los terrenos donde estaba ubicada la casona colonial de la hacienda la cual fue propiedad de Pepe Sierra.

✓ **VIABILIDAD SOCIOECONÓMICA**

Desde punto de vista de análisis costo-efectividad, el proyecto generará impactos sociales y ambientales muy positivos, sobre todo desde el punto de vista comercial y población flotante del sector a intervenir. El proyecto tendría una alta viabilidad social; encontraría una buena receptividad en la población residente, por la mejora

de la calidad de vida de esta población. No se esperan afecciones económicas ni oposición social al proyecto, al ser una necesidad sentida por la mayoría de la población.

En este tipo de proyectos, de inversión social, en el que la toma de decisión sobre la conveniencia o no de ejecutar el proyecto es un asunto social, ambiental y económico más que financiero, sin resultados monetarios directos, el análisis costo/beneficio. Es difícil cuantificar cual será el rendimiento económico para los beneficiarios, aunque se espera vengan por la reducción de gastos en la población y reducir el nivel de accidentalidad, dinamización de la economía local asociada al desarrollo de la localidad y a la correspondiente mejora por parte de la población.

✓ SELECCIÓN DE LA MUESTRA

Buscando herramientas que nos ayuden para evaluar la viabilidad de nuestro proyecto, tomamos como herramienta a La Encuestas, porque básicamente sirven para conocer la opinión de los ciudadanos. Sin embargo, entrevistar a todos los ciudadanos sería terriblemente costoso e incluso innecesario si se consideran los avances de la estadística en esta materia. Por tal razón se diseñó una muestra de 250 personas, es decir siguiendo las reglas de la estadística, permitiendo elegir un número relativamente pequeño de ciudadanos y que éstos representen la opinión de la totalidad con un pequeño margen de error.

Los siguientes resultados de la encuesta tubo como finalidad medir la importancia de desarrollar el diseño y posteriormente la construcción de un Puente peatonal en la intersección vial entre calle 100 con carrera 11, con el cual, se busca mitigar los diferentes problemas para el cruce peatonal registrados en esta vía.

RESULTADOS DE LA ENCUESTA

1. ¿Considera usted necesario implementar un puente peatonal en la intersección de la calle 100 con carrera 11?

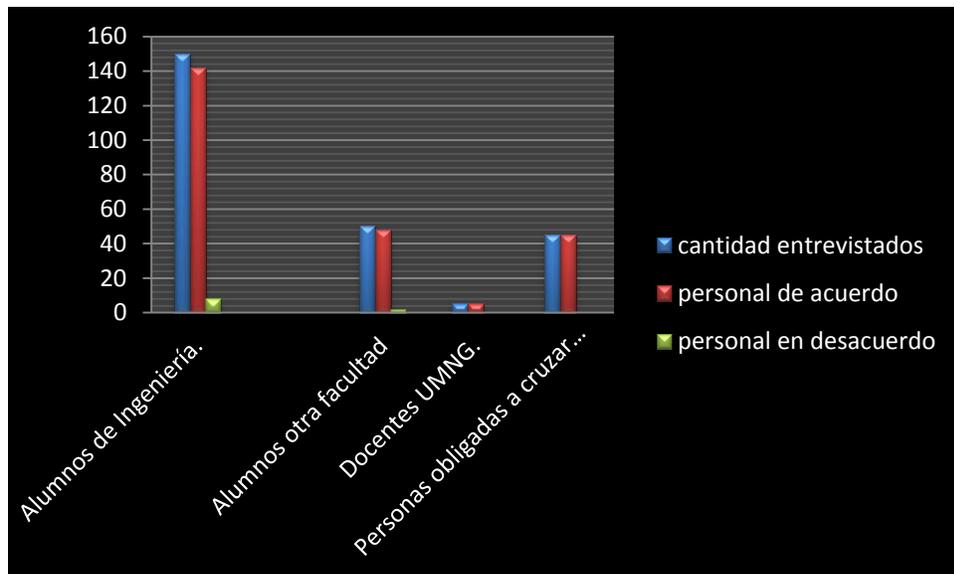
A continuación en la **Tabla** se relaciona el personal entrevistado.

Tabla 4 Resultados pregunta Nª1

	Alumnos de Ingeniería.	Alumnos otra facultad	Docentes UMNG.	Personas obligadas a cruzar en la intersección
cantidad entrevistados	150	50	5	45
personal de acuerdo	142	48	5	45
personal en desacuerdo	8	2	0	0

Fuente:encuestas
ST.PINZÓN MORENO

GRAFICA RESULTADOS DE LA ENCUESTA



Grafica 1. Resultados de la pregunta 1

Como se observa en la gráfica, se tomó una muestra de 250 personas entre alumnos, docentes de la Universidad Militar y personal que transita diariamente por la intersección. El personal de Alumnos de Ingeniería Civil es el mayor porcentaje de la muestra dado a que son personas que fuera del contexto de la necesidad, tienen un criterio técnico en ingeniería. Esta muestra está representada en el 60%, el 94,6% de esta muestra estuvo de acuerdo con el

diseño de este puente, y solo el 5,33% estuvo en desacuerdo por criterios y desconfianza en el diseño.

La población de personas que transitan a diario por esta intersección, representadas en un 18%, el 100% de esta muestra estuvo en total acuerdo dado a la necesidad, y los múltiples beneficios que esperan de la posible construcción de este puente.

En la población de entre alumnos de otra facultad y docentes de la universidad Militar Nueva Granada, hacen el 22% de la muestra de esta encuesta, de esta muestra el 4% estuvo en desacuerdo por diferentes razones que no afectan directamente el proyecto, y el 96% está en total acuerdo y a la expectativa de una futura construcción de este puente.

2. ¿Cuánto tiempo gasta usted en cruzar la calle 100?

- A. 5 minutos o menos.
- B. Entre 5 y 10 minutos.
- C. más de 10 minutos



Grafica 2. Resultados de la Pregunta 2

La pregunta 2, hace un énfasis en la duración que requiere una persona para cruzar la intersección, de la muestra de 250 personas, el 53% estuvieron de acuerdo en que el tiempo dominante en este cruce se encuentra entre 5 a 10 minutos. Entre tanto el 36% de la muestra estuvo de acuerdo en que el cruce de la intersección tarda más de 10 minutos, y solo el 11% optaron porque el tiempo en que se demoran en cruzar esta intersección es de 5 minutos o menos.

Haciendo un análisis de esta pregunta se podría afirmar que el 87% de las personas que hicieron la encuesta se demoran en promedio 10 minutos, siendo el tiempo máximo 15 minutos y mínimo 5 minutos.

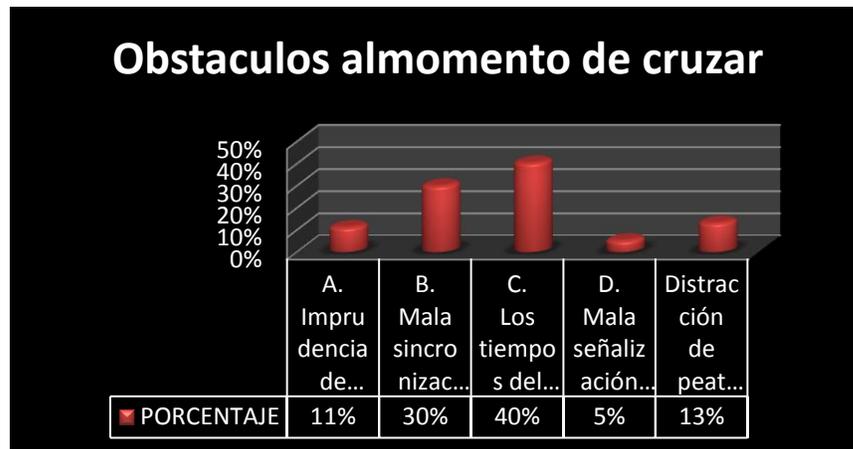
3. ¿Aproximadamente cuántas veces cruza la intersección de calle 100 con 11 en un (1) día?
- A. 1 a 3 veces.
 - B. 3 a 5 veces.
 - C. 5 o más veces



Grafica 3. Resultados de la Pregunta 3

El objetivo de esta pregunta básicamente era identificar cuantas veces necesita cruzar una persona esta intersección para dirigirse de un punto a otro, independientemente de las necesidades de cada persona en su movilización. Partiendo de esto, se identificó que el 58% del total de la muestra en un día tiene que cruzar entre 3 a 5 veces esta difícil intersección, seguido de esto, el 28% tienen que cruzar más de 5 veces en el día y solo el 14% cruzan de 1 a 3 veces.

4. ¿Con Qué dificultad se encuentra usted, al momento de cruzar la calle 100?
- A. Imprudencia de los conductores
 - B. Mala sincronización de los semáforos para peatones
 - C. Los tiempos del semáforo no corresponden a la distancia recorrida
 - D. Mala señalización vial. No se resalta la cebrá.
 - E. Distracción de peatones

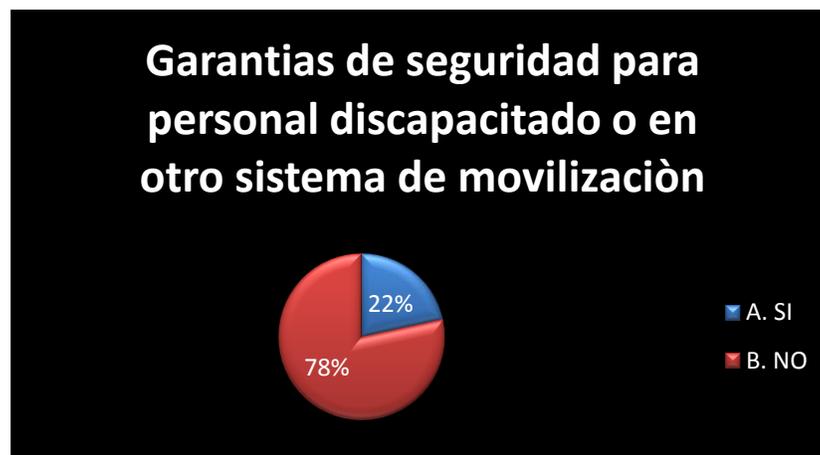


Grafica 4. Resultados de la Pregunta 4

Esta pregunta esencialmente se realizó para identificar cual es la dificultad o el obstáculo que más interfiere en el tránsito normal de los peatones en esta intersección, claramente la gráfica nos identifica mediante porcentajes cuales son las de mayor y menor impacto, es de resaltar que la mayor problemática es la de la mala sincronización en los tiempos de los semáforos, este problema genera un caos al momento de cruzar, en realidad es un total desorden.

5. ¿Cree usted que las personas discapacitadas, o personas que se movilizan en bicicleta, tienen las garantías en cuanto a seguridad cuando cruzan la calle 100?

SI__ NO__



Grafica 5. Resultados de la Pregunta 5

Claramente se identifica que las personas discapacitadas, o que usan medios de transporte como la bicicletas o sistemas eléctricos como patinetas, estas personas no cuentan con garantías de movilidad en esta intersección, y para esta comunidad es más complicado porque tienen que pasar con un elemento que se convierte en obstáculo al momento de cruzar.

6. ¿Ha sido testigo de accidentes en esta intersección?
SI___ NO___

¿Cuáles?:

¿Cuántos?:

¿Ha sufrido personalmente un accidente?



Grafica 6. Resultados de la Pregunta 6

De las 250 personas que opinaron acerca de esta problemática, el 15% Ha sido testigo o víctima de algún accidente en esta intersección en el trayecto de este año. Para lo cual siendo en una muestra tan pequeña, es de alarmarse, al saber este impacto negativo y saber que cada día este problema va en aumento.



Grafica 7. Resultados de la Pregunta 6

La gráfica, claramente nos responde los dos interrogantes en cuanto a tipo y cantidad de accidentalidad, a los cuales nuestra muestra ha sido testigo. También se resalta que el mayor porcentaje en esta muestra ha sido los peatones, seguido a esto los ciclistas, vehiculares, y por último los discapacitados, teniendo en cuenta que es una población pequeña, y que para esta muestra es un porcentaje muy alto.



Grafica 8. Resultados de la Pregunta 6

Esta grafica hace referencia a identificar el porcentaje de personas involucradas en algún accidente dentro de esta pequeña muestra. El 1% de la muestra de 250 personas, se puede afirmar que de cada 250 personas, de 2 a 3 personas se ven implicadas en algún accidente.

✓ SITUACIÓN SIN PROYECTO

En esta sección y en lo sucesivo, nos apoyamos del estudio de mercado.

Personas que cruzan la intersección:

Habitantes parte urbana de la localidad: 419024 hab. (Año 2014).

Personas que siempre cruzan por esta intersección:

Están obligados a pasar por este lugar debido a su importancia, esta zona corresponde a la zona de influencia directa, es decir, los habitantes de los barrios, Chico, Santa Bárbara, Chapinero. Estudiantes y personal administrativo de Primaria, secundaria del Colegio Liceo patria de Ejército, Estudiantes y personal administrativo de la universidad Militar Nueva Granada, Personal que labora en Cantón Militar Caldas, personas que trabajan en los centros administrativos y económicos del sector de chapinero, entre los que se destacan, Cadena de Droguerías Farmatodo, Word Trade Center.

Tabla 2. Conteo manual del personal que transita en la intersección de la calle 100 con carrera 11, fuente propia. 12/08/2014

CONTEO DE PERSONAL QUE TRANSITA EN EL DIA EN LA INTERSECCION DE LA CALLE 100 CON CARRERA 11		
Modo de crusar	11 am - 12 pm	7 am - 5 pm
Personas a pie	3028	30280
Ciclomotores	20	200
Discapacitados	36	360
Bicicletas	352	3520

De la anterior tabla, podemos certificar, que fue un conteo que se hizo de forma manual contabilizando la población que cruzó esta intersección en una hora, de tal forma que sumando el dato anterior con, 10.000 estudiantes, Entre los alumnos del Colegio Liceo Patria y La Universidad Militar Nueva Granada, diariamente están Obligados a pasar siempre por esta intersección, este dato lo podemos verificar por medio de la búsqueda de información en los planteles educativos y haciendo un estimativo podemos afirmar que cruzan unas 40.000 personas por ese sitio diariamente, esto sin contar la jornada nocturna de la universidad, por lo

tanto, esta estimación es un dato muy importante del cual nos guiamos para pasar a cálculos que se verificarán más adelante en nuestro trabajo, podemos decir que es de esperarse que la cantidad de personas que cruzaban por este lugar sea más a las estimadas, puesto que no se tiene un conteo exacto para definir la máxima cantidad de personas que cruzan esta intersección diariamente.

Haciendo comparación con los datos encuestados, versus a la cantidad de personas que hacen uso de este cruce podemos decir que los datos recabados son buenos términos comprobados, lo que nos brinda seguridad en nuestro trabajo.

Gastos de cruce utilizando un modo alterno: Los usuarios de taxi harían un gasto de \$ 768.000.00 (ochocientos sesenta y cuatro mil pesos) al año, siguiendo un patrón de análisis de que una carrera mínima que cuesta \$ 3.600 lo que corresponde a hacer un retorno para pasar la calle 100 de un sentido a otro, en 240 días quitando fines de semana y festivos, da la cifra mencionada. Esto con base a que una persona prefiera pagar este dinero sin tener que exponerse a un eventual accidente.

Condición sin proyecto: Es estimado un tráfico peatonal de 40.000 personas diariamente que necesitan el proyecto antes de la puesta en marcha del mismo y que estas personas tienen un gasto anual de \$ 768.000.00 (ochocientos sesenta y cuatro mil pesos) al año, analizando el estudio de mercado las condiciones de pobreza de la ciudad, su importancia turística y financiera, la seguridad que amerita, y lo que se ha obtenido de la situación sin proyecto, concluimos que esta condición del lugar únicamente genera gastos a la población, inseguridad ciudadana, inhibe el desarrollo turístico y financiero, no fomenta el sentir de superación financiera de los locales y resta vistosidad escénica paisajística.

✓ VIABILIDAD ECONÓMICA

No se han realizado cálculos sobre la viabilidad financiera del proyecto porque no se dispone de datos exactos de los beneficios económicos que este trae a la población a intervenir; aunque es de anotar que esta población de la localidad de Usaquéen como también de la localidad de Chapinero, son localidades altamente comerciales y es completamente relevante el impacto de la construcción del puente en cuanto a un cambio de comercial.

✓ VIABILIDAD AMBIENTAL

Las obras de infraestructura de transporte o vías terrestres incluyendo puentes, como son por ejemplo: caminos, carreteras autopistas, o autovías y vías férreas, y

sus obras de cruce y empalmes utilizan áreas importantes en el territorio creando en el entorno impactos ambientales importantes.

Para este caso específico, se realizó una matriz de evaluación de impactos ambientales, donde se analiza una serie de factores ambientales afectados directa e indirectamente. Se desarrolla a partir de una lista de actividades subdivididas entre construcción y operación. En conclusión la matriz se encarga de diagnosticar si el desarrollo de las actividades genera impactos a los factores ambientales clasificándolos en impactos positivos, negativos o sencillamente no aplica la actividad.

Los objetivos que se esperan de la presente matriz de la evaluación de Impactos Ambientales son los siguientes:

- Formular una descripción de las condiciones ambientales existentes en el área de influencia del proyecto, en las condiciones actuales, así como también, antes de la construcción del puente y futura operación.
- Identificar y evaluar la magnitud e importancia de los impactos negativos que tendrá el proyecto en su área de influencia, en particular, el sitio de construcción del puente.
- Preparar una lista de medidas ambientales para mitigar los efectos de los impactos negativos introducidos al ambiente en las etapas de construcción y operación.

La matriz se encuentra en documentos anexos "Matriz Leopold".

✓ **IMPACTO ESPERADO DEL PROYECTO**

El presente proyecto intenta, por una parte, mejorar la calidad de vida de los habitantes de la localidad, especialmente la comunidad perteneciente a la Universidad Militar Nueva Granada, y mejorar el foco de desarrollo impulsando la seguridad y reducción de tiempos en el cruce de la avenida.

Por otra parte trata de detectar necesidades reales de formación e información a la hora de crear y sacar adelante este tipo de proyectos y diseñar así futuras líneas de actuación encaminadas a facilitar este complicado camino en el que se adentran con los estudios y diseños. Como impacto indirecto se trata de crear una cultura emprendedora en nuestra sociedad de forma que cada vez más se acepte como posible y positivo la creación de proyectos de carácter social, como

contribución al desarrollo de una determinada zona. Al mismo tiempo se trata de crear un entorno favorable para estos habitantes de forma que se mitigue gran cantidad de problemas de inseguridad vial, y pérdidas involuntarias de tiempo donde convivimos día tras día.

6.2 FASE II

En la siguiente fase, se realizara un pre diseño estructural, realizando una serie de actividades preliminares, es indispensable realizar los estudios básicos que permitan tomar conocimiento pleno de la zona, que genere la información básica necesaria y suficiente que concluya en el planteamiento de soluciones satisfactorias plasmadas en el proyecto definitivo real, y ejecutable; Mediante el desarrollo de estas actividades Básicas:

- ✓ Levantamiento topográfico
- ✓ Estudios Geotécnicos, de suelos
- ✓ Estudios de riesgo sísmico
- ✓ Estudios de impacto ambiental
- ✓ Estudios de tráfico
- ✓ Estudios de trazo y diseño vial de los accesos
- ✓ Modelado del Prototipo

La ejecución de las anteriores actividades se describen a continuación; el levantamiento topográfico realizado se hizo en el lugar donde se va a realizar el diseño del puente, los estudios geotécnicos de suelos se adquirieron con el apoyo de la Jefatura de Ingenieros Militares del Ejército de Colombia, se pasó la solicitud a la misma pidiendo el apoyo para poder obtener los estudios aprovechando que esta unidad se encuentra realizando una obra en el sector; los estudios de riesgos sísmicos como tal ya del diseño del puente se realizaron a base de los estudios de suelos realizados; de ay se sacaron los datos pertinentes para realizar y calcular los riesgos sísmicos del puente a partir de su diseño.

También de la información suministrada por El Fondo de Prevención y Atención de Emergencias; el estudio de impacto ambiental se realizó mediante una matriz de riesgo, a través de una serie de actividades las cuales son compuestas por dos etapas que son constructiva y operacional clasificando cada actividad como un impacto positivo, negativo o que no aplica ningún efecto; en los estudios de tráfico se tomó en cuenta de un conteo manual de tránsito peatonal de la vía en la cual se realizó el diseño del puente; los estudios del trazo y el diseño vial de los accesos se realizaron tomando los datos del levantamiento topográfico para las

medidas de los accesos y los trazos que se deben de realizar en el diseño y por último el modelado del prototipo fue realizado a base de las imágenes obtenidas de la estructura base del puente Máximo Gómez que se encuentra en república dominicana adaptándolo a las condiciones de la vía y el terreno que tenemos en la intercepción de la 100 con 11 al frente de la universidad militar nueva granada A partir de las anteriores actividades se concluyó un modelo arquitectónico y estructural final, que cumpliera con las características y especificaciones definidas gracias a los estudios anteriores.



Figura 9. Levantamiento topográfico

De acuerdo con el modelo base que se planteó, llegamos a la conclusión de que se requerían de una serie de modificaciones para hacer de este puente único en Colombia y en Sur América.



Figura 10. Planteamiento del diseño en el sitio deseado

Arrojando como resultado esperado para el pre diseño al realizar su modelado, un puente de cuatro accesos el cual se adaptara a las dimensiones del terreno donde se realizara el pre diseño.

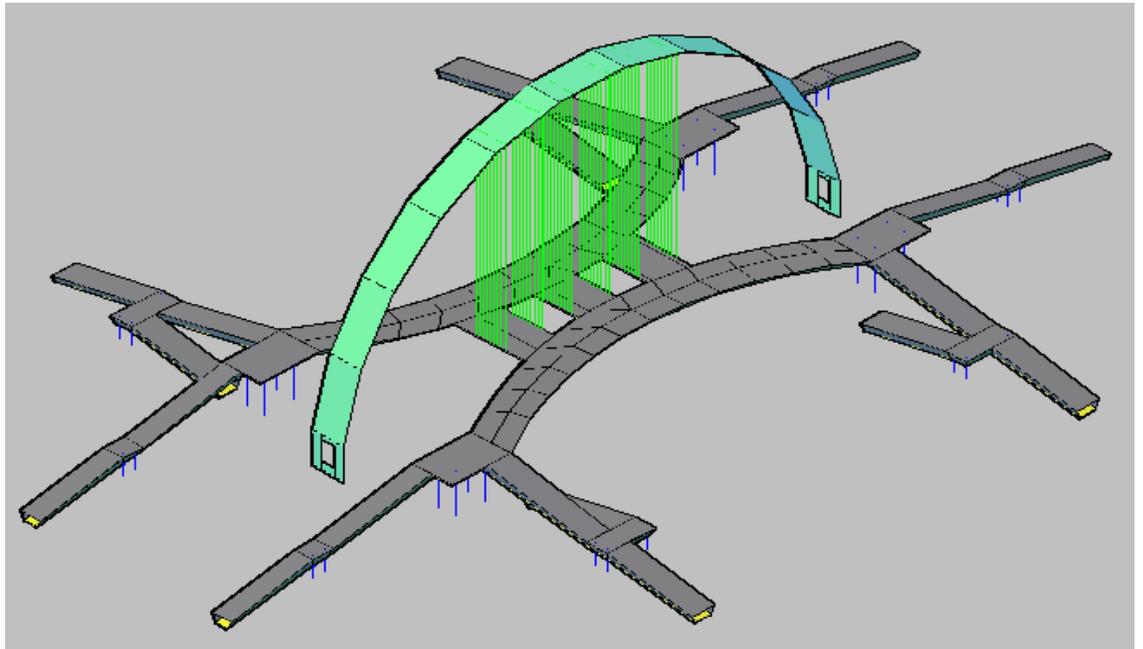


Figura 11. Diseño final, modelado y pre dimensionamiento estructural del puente

6.3 FASE III

En esta fase, partiendo del diseño estructural calculado en la fase anterior, se analizara el comportamiento de sus elementos, debido a la condición de la estructura pura, los puentes gozan de una consideración especial dentro de la ingeniería civil, lo que hace que tanto las técnicas de diseño y calculo, como la construcción y puesta en obra; estas estructuras cuentan con alcance superior a los otras estructuras para lo cual las hace muy resistente a los terremotos, esta es la importancia de analizar los elemento que lo componen, de realizar una simulación en un programa como el SAP 2000 el cual arroja resultados de los momentos del arco y la losa del puente, verificando que el comportamiento de toda su estructura cumpla con los análisis sismo – resistentes propuestos por el Código Colombiano de Diseño Sísmico de Puentes.

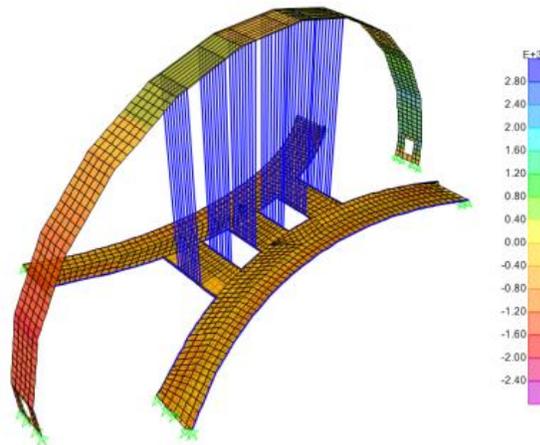


Figura 12. Diseño estructural del modelo, momentos en el arco y losa.

El modelo a utilizar para analizar la fuerza de la carga que produce un terremoto es el del espectro de respuesta que se constituye a partir de la respuesta máxima de varios sistemas de 1 grado de libertad, con diferentes frecuencias de resonancia y relaciones de amortiguamiento, siendo la excitación un movimiento en la base igual al producido por un terremoto.

6.3.1 EVALUACIÓN DE CARGAS

La evaluación de cargas, es fundamental para el cálculo de la subestructura y la superestructura, en este subcapítulo encontraremos las cargas muerta, viva, de viento y de sismo, que generan los esfuerzos principales al diseño del puente.

- **CARGA MUERTA**

Según la NSR-10 la carga muerta se determinó para el peso de los elementos que componen el puente, así como para los elementos que permanentemente harán parte del sistema de resistencia de la estructura, como barandas y afinados de piso.

- **CARGA VIVA**

En la NSR-10 la carga viva según el código colombiano de puentes de 1995 es equivalente a 400 kg/m^2

- **CARGA DE VIENTO**

La carga de viento sobre la estructura del puente no es importante en este estudio, ya que por la ubicación urbana del mismo el viento no golpea directamente sobre la estructura, así mismo el peso de la estructura es elevado en comparación a la fuerza de viento ejercida sobre las zonas expuestas del puente.

▪ CARGA DE SISMO

Según el sistema de información geográfica del FOPAE¹³ se encuentra la siguiente información correspondiente a la amenaza sísmica del emplazamiento del proyecto.



Figura 13. Localización del proyecto, FOPAE.

CARGA DE SISMO-Tipo de suelo de Respuesta sísmica

¹³ Fondo de prevención y atención de emergencias

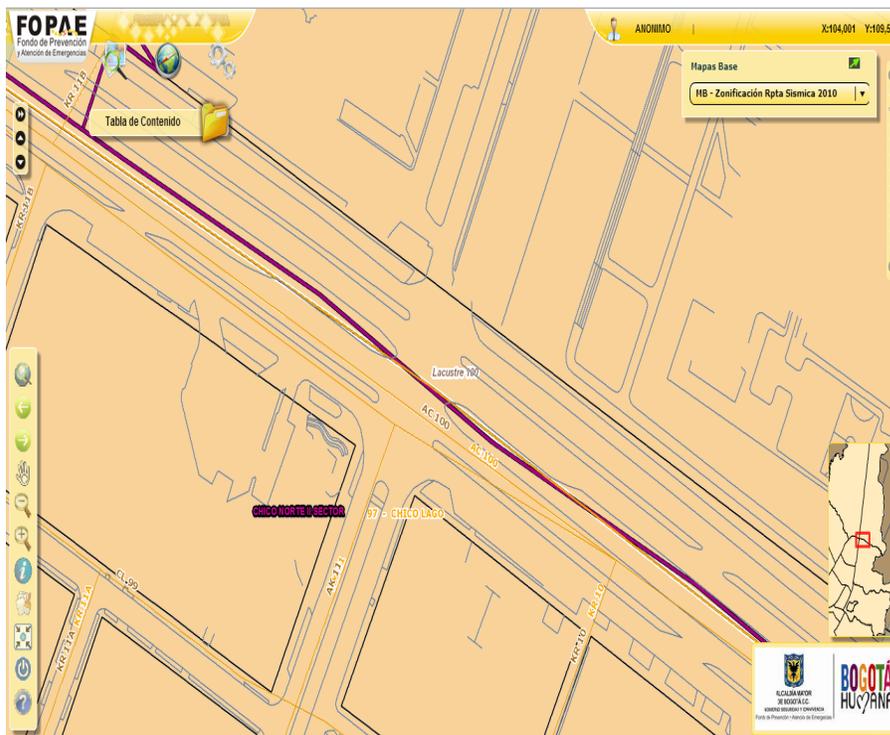


Figura 14. Tipo de suelo de Respuesta sísmica

**COEFICIENTES Y CURVAS DE DISEÑO, SEGURIDAD LIMITADA Y UMBRAL DE DAÑO
ZONA LACUSTRE-100**

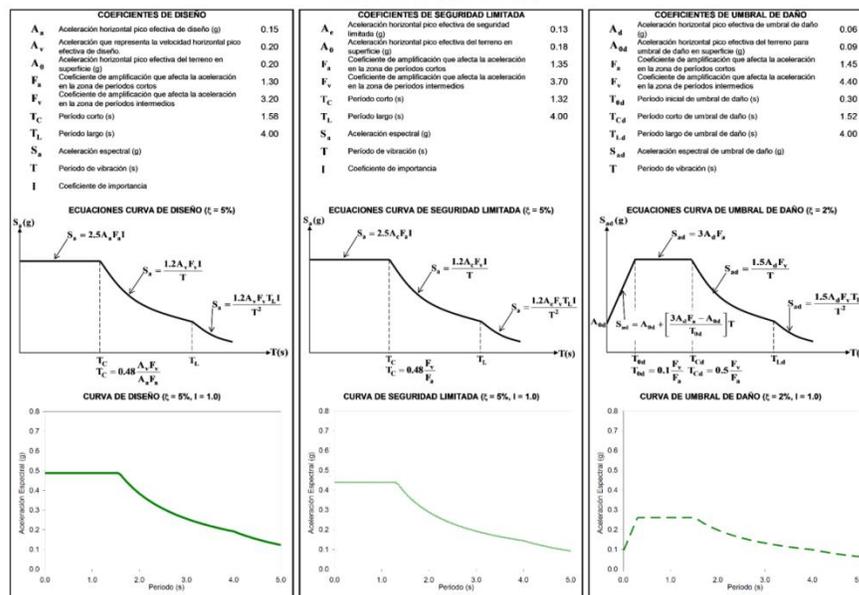


Figura 15. Coeficiente y curvas de diseño

En la anterior figura se pueden evidenciar las curvas de diseño que se pueden utilizar en el pre diseño según el terreno

- **DEFLEXIÓN MÁXIMA PARA EL TABLERO**

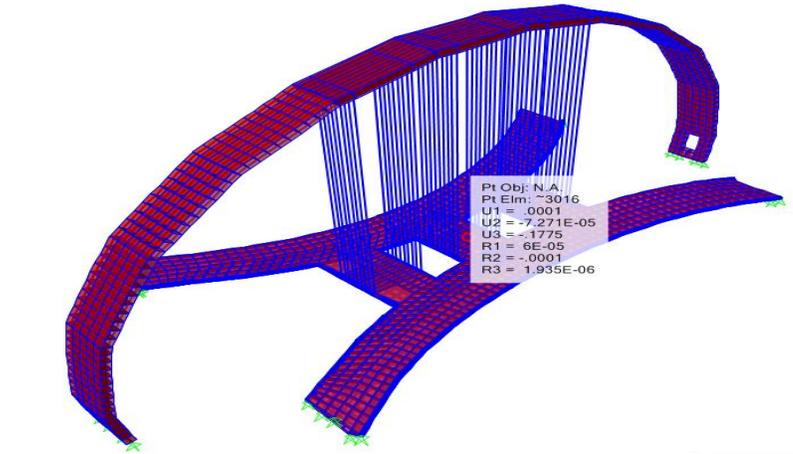


Figura 16. Deflexión del tablero

Según el código colombiano de puentes la máxima deflexión permisible es de la ochocientosava parte de la luz del puente por lo que en este caso será $50/800=0.0625$ m

- **VARIACIONES PERMITIDAS EN EL MODELO.**

Esta revisión se realizó de acuerdo al código AASHTO versión 2012 el cual indica que la frecuencia de la vibración del puente debe estar por encima de los 3 Hertz.

- **PRE DIMENSIONAMIENTO DEL PUENTE**

El arco, es el elemento principal de este modelo, para lo cual en el dimensionamiento se optó por un elemento macizo de concreto reforzado de 80 cm de espesor, con estas dimensiones se modelo dando resultados positivos en el prototipo.

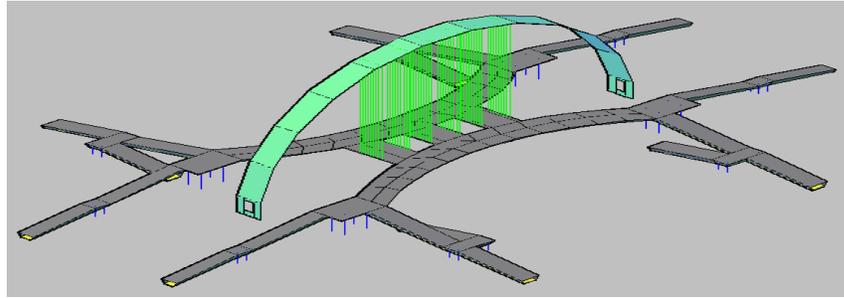


Figura 17. Modelo completo dimensionado

Se optó por hacer una viga cajón de concreto reforzado, debido a que las secciones curvas sufren de grandes torsiones, y las vigas cajón debido a su forma geométrica permiten manejar estos efectos torsionales haciendo que el flujo de cortante viaje a través de sus paredes.



Figura 18. Flujo de cortante viaja a través de sus paredes

El número de cables seleccionado obedece a la distribución arquitectónica, sin embargo el diámetro de los mismos se determinó para las cargas de servicio presentes sobre los tableros del puente, estas cargas corresponden a la suma de la carga viva más la carga muerta, tomando en cuenta un análisis elástico, de esfuerzos admisibles con un factor de seguridad sugerido por los fabricantes de alrededor de 7.0, Cables 6x7 alma de acero (AA) con diámetro de 7/8 de pulgada, $f'_c = 28 \text{ MPa}$, $f'_y = 420 \text{ MPa}$

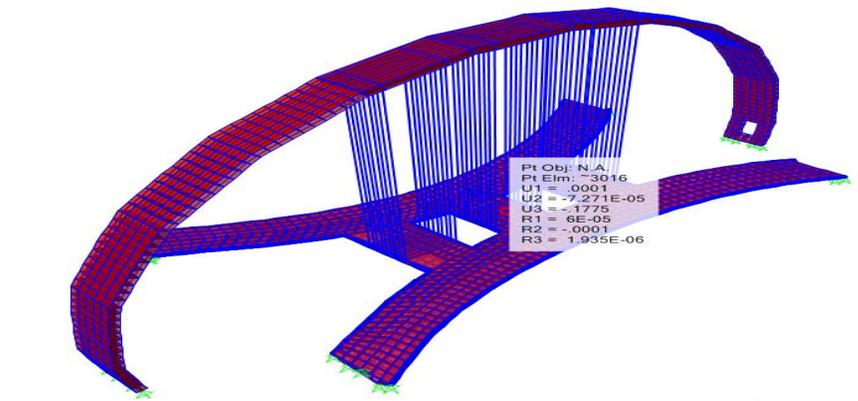


Figura 19. Distribución de las rampas internas en el tablero y el anclaje de los cables

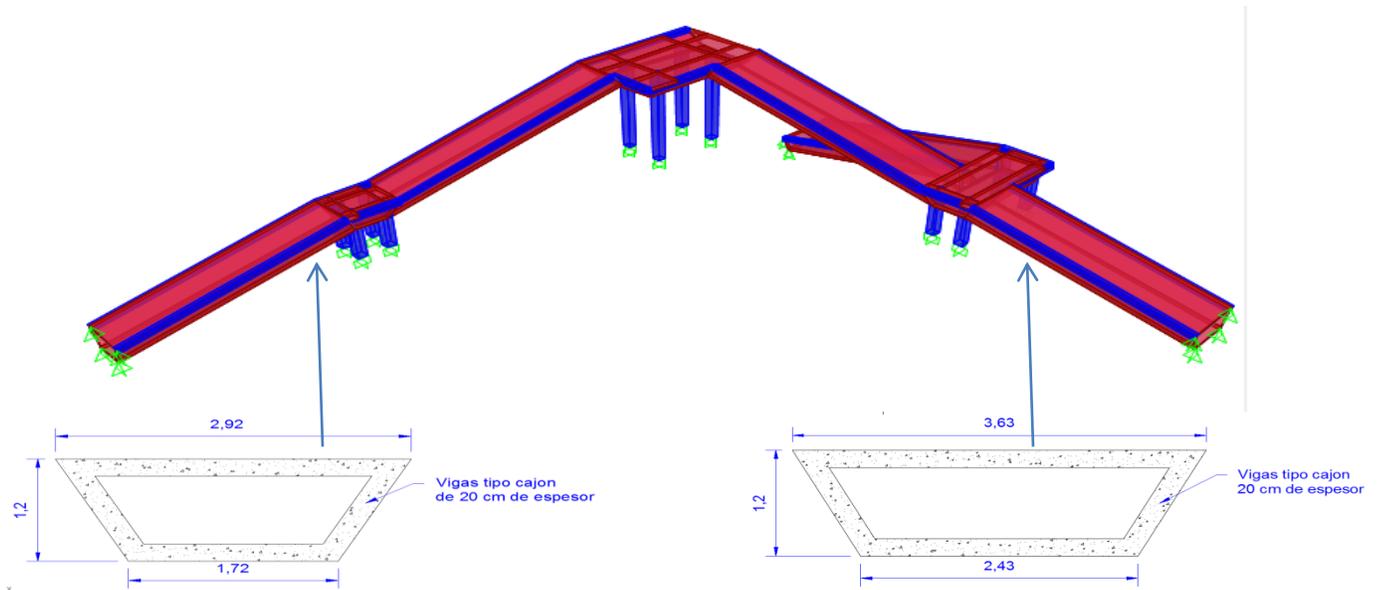


Figura 20¹⁴. Modelo tipo de rampas.

El dimensionamiento de las rampas obedece a dos tipos. La primera rampa, que es sencilla (lado izquierdo), se diseñó de esta forma dado al que en el levantamiento topográfico no se podía diseñar rampa doble por falta de espacio. La segunda (lado derecho), obedece a una rampa doble que se aprecia en tres accesos de las cuatro que tiene el puente

¹⁴ La figura 20 fue tomada de los modelos realizados en SAP 2000.

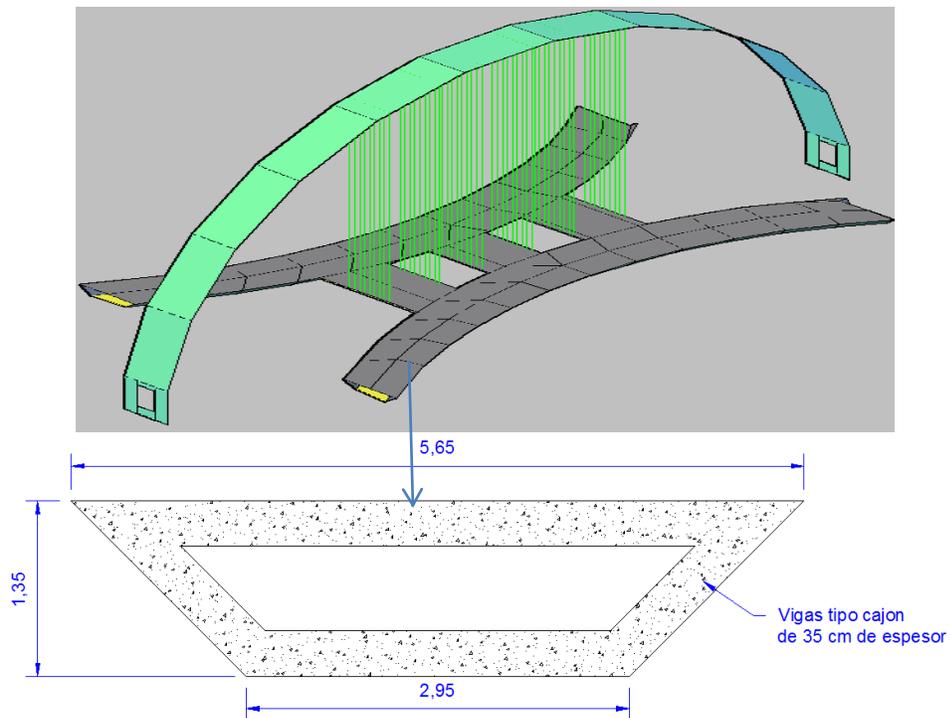


Figura 21. Dimensionamiento del tablero.

El cálculo de las dimensiones en el tablero, obedece al avalúo de cargas que afectan el puente, para lo cual se decidió un ancho de 5,65 mts, dado al tráfico peatonal calculado en el sitio.

6.4 FASE IV

En esta fase, encontraremos el presupuesto, ya que es uno de los pasos más importantes en el proceso de proyectar y construir una obra Civil. Desde la perspectiva de nuestro estudio, el documento sobre el cual se puede realizar un presupuesto real es solamente gracias a una correcta y concienzuda especificación de la unidad de obra a ejecutar, así como de una correcta medición. Este es uno de los documentos más importantes tanto en la composición de la documentación del proyecto como en la construcción. En él se reflejan cuantitativa y cualitativamente cada uno de los componentes que integran la obra: materiales, herramientas, operarios, transporte... Sobre la medición se realiza la valoración de cada uno de los componentes, y por consiguiente el valor total de la construcción, a esto se llama costo, aunque además habría que añadirle otros valores como beneficio industrial, IVA, gastos generales, de obra y administrativos, financieros, honorarios, etc.

Para este caso específico se realizó un cuadro de áreas de toda la estructura, sin contar con la cimentación a raíz de la falta de recursos humanos y financieros para realizar el estudio detallado de ingeniería, como también el estudio de suelos, para el diseño de la cimentación donde se apoyará la estructura

Tabla 3 cuadro de áreas

PUENTE PEATONAL		ÁREA Unidad	ÁREA TOTAL
1 LOSA PRINCIPAL			509,25 MT2
19 RAMPAS ACCESOS		28 MTS	532 MT2
8 LOSAS RAMPAS		(5) de 5,50 Y (3) de 10,77 MTS	59,81 MT2
1 ARCO PRINCIPAL	112,33 MT2		

Precios de referencia

Precios por metro cúbico para concretos representativos de los principales productores en Bogotá, así como también precios comparativos para concreto común de 3.000 PSI en Bogotá, Cali, Barranquilla y Medellín.

Concreto 3.000 PSI – 210 kgf/cm² en Bogotá

Precio por m³ - No incluye IVA

	Grava 25 mm	Grava 19 mm	Grava 12.5 mm	Fluido	Tremie	Tornillo
Cemex	208,200	-	218,300	226,600	224,900	235,900
Metroconcreto	208,200	-	216,200	226,200	224,900	235,800
Premezclados	208,100	212,300	216,600	224,100	224,800	235,700

Figura 22 precio por m³ del concreto

	Fraguado Retardado	Fraguado Acelerado	Fraguado 7 días	Fraguado 3 días	Fraguado 48 horas	Fraguado 36 horas
Cemex	212,700	217,200	231,200	242,600	-	-
Metroconcreto	211,400	215,200	230,500	242,400	-	-
Premezclados	211,600	216,600	231,400	242,000	269,700	299,000

Figura 23 precios por m³ del concreto

Relleno Fluido en Bogotá			
Precio por m3 -No incluye IVA			
	Zanjas 7 kgf/cm2	Andenes 15 kgf/cm3	Bases 60 kgf/cm3
Cemex	99,600	103,600	122,000
Metroconcreto	98,500	103,500	122,000
Premezclados	99,000	103,800	122,000

Servicios Adicionales en Bogotá					
Precio por m3 -No incluye IVA					
	Fibra	Bombeo	Pavimentadora	Rodillo Vibratorio	Regla Vibratoria
Cemex	13,500	16,500	16,500	-	-
Metroconcreto	13,500	16,500	-	-	-
Premezclados	13,000	16,500	-	4,000	2,000

Figura 24 precios por m3 relleno fluido y servicios adicionales

Valores de referencia por ciudades				
Precio por m3 para concreto 3000 PSI - No incluye IVA				
	Bogotá	Cali	Barranquilla	Medellín
Agrecon	-	-	183,200	-
Cemex	208,200	194,139	183,200	197,500
Metroconcreto	208,200	-	-	187,200
Premezclados	208,100	194,200	183,200	187,200

Figura 25 Precios m³ de concreto por ciudades

Los precios anteriormente descritos, fueron tomados de la revista construdata, que es una fuente confiable y recomendada.

7 ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

En el tema de la accidentalidad, es importante mencionar algunas de las estadísticas al respecto; para el tramo de la calle 100 entre la carrera 7 y la carrera

15 los índices de accidentalidad son elevados; así es como desde el año 2007 a lo corrido en el primer semestre de 2012 se han presentado 952 eventos, de los cuales 156 son con heridos y 3 con la pérdida de vidas humanas, el resto son de solo daños. En el mismo sentido de estos 952 eventos, 59 son atropellos y 18 son de caída de ocupante el resto son de choques y otros.

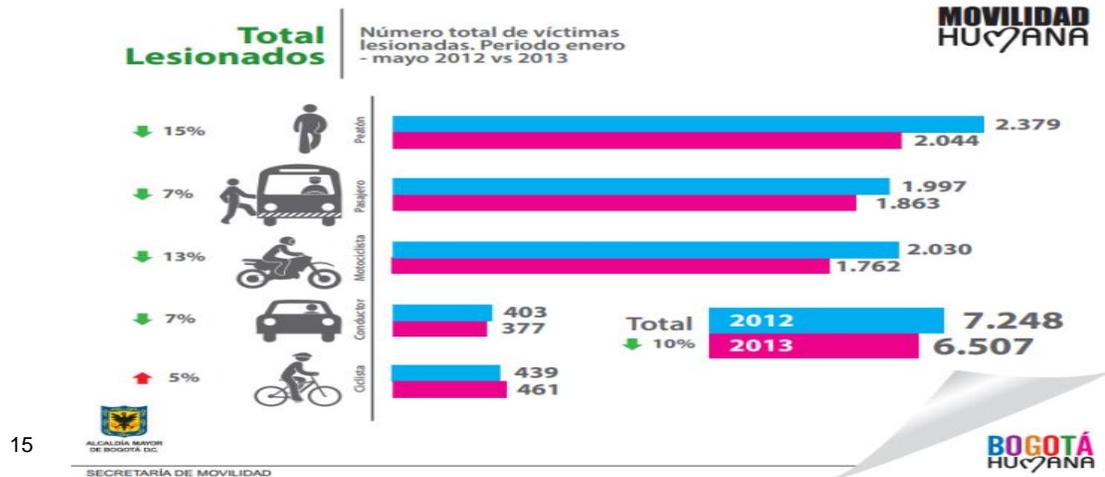


Figura 26. Tabla de comparación de accidentalidad entre los años 2012 y 2013

7.1 CARACTERÍSTICAS DEL ENTORNO Y LA INFRAESTRUCTURA

A continuación se realiza la descripción del tramo en análisis, bajo las características físicas y del entorno que son determinantes en la operación del tránsito y la seguridad vial de todos los usuarios.

La calle 100, o avenida Carlos Lleras Restrepo es una vía arterial de gran incidencia en la movilidad local, que soporta tráfico mixto y transporte público. El tramo de análisis se extiende entre la carrera 7 y la carrera 11, en una longitud de 650 metros aproximadamente, presenta una pendiente longitudinal imperceptible en sentido oriente occidente, y pendientes transversales asociadas con el drenaje superficial.

¹⁵ FONDO DE PREVENCIÓN VIAL, balance mixto para la seguridad vial en Colombia. Bogotá : FPV, 2013 p.42

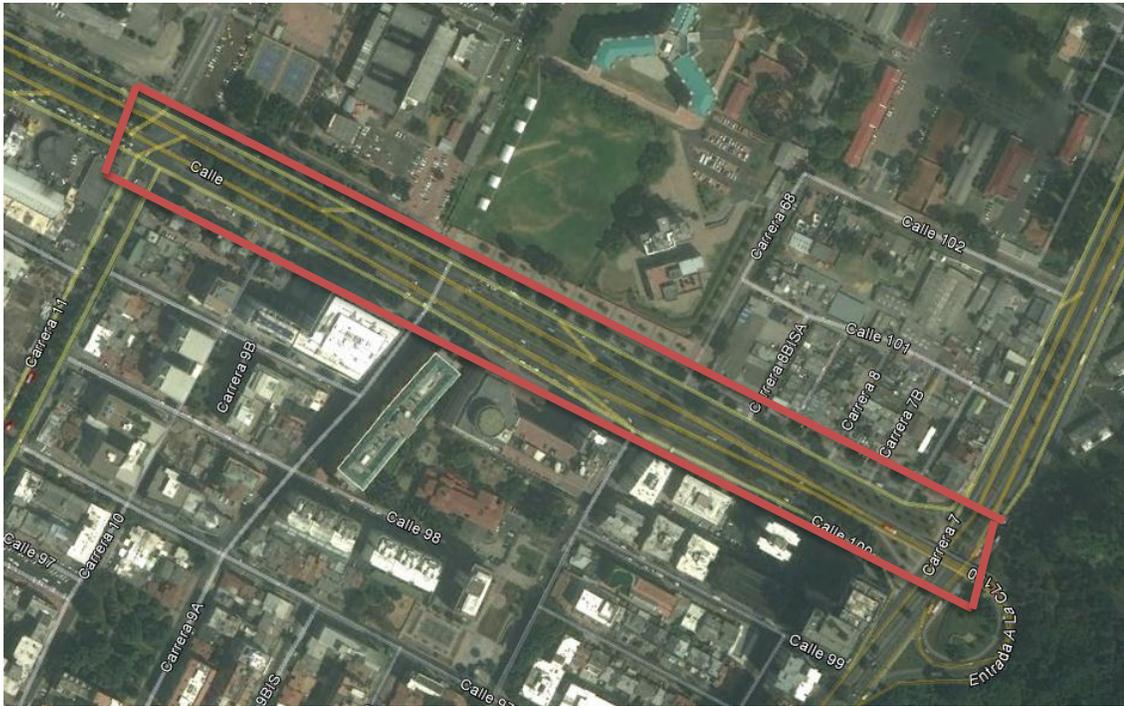


Figura 27. Localización del área de estudio

La calle 100 cuenta con cuatro calzadas para el tráfico mixto construidas en pavimento asfáltico, cada una dispone de dos carriles de circulación, y en términos generales cuentan con superficie de rodadura en buenas condiciones, este tramo de vía presenta separadores intermedios conformados por zonas verdes, árboles y vegetación en general; y presentan diferencias de nivel considerables entre los separadores y la cota de las calzadas vehiculares.

Sobre el andén del costado norte se ubica una ciclo ruta, construida en pavimento asfáltico en buenas condiciones y ancho aproximado de 2.5 metros, con demarcación y señalización suficiente para el tránsito de ciclistas y la interacción con los peatones.

En el tramo analizado presenta dos intersecciones semafóricas, una en la intersección de la carrera 11 y la otra en la intersección de la carrera 9 A, ambas con fases y módulos peatonales para el cruce seguro; están separadas entre sí 230 metros aproximadamente. En este tramo de la calle 100 se mantiene una configuración lineal en los alineamientos de todas las calzadas incluyendo los separadores, cada calzada tiene 6 metros de ancho en promedio y los separadores son de anchos variables también se dispone de intercambiadores de la calzada que permiten los cambios de la calzada rápida a la lenta y viceversa,

construidos sin carriles ni distancias de incorporación, es ¹⁶así que los cambios de calzada se realizan en las aberturas de los separadores en distancias cortas.

Los andenes y espacios públicos peatonales son diferentes para los dos costados de la calle 100, mientras del costado norte existe un andén que tiene unos terminados en adoquín y concreto con un ancho promedio de 6 metros para los peatones y el mobiliario urbano con continuidad; para el costado sur los anchos son variables y los acabados son diferentes, no existe continuidad en cuanto a niveles, y existen inferencias que obstaculizan la continuidad y la accesibilidad de los peatones.

La señalización horizontal en el sector en estudio consta de líneas de separación de carril, líneas de borde, flechas, y achurados, todas en regulares condiciones para la circulación de vehículos automotores. La señalización vertical, consta de diferentes señales verticales de pedestal, algunas señales verticales elevadas tipo bandera; en todo caso, la cantidad suficiente para la correcta operación del corredor; incluso existen señales reglamentarias para prohibir algunos tránsitos peatonales.

7.2 CARACTERÍSTICAS DEL TRÁNSITO

Para el tramo de estudio, que presenta alineamientos rectos, que existe pendientes longitudinales, que se cuenta con varias calzadas de dos carriles cada una, y que se dispone superficies de rodadura en buen estado, se desarrollan velocidades superiores a los 60 km/h. Es así como, en periodos de baja demanda vehicular y en especial para el sentido oriente – occidente se posibilita el tránsito de vehículos a altas velocidades, determinando condiciones de riesgo para todos los usuarios del corredor.

En cuanto a los volúmenes vehiculares, se establece que por el corredor transitan entre 75.000 y 100.000 vehículos por día, de los cuales se estima que entre el 80 y el 85% son vehículos livianos. Por su parte, el volumen peatonal es alto, con una importante concentración en periodos pico de la mañana y la tarde.

7.3 COMPORTAMIENTO DE LOS ACTORES

Los actores de la vía son conductor, pasajero, ciclista, y peatón entre otros; pero son los peatones los actores más vulnerables, para el caso de análisis estos peatones que transitan sobre espacios urbanos, generalmente lo hacen para

¹⁶ Secretaria de Movilidad de Bogotá, Evaluación de la seguridad vial, 3 de diciembre del 2012

acceder al transporte público, o simplemente atraviesan la avenida calle 100 para llegar a su destino.

El problema de los recorridos evidenciados de estos flujos peatonales es que los realizan atravesando las cuatro calzadas de la avenida arriesgando su vida e integridad y colocando en riesgo a los conductores y pasajeros que transitan por el corredor.

Otro de los comportamientos encontrados en el tramo de estudio, es que se realiza maniobras de ascenso y descenso en los separadores intermedios, lo cual es un comportamiento indebido de los conductores del transporte público que genera un riesgo para los peatones, así como para los demás conductores del corredor en la medida en que se generan más puntos de conflicto.

Un comportamiento indebido de los conductores es que transitan por el corredor a altas velocidades, velocidades superiores a las permitidas aumentando la probabilidad del accidente; a esto se le suma que estas velocidades las desarrollan en periodos de baja demanda (la mayoría en horarios nocturnos en los cuales la visibilidad se reduce).

En el costado sur del tramo de estudio existen piezas urbanas y equipamientos que por sus actividades socioeconómicas y usos del suelo redundan en servicios complementarios, tales como servicios de taxi, ventas ambulantes, accesos a garajes y otros. Todos estos comportamientos en suma contribuyen a la interferencia para los flujos vehiculares y peatonales, causando con esto que se deban realizar maniobras de cambio de carril o cambios de trayectoria aumentando la probabilidad del accidente.

7.4 DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN

Una vez descritas las condiciones de la operación (tránsito y control), la infraestructura y el comportamiento humano, se procede a realizar un diagnóstico de la situación, el cual hace referencia a la identificación de comportamientos que detonan en malas conductas y por ende en amenazas y riesgos potenciales; y a deficiencias de la infraestructura o del control que determinan las malas conductas.

Para el caso de la operación de los buses del transporte público, y en el entendido que la transición hacia el Sistema Integrado de Transporte Público generará paradas específicas y seguras para las maniobras de ascenso-descenso, se menciona que aún se dan paradas sobre separadores dejando y recogiendo pasajeros y aumentando con esto el riesgo y la probabilidad de accidentes. Así mismo, producto del presente análisis se identificó que el tránsito de peatones, se realiza de manera indiscriminada, a través de los separadores generando problemas de seguridad vial para los peatones en sí y para los demás usuarios del

corredor. Es importante mencionar que todos los impactos que se generan en el corredor producto de los cruces peatonales son mitigables si se utilizaran los pasos seguros, que para el caso de estudio son los pasos cebrados.

Igualmente, existe falta de corresponsabilidad de los conductores, los cuales realizan todo tipo de maniobras indebidas, las cuales tienen una implicación directa sobre la seguridad vial y la movilidad del corredor. Esto se mitigaría si existiera conciencia en el uso de la infraestructura y una auto-regulación respecto de las normas de tránsito en la operación, simplemente obedeciendo la reglamentación.

Para el caso de los ciclistas que transitan sobre la ciclo ruta, y que deben compartir espacio con los peatones, la conectividad no refiere condiciones suficientes y necesarias para todos los recorridos normales de estos usuarios se realicen sobre estas infraestructuras, por lo cual se deben compartir espacios con los peatones y con los vehículos automotores.

8. RESULTADOS OBTENIDOS

Se realiza la propuesta de una posible alternativa para la mitigación de estos índices tan levados que día a día aumenta descontroladamente.

Un diseño óptimo, con base de un modelo internacional de puente peatonal atirantado de 4 accesos, que consta de unas modificaciones arquitectónicas y paisajísticas que harán de este puente un referente nacional, para la posterior aplicación en intersecciones viales de alto flujo en Colombia.



Figura 28. Vista panorámica del puente



Figura 29. Modelo del puente.

Es un modelo estructuralmente sostenible, con todas las capacidades de tránsito que requiere, es un modelo único, que abrirá nuevos caminos para la ingeniería colombiana. Siempre pensando en las necesidades de los diferentes actores de la vía, como lo son los discapacitados, personas que usan como medio de transporte la bicicleta, e indirectamente también beneficiaría a los conductores a razón de que se minimizan los tiempos en semaforización peatonal, y aumentan los tiempos de luz verde para los vehiculares.

Se tiene contemplado en las recomendaciones, un acceso deprimido en esta intersección, para lo cual sería el tránsito libre y seguro que los bogotanos se merecen. Reduciendo el índice de accidentalidad y de tiempo y en porcentajes elevados.

En la recopilación de la información para la elaboración de este diseño, se buscó en las entidades directamente implicadas, como fueron la secretaria de movilidad de Bogotá y el Instituto de Desarrollo Urbano.

La información la utilizamos para el análisis de la necesidad, la cual nos permite establecer la utilidad del puente y la cantidad de elementos que se debe adquirir

para ello, en las distintas encuestas hechas al personal que se ve obligado a diario en cruzar esta intersección, podemos realizar un análisis de la información y llegar a la conclusión que es necesario un puente peatonal de estas características, ya que cumple múltiples funciones y actúa positivamente para todos los actores de movilidad presentes en esta intersección.

Analizando las fuentes secundarias de la información y todo lo relacionado a textos, libros y páginas web de búsqueda, sirve como una ayuda y complemento de lo relacionado al desarrollo de la investigación y el conocimiento de este saber.

8.1. RESULTADOS ESPERADOS

El presente proyecto pretende, por una parte, mejorar la calidad de vida de los habitantes de la localidad, especialmente la comunidad perteneciente a la Universidad Militar Nueva Granada, y mejorar el foco de desarrollo impulsando la seguridad vial y la reducción de tiempos en el cruce de la avenida.

Por otra parte trata de detectar necesidades reales de formación e información a la hora de crear y sacar adelante este tipo de proyectos y diseñar así futuras líneas de actuación encaminadas a facilitar este complicado camino en el que se adentran con los estudios y diseños. Como impacto indirecto se trata de crear una cultura emprendedora en nuestra sociedad de forma que cada vez más se acepte como posible y positivo la creación de proyectos de carácter social, como contribución al desarrollo de una determinada zona. Al mismo tiempo se trata de crear un entorno favorable para estos habitantes de forma que se mitigue gran cantidad de problemas de inseguridad vial, y pérdidas involuntarias de tiempo donde convivimos día tras día.

8 CONCLUSIONES

- ✚ La ingeniería civil se encarga de subsanar problemas y dificultades en todas las ramas de la construcción, para este caso específico nos enfocamos en la movilidad, y partiendo de una problemática social a la cual se planteó una posible solución viable dado a los resultados del estudio de pre factibilidad, y en recolección de información como lo fue la encuesta, los resultados esperados fueron satisfactorios y positivos, ya queda a juicio de los directivos del plantel educativo y de las autoridades competentes la construcción de esta estructura.
- ✚ Se determinó mediante un conteo manual el grado de importancia y la situación sin proyecto, es decir la actualidad que afronta la localidad y las personas que se ven obligados a cruzar esta intersección en cualquier dirección, cerca de 40000 personas a diario tienen que afrontar un reto que al transcurrir los días cerca de 10 casos de accidentes al día se involucran en lecciones en cualquier medio de transporte.
- ✚ Antes de proceder con el diseño del puente, fue indispensable realizar los estudios básicos que permitieron tomar un conocimiento pleno de la zona, que generó la información básica, necesaria y suficiente que concluyó en el planteamiento de soluciones satisfactorias plasmadas en el proyecto definitivo, real, y ejecutable; Mediante el desarrollo de unos estudios básicos y previos para seguir con los estudios y cálculos correspondiente al dimensionamiento y calculo estructural.
- ✚ Se realizaron los cálculos y diseños pertinentes dentro de los alcances de un prototipo o pre diseño, ajustado a los análisis detallados y la viabilidad y necesidades detectados en la población analizada, dando como resultado un modelo final, aprobado estructuralmente con imponente diseño arquitectónico y paisajístico, con la particularidad de ser el primero y único en Colombia, quedando como referente nacional para soluciones integrales de movilidad y seguridad vial.
- ✚ El puente peatonal corresponde a una estructura en concreto con 4 zonas de acceso peatonal con rampas continuas, ubicado en la intersección de la calle 100 con carrera 11. El proyecto se justifica ya que el sector donde se ubica presenta un alto flujo peatonal que genera interferencia con flujos vehiculares, particularmente esta intersección presenta altos niveles de accidentalidad referenciados en los datos estadísticos de la secretaria de movilidad.

9 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ASOCIACIÓN COLOMBIANA DE INGENIERÍA SÍSMICA AIS. “Reglamento colombiano de construcción sismo resistente, NSR-10”., Bogotá D.C., Colombia. (2010)
2. CÓDIGO COLOMBIANO DE DISEÑO SÍSMICO DE PUENTES (CCDSP). AIS, adoptado mediante Resolución No. 0003600, del 20 de junio de 1996, emanada del Ministerio de Transporte. (1995).
3. GALLEGO M. Y SARRIA M. “El concreto y los terremotos: Conceptos y comportamientos”. Asocreto, Bogotá D.C., Colombia. (2010).
4. GARCÍA L. “Dinámica estructural aplicada al diseño sísmico”. Ediciones Universidad de Los Andes, Bogotá D.C., Colombia. (1998)..
5. SANDOVAL A. “Puentes”. Universidad Nacional de Colombia. (1980).
6. SARRIA A. “Terremotos e infraestructura”. Ediciones Universidad de Los Andes, Bogotá D.C., Colombia. (2008).
7. SARRIA M. “Ingeniería sísmica”. ECOE Ediciones, Bogotá D.C., Colombia. (1995).
8. Trujillo E. (2009). “Diseño de puentes”. Ediciones Universidad Industrial de Santander, Tercera edición.
9. VALLECILLA C. “Puentes en concreto potenzado: teoría y práctica”. Bauen – Colombia. (2009).
10. VALLECILLA C. “Manual de puentes en concreto reforzado”. Bauen – Colombia. (2006).
11. VILLAVERDE M. “Fundamental concepts of earthquake engineering”. CRC Pres. (2009).
12. FONDO DE PREVENCIÓN VIAL, balance mixto para la seguridad vial en Colombia. Bogotá : FPV, 2013 p.42
13. ALCALDÍA DE LA LOCALIDAD DE USAQUÉN, Usaquén1.Wordpress.com. 2014
14. AUTORIDAD DE LICENCIAS AMBIENTALES, Estudio de impacto ambiental, 2014, p.235

15. WIKIMAPIA, portal de mapas, última actualización 15/10/2014

16. FONDO DE PREVENCIÓN Y ATENCIÓN DE EMERGENCIAS, Tipo de suelo de respuesta sísmica, 2010