

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE NICARAGUA.

RECINTO UNIVERSITARIO

RUBÉN DARÍO.

FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍAS.



MONOGRAFIA PARA OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERA CIVIL.

TÍTULO:

**“DISEÑO DEL PUENTE PASO REAL ENTRE LOS MUNICIPIOS DE
MUY MUY – MATIGUAS DEL DEPARTAMENTO DE MATAGALPA”**

ELABORADO POR:

BR. BELKI ELIZABETH VANEGAS BLANDINO.

TUTOR:

ING. BAYARDO ALTAMIRANO.

MANAGUA, NICARAGUA

AGOSTO- 2016

INDICE

	Pág.
INTRODUCCION.....	1-2
OBJETIVOS.....	3
OBJETIVOS GENERALES.....	3
OBJETIVOS ESPECIFICOS.....	3
DEDICATORIA.....	4
AGRADECIMIENTO.....	5
JUSTIFICACION.....	6
CAPITULO I GENERALIDADES Y CONCEPTOS BASICOS.....	7
1.1 Introducción.....	8
1.2 Definición de puente.....	8
1.3 Clasificación de los puentes.	8
1.3.1 Según su uso.....	8
1.3.2 Según su geometría básica.....	9
1.3.3 Según su sistema estructural.....	9
1.3.4 Según el material de construcción principal.	9
1.3.5 Según el fundamento arquitectónico utilizado.....	9
1.3.6 Compuestos.....	10
2.1 Características de los puentes según su clasificación.	11
2.2.1 Según su tipo.	11
2.2.2 Según el servicio que estos van a prestar.	11
2.2.3 Según su geometría básica.....	12
2.2.4 Según su sistema estructural.....	13
2.2.5 De acuerdo al sistema constructivo empleado.....	14
2.2.6 Según el material de construcción principal.	15
3.0 ELEMENTOS DE UN PUENTE.....	19
3.1 SUPERESTRUCTURA.....	19

3.2 SUBESTRUCTURA.....	20
4.0. FUNCIONES PRINCIPALES DE UN PUENTE.....	21
4.1. SITUACION DE LOS PUENTES DE LA RED VIAL NACIONAL.....	22
CAPITULO II DESCRIPCION GENERAL DEL PROYECTO.....	23-27
CAPITULO III SUPERESTRUCTURAS.....	28-31
CAPITULO IV SUBESTRUCTURAS.....	32-39
CAPITULO V DISEÑO DE VIGAS Y LOSA.....	40-44
CAPITULO VI CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	45-47
BIBLIOGRAFIA.....	48
REGLAMENTO INTERNACIONAL DEL CONCRETO (ACI)	
REGLAMENTO INTERNACIONAL DEL ACERO (AISC)	
REGLAMENTO NACIONAL DE LA COSTRUCION (RNC)	
APUNTES DEL ING. ALTAMIRANO	
ANEXOS.....	49-55

INTRODUCCION

La necesidad humana de cruzar pequeños arroyos y ríos fue el comienzo de la historia de los puentes. Los puentes tienen su origen en la misma prehistoria desde la antigüedad. El puente se presentó en sus inicios como una construcción de madera. El puente es una estructura que salva un obstáculo como ríos, barranco o vía de comunicación natural o artificial y que permite el paso de peatones, animales o vehículos.

En Nicaragua la producción de insumos de uso humanitario o comercial se concentra en áreas específicas (zonas rurales, portuarias y/o fronterizas), donde las carreteras y ríos constituyen la única infraestructura factible para la transportación de la producción y de la población en general a pequeña y gran escala. Razón por la cual es de vital importancia la construcción de puentes que faciliten el tránsito por las vías.

En la ingeniería de puentes, el estudio de la subestructura es importante ya que se encarga de soportar todas las cargas a la que está sometida la superestructura del puente, desde de los apoyos hasta la fundación donde esta cimentado el puente. En su mayoría los puentes se componen de accesorios tales como superficie de rodamiento, barandas y juntas de expansión. También por su superestructura y subestructura, compuesta por el piso, vigas, cerchas, arcos, apoyos, los bastiones y las pilas.

En la actualidad en nuestro país es ayudado por el gobierno japonés, a través de su Agencia de cooperación Internacional JICA , hará posible que el puente Paso Real haga honor a su nombre, al construirlo casi 16 años después de que el devastador Huracán Mitch lo destruyo.

El Puente Paso Real original fue destruido por inundaciones repentinas durante el Huracán Mitch en 1998; ante lo cual en 1999, el MTI instaló un puente provisional Bailey de 80 metros de longitud y 3.1 metros de ancho sobre contenedores de carga a 300 metros río arriba de donde se localizaba el puente original, para permitir la interconexión de los municipios, pero por su estructura provisional, siempre ha venido limitando el acceso seguro de vehículos, sobre todo de transporte de carga.



El sitio previsto donde se construirá el nuevo Puente Paso Real, se ubica dónde estaba el puente original hasta 1998, entre los municipios de Muy Muy y Matiguás en el Departamento de Matagalpa y tendrá una longitud aproximada de 170 metros cuya superestructura será de armadura de acero y contará con una subestructura de pilar tipo pared de hormigón.

Este nuevo puente servirá como una vía de comunicación segura e interrumpida, pasando por el Río Grande de Matagalpa. Así mismo, impulsaría el comercio en la zona conocida como “La Vía Láctea”, que comprende varios municipios productores de leche y de otros productos agropecuarios y agilizaría el transporte seguro y fluido de bienes y personas hacia y desde la zona del Atlántico Norte.

OBJETIVOS

Objetivo General

- **Realizar el Diseño del Puente Paso Real entre los municipios de Muy Muy – Matiguas del departamento de Matagalpa.**

Objetivos específicos

- ❖ **Mostrar al lector la información y definiciones fundamentales para la realización del diseño de un puente.**
- ❖ **Determinar los elementos que componen el Puente Paso Real tanto en la subestructura como en la superestructura.**
- ❖ **Definir el sistema constructivo del Puente Paso Real.**
- ❖ **Determinar las dimensiones de diseño para su ejecución del Puente Paso Real.**

DEDICATORIA

Dedico este trabajo especialmente, a mis padres, Alberto Rafael Vanegas Rojas y Melba Azucena Blandino Umaña que me dieron la vida.

A mi Tía, primas y a mi hijo Marcelo Rafael García Vanegas que está siempre presentes en mi corazón.

A las personas y amistades que DIOS ha puesto en mi camino, que sin ningún interés y con tanto cariño me han brindado su ayuda, me han apoyado de diferentes formas, y han demostrado siempre su confianza en mí.

AGRADECIMIENTO

A DIOS, por permitirme vivir, por darme las fuerzas para seguir adelante, por haberme concedido lo necesario para lograr un objetivo más en mi vida.

A mis padres por darme en la medida de sus facultades todo su apoyo, por su cariño, por la comprensión y la confianza que han tenido en mí.

A mis primas especialmente: Linda por sus atenciones y sus cuidados, Nercy por las alegrías que me hicieron olvidar por momentos mis tristezas.

A mi madre Melba Azucena Blandino Umaña y a las personas que me rodean que me dieron tanto cariño y ayuda incondicional a mi amigo Ing. Rudy Brenes que me brindo tiempo y dedicación con la realización de este trabajo.

A todos los docentes que me impartieron clases y en especial al profesor Ing. Bayardo Altamirano por su apoyo y paciencia para darme ánimos de seguir adelante y no darme por vencido con este trabajo.

A mi Tía Guadalupe por la ayuda y dedicación que me brindó por tanto tiempo.

JUSTIFICACION

En vista del denominado término globalización, nuestro país está en proceso de desarrollo. Hay un conjunto de necesidades políticas, sociales, económicas, culturales, etc., a las que se les debe dar solución.

Nuestra infraestructura está presente y forma una parte importante como símbolo de unión para lograr este crecimiento. Es evidente el deterioro progresivo de las estructuras existentes causado por razones casi inevitables, en el caso de nuestra red vial podemos citar impactos negativos sufridos por las estructuras como los puentes, que al igual que las carreteras por razones técnicas, de diseño o mantenimiento, no presentan un estado eficiente para satisfacer los requerimientos de comunicación entre las diferentes regiones.

Con el paso del tiempo los elementos que forman una estructura experimentan daños debido a sobrecargas originadas por el ataque impredecible de desastres, la frecuencia, velocidad y/o cargas con que circulan los vehículos en dicha vía, debido al desarrollo de un sinnúmero de actividades; estas entre otras son razones que provocan la falla de las estructuras por lo que se hace necesario el mantenimiento o reemplazo definitivo de algunas para brindar el servicio adecuado y así contribuir con el desarrollo o progreso tan anhelado del país.

En esta elaboración justifico que el avance en los criterio de diseño y normas nacionales se están teniendo presente para la ejecución de este proyecto por lo tanto se debe investigar Reglamentos NACIONALES E INTERNACIONALES con lo que respecta al sistema estructural del concreto y acero. Se debe dar una lectura para un mejor dominio por parte de la persona que quiera profundizar conocimiento sobre el área de puentes. También explico que con la elaboración de este documento delimito de acuerdo a los objetivos planteado solo se abarcara el aspecto de conceptos, partes y elementos básicos que comprenden a un puente ya que no incluyo una memoria de diseño porque para analizar un diseño de puente requiere de mucha experiencia de campo.

CAPITULO I

GENERALIDADES Y CONCEPTOS BASICOS



1. INTRODUCCION.

En la construcción de una carretera o de una vía férrea se presentan ciertos obstáculos que han de ser salvados por una estructura segura y económica, la cual debe soportar el tránsito de vehículos o de otro tipo sobre el cruce. Estas deben diseñarse estéticamente, de modo que armonicen y enriquezcan la belleza de sus alrededores. Los obstáculos pueden ser variados y presentan condiciones que obligan a usar diferentes tipos de estructura.

El más fuerte obstáculo lo constituyen las corrientes de agua que atraviesan el trazado de una vía, en donde se necesita una estructura tal, que la abertura que ella deja sea suficiente para permitir el cruce del agua en una crecida, sin que afecte a la propia estructura ni sobrepase la altura de la rasante obstruyendo la circulación por la vía.

1.2 DEFINICIÓN DE PUENTE.

Los puentes son estructuras que se utilizan para salvar obstáculos naturales o artificiales, como ríos, lagos, quebradas, valles, pasos a desnivel, carreteras entre otros, los cuales deben satisfacer las necesidades de funcionamiento como instalaciones soportadas, a partir de las consideraciones básicas como: flujo, condiciones de carga, particularidades del sitio, normas y requisitos geométricos e hidráulicos.

El objetivo principal para la construcción de un puente es proporcionar el acceso y circulación peatonal y/o vehicular, por lo que para un buen proyecto de diseño se requiere tomar en cuenta todos los elementos de juicio, mencionados anteriormente, que al conjugarlos entre sí responderán ante las cargas de servicio de manera eficiente, segura y económica.

1.3 CLASIFICACION DE LOS PUENTES.

Los puentes se dividen en dos categorías generales: fijos y puentes móviles; también se pueden agrupar de acuerdo a las características siguientes.

1.3.1 Según sus usos estos pueden ser para:

- Carreteras.
- Ferrocarriles.
- Canales.

- Peatones.
- Tuberías.

1.3.2 Según su geometría básica:

- En planta.
 - Puentes rectos.
 - Puentes curvos.
 - Puentes esviajados.
 - Puentes a escuadras.
- En elevación.
 - Puentes de paso superior.
 - Puentes de paso inferior.
 - Puentes de claro corto.
 - Puentes de claros medios.
 - Puentes de claro largo.

1.3.3 Según su sistema estructural:

- Puentes de claro simple.
- Puentes de viga continúa.
- Puentes de arco simple.
- Puentes de arco múltiple.
- Puentes colgantes.
- Puentes de armaduras.

1.3.4 Según su material de construcción principal:

- Puentes de madera.
- Puentes de mampostería.
- Puentes de acero.
- Puentes de concreto.

1.3.5 Según el fundamento arquitectónico utilizado.

- Colgantes.
 - Con armadura superior.
 - Con armadura Inferior.
- Atirantado.
 - Forma de arpa.
 - Forma de abanico.
 - Forma de haz.
- En arco.
 - Superior.

Inferior.
A nivel intermedio.

- Móviles.
Giratorio.
Básculas.
Levadizo.

- Losa maciza.
Un tramo.
Varios tramos (isostática e hiperestática)
Articuladas o gerber.

- Con vigas simplemente apoyadas.
Un tramo.
Varios tramos.
Articuladas o gerber con pilas tipo consolas.
Losa apoyada en vigas cajón.

- Pórticos.
Empotrados.
Trilátero biarticulado.
Con soportes inclinados.
De pórticos triangulados.

- Armadura metálica.
Armadura y arriostamiento inferior.
Armadura y arriostamiento superior.
Tipo Bayley

1.3.6 Compuestos.

La mayoría de los puentes son fijos y una minoría son móviles, estos pueden abrirse ya sea vertical u horizontalmente de modo que permita que el tránsito fluvial pase por debajo de la estructura.

2.1 CARACTERÍSTICAS DE LOS PUENTES SEGÚN SU CLASIFICACION.

Los Puentes pueden clasificarse en diferentes tipos, de acuerdo a diversos conceptos, entre los cuales citaremos los siguientes: tipo de material utilizado en su construcción, sistema estructural predominante, sistema constructivo empleado, uso que tendrá el puente, ubicación de la calzada en la estructura del puente, etc.

2.2.1 Según su tipo.

Los puentes móviles se construyen para cruzar una vía fluvial. Su objetivo es brindar una altura libre suficiente para la navegación, sin necesidades de hacer erogaciones tan fuertes como las que se representan en la construcción de pilas altas. Los dos tipos de puentes móviles son:

1. El puente giratorio: estos están soportados en una pila central y gira horizontalmente. Con este tipo de estructura no hay problemas con el espacio libre vertical, que es limitado, pero la pilas centrales representan un obstáculo para barcos.
2. Puentes levadizos verticales: en estos el tramo móvil es izado verticalmente sobre el área libre de navegación y se usa cuando el espacio horizontal requerido es mayor que el espacio libre vertical necesario.

2.2.2 Según el servicio que estos van a prestar.

1. Peatonal: es cuando su uso se circunscribe al tráfico de peatones, exclusivamente.
2. Carretero: es el más corriente. Se utiliza para el paso de una carretera sobre un curso de agua o el paso sobre otra vía, o a cierta altura sobre un valle.
3. Ferrocarrilero: para el paso del ferrocarril.
4. Compuestos o combinados como los puentes de caminos con circulación de tranvía o baquetas para peatones, o bien un puente de ferrocarril que soporta al mismo tiempo el tránsito de un camino. Normalmente estos están provistos de aceras para la circulación de los peatones por lo que casi siempre tienen por lo menos dos funciones diferentes.
5. Acueducto, para el soporte de tuberías de agua, gas, petróleo, etc.

2.2.3 Según su geometría básica.

Los puentes rectos son aquellos que vista en planta tienen una trayectoria completamente recta.

Los puentes curvos son aquellos que tienen una trayectoria curva, es decir, el eje central de la carretera en ese tramo no es recto.

Los puentes esviados son aquellos donde el eje longitudinal del puente y el eje longitudinal del río, forma un ángulo diferente de 90°. Se dice que el tablero de un puente tiene esviaje o está construido en esviaje, cuando la forma en planta del tablero no es rectangular.

Conste que no se habla de relación geométrica de ejes calzada superior con vías inferiores, ya que el caso de esviaje que se presentara por estas condiciones, podría resolverse con pilas monocolumnas. Generalmente, los apoyos de un puente suele ubicarse paralelos a las vías inferiores por razones de simplicidad, de menor molestia a los usuarios de las calzadas que pasan debajo de los tableros, o para facilitar el paso del flujo de agua. Sin embargo el esviaje en el tablero, complica su análisis, el diseño y su construcción. Los tableros con planta curva también tienen las mismas dificultades, las cuales aumentan mientras menor sea el radio de curvatura, mayor la longitud de los tramos.

Los puentes a escuadra son aquellos donde el eje del puente y el eje longitudinal del río forman un ángulo de 90°.

Los puentes de paso superior son los puentes más comunes de nuestro país, estos tienen su piso o superficie de rodadura descansando sobre los miembros principales de carga, de modo que no requieren contraventeo alguno sobre la parte superior.

Un puente de paso inferior es aquel donde existe un contraventeo sobre la parte superior del mismo. En muy pocas ocasiones se pueden ver sobre el mismo puente una combinación de tramos de paso inferior y de paso superior.

Los puentes de claro corto son aquellos de hasta unos 125 pies, para estos generalmente se acostumbra usar traveses de alma llena o vigas de concreto.

Los puentes de claro medio son aquellos de aproximadamente 125 y 145 pies; para estos claros aun compiten las traveses de alma llena (hasta aproximadamente unos 200 pies).

Los puentes de claro largo son aquellos que tienen más de 400 pies de claro libre, para estos se usan puentes colgantes o estructuras en forma de arco.

De acuerdo a su arreglo estructural, los puentes de claro simple son aquellos donde sus miembros principales de carga se extienden en un extremo a otro, en uno de sus extremos sobre su apoyo fijo y el otro extremo móvil.

Los puentes continuos son aquellos que están apoyados continuamente, estos permiten reducir los momentos positivos máximos. Este arreglo puede resultar objetable si las cimentaciones son susceptibles a sufrir asentamientos desiguales produciendo así esfuerzo en los miembros por los hundimientos diferenciales.

2.2.4 Según su sistema estructural.

Isostáticos: es aquel puente cuyos tableros son estáticamente independientes uno de otro y, a su vez, independientes, desde el punto de vista de flexión, de los apoyos que lo sostienen.

Hiperestáticos: aquellos cuyos tableros son dependientes uno de otro desde el punto de vista estático, pudiendo establecerse o no una dependencia entre los tableros y sus apoyos.

Esto nunca será cierto en toda la estructura de un puente; a menos que se quisiera lograr con mucho empeño, todos los elementos de un puente no podrán ser isostáticos; basta decir que un tablero simplemente apoyado de un puente, está formado por un conjunto altamente hiperestático de losa de calzada, vigas y diafragmas transversales (separadores), cuyo análisis estático es complicado de realizar.

Los puentes de claros simples son los puentes más comunes, los cuales normalmente son de tramos de hasta 40 metros de claro según sea su material de construcción principal.

Los puentes de viga continua son utilizados cuando se necesita salvar un obstáculo muy largo y no se dispone de una solución más económica tanto desde el punto de vista económico como de construcción.

Los puentes en arcos son realmente estructuras atractivas, pueden ser de trabes o de armaduras dependiendo del claro y de sus alrededores. Estos bajo cargas verticales tienden a producir reacciones horizontales convergentes produciendo flexión en el arco, los que a su vez tienden a anular el momento producido por los componentes verticales de reacción. Una ventaja de los arcos construidos en

forma parabólica es que cuando sea cargado con una carga uniforme no tenga momentos de flexión, sino solamente compresión axial en él.

Los arcos se clasifican como tres articulaciones, de dos articulaciones, una articulación o empotrados. El arco más común es proporcionar dos articulaciones, una en cada extremo lo que hace que sea indeterminado de primer grado. Además se clasifican como de nervaduras, de alma llena, arcos en celosía de cuerdas paralelas y de arcos en celosía de cuerda superior horizontal.

Puentes colgantes, cuyos elementos portantes primordiales son los cables, de los cuales cuelgan las péndolas que, a su vez, soportan el tablero. Los puentes colgantes pueden ser total o parcialmente suspendidos; estos últimos son los que tienen los tramos de acceso sin péndolas, o sea, el tablero de los tramos secundarios se soportan a sí mismo, sin depender de los cables. Los puentes colgantes son probablemente las estructuras más impresionantes aún por encima de cualquier edificio. Este tipo de puentes están suspendidos por cables que pasan sobre las torres y están anclados generalmente en los extremos del puente. La armadura atezadora refuerza el cable contra la vibración producida por las cargas vivas, y la mantienen en su forma normal. Estos puentes proporcionan un excelente método de reducción de momentos, en estructuras de claros largos la mayor parte de la carga en un puente colgante es resistida por el cable en tensión, que es un método eficiente y económico.

Puentes de armadura: Una armadura es una estructura que actúa como una viga, pero sobre todo con sus miembros sometidos a esfuerzos axiales. Los miembros están organizados en arreglos triangulares de manera ideal, el extremo de cada miembro es un nodo y es libre de rotar independientemente de los otros miembros en los nudos. Si esto no ocurre se introducen efectos secundarios en los miembros. Además si se presentan cargas en puntos distintos a los puntos de panel o nudos se producen esfuerzos de flexión en los miembros.

La superestructura de un puente de armadura típico se constituye de dos armaduras principales, el sistema de piso, el sistema lateral inferior, el sistema lateral superior, las armaduras transversales y los ensambles de apoyo.

2.2.5 De acuerdo al sistema constructivo empleado.

En general esta clasificación se refiere al tablero.

1. Vaciado en sitio, si la colada de concreto se hace sobre un encofrado dispuesto en el lugar definitivo.

2. Losa de concreto armado o postensado sobre vigas prefabricadas (de concreto armado o precomprimido, vigas metálicas, etc.).
3. Tablero construido por voladizo sucesivos (por dovelas prefabricadas o vaciadas en sitio); puede ser construido por adición sucesiva de elementos de acero, soldados o empernados.
4. Tableros atirantados.
5. Tableros tipo arpa, con doble fila de soporte o una sola fila.
6. Tablero lanzado, en el cual el tablero se construye en uno de los extremos del vano a cubrir y se lleva a su sitio deslizándolo sobre rodillos, supliendo el extremo delantero de la estructura con un elemento estructural auxiliar, llamado "nariz de lanzamiento"; algunas veces se utilizan apoyos auxiliares provisionales para facilitar el lanzamiento; otras veces se enlazan provisionalmente varias estructuras isostáticas para realizar el lanzamiento:, después del cual se desacoplan para que trabajen de forma isostática.

2.2.6 Según el material de construcción principal.

1. Mampostería (ladrillo, piedra).
2. Madera.
3. Concreto armado.
4. Concreto precomprimido.
5. Acero.
6. Hierro forjado.
7. Compuestos.

La estructura de un puente no está constituida por un solo tipo de material, por lo cual esta clasificación no siempre se adaptará totalmente a la realidad. Aun así no deja de ser válida.

Los puentes de arcos hechos con mampostería de ladrillos, preferiblemente tendrán las bases construidas con mampostería de piedra, con el objeto de darles mayor consistencia y hacerlas más duraderas al embate de las aguas de un río.

Así mismo, un puente cuyo tablero sea de madera podría tener las fundaciones de mampostería de piedra o de concreto. Los puentes con tableros metálicos, cuando

son de cierta envergadura o cuando el suelo es agresivo al metal, químicamente hablando, tendrán sus bases construidas con otro material.

En general, la losa de calzada de los puentes cuyo material portante de los tableros es el acero, será de concreto armado, aún cuando hay muchos ejemplos de calzadas constituidas con láminas de acero, recubiertas o no con concreto asfáltico o con compuestos de arena y epoxy (puentes elevados, por ejemplo); en este caso, el recubrimiento serviría para proveer a la calzada de un coeficiente de fricción adecuado ó para hacerla menos ruidosa al paso de los vehículos.

En puentes cuyo tablero es de concreto precomprimido, las columnas de las Pilas y sus fundaciones, así como los estribos y muros, serán de concreto armado. Las anteriores descripciones solo son un ejemplo de las combinaciones que pueden lograrse.

Puentes de acero: los puentes de acero son competitivos para claros de tamaño mediano y favorable para puentes de claro largo por las siguientes razones:

- a) Tienen alta resistencia a tensión.
- b) Se comportan como un material elástico casi perfecto dentro de los niveles normales de trabajo.
- c) Tienen reservas de resistencia más allá del límite de fluencia.
- d) Los sistemas de conexión son más seguros.
- e) Las normas estrictas de fabricación de la industria garantizan a los consumidores de uniformidad y de control de sus propiedades.

La principal desventaja es la susceptibilidad a la corrosión, la cual está siendo combatida con la aparición de aditivos químicos, o con el mejoramiento de los recubrimientos protectores. Dentro de los puentes de acero se encuentran:

Puentes de trabe de alma llena: Son puentes cuyas vigas principales son elementos que están formados de placas y perfiles de acero unidos entre sí por medio de soldaduras, remaches o tornillos. La principal ventaja de estos elementos es que pueden construirse de cualquier dimensión. Las vigas de alma llena son muy económicas para puentes carreteros, para claros simples de 80 a 150 pies y para tramos continuos hasta unos 400 pies.

Puentes de tablero ortotrópico: Están formados por una placa de acero recubierta por una superficie de desgaste y es rigidizada y soportada por una parrilla rectangular. El tablero de acero ayuda a su soporte a resistir los esfuerzos de deflexión.

Puentes de viga cajón: Se usan con frecuencia en puentes carreteros por su rigidez, economía, apariencia, resistencia a la corrosión y alta resistencia torsional. Con sus anchas aletas inferiores y altura relativamente pequeña, estas pueden utilizarse en forma económica.

Puentes de concreto: Normalmente los puentes de concreto más comunes son puentes de concreto reforzado y los puentes de concreto preesforzado. Una característica notable de los puentes de concreto es que normalmente son estructuras pesadas.

La diferencia más notable entre el concreto reforzado y el preesforzado consiste en el empleo de materiales de mayor resistencia en el concreto preesforzado. Con el objeto de utilizar la resistencia completa del acero de gran resistencia a la tensión, es necesario recurrir al preesfuerzo para predeformarlo. El preesfuerzo del acero y su anclaje contra el concreto, produce esfuerzos y deformaciones deseadas que sirven para reducir o eliminar las grietas en el concreto. De este modo la sección completa del concreto llega a ser efectiva en el concreto reforzado solamente se supone que actúa la parte de la sección sobre el eje neutro. En el concreto preesforzado, se requiere concreto de alta resistencia para acero de alta resistencia con el objeto de obtener proporciones económicas. También se necesita concreto más fuerte para resistir esfuerzos elevados en los anclajes y dar resistencia a las secciones más delgadas que tan frecuentemente se emplean en el concreto preesforzado.

Los puentes de concreto preesforzado tienen muchas ventajas sobre los puentes de concreto reforzado entre las cuales podemos citar las siguientes:

En cuanto a su uso:

1. Es más adecuado para estructuras de claros largos.
2. Las estructuras preesforzadas son más esbeltas y por lo mismo susceptibles de un diseño artístico.
3. Estas no se agrietan bajo cargas de trabajo y cuando se presenta cualquier agrietamiento bajo sobrecargas, desaparecen tan pronto se remuevan, a menos que las sobrecargas sean excesivas.

4. Bajo carga muerta la deflexión es mínima debido al efecto de la combadura producida por el preesfuerzo.

5. Bajo cargas vivas la deflexión es también mínima por la efectividad de la sección completa de concreto no agrietada, pues tiene un momento de inercia dos o tres veces mayor que la sección agrietada.

6. Los elementos preesforzados son más propios para recolarse por su menor peso.

2.2. CARACTERISTICAS DE LOS PUENTES METALICOS

- **UNIFORMIDAD:** Las propiedades del acero no cambian considerablemente con el tiempo.
- **ALTA RESISTENCIA:** La alta Resistencia del acero por unidad de peso implica que será poco el peso de las estructuras, esto es de gran importancia en puentes de grandes claros.
- **DURABILIDAD:** Las estructuras duraran de forma definitiva si tienen un adecuado mantenimiento.
- **DUCTIBILIDAD:** Es la propiedad que tiene un material de soportar grandes deformaciones sin fallar bajo altos esfuerzos de tensión. La naturaleza dúctil permite fluir localmente evitando fallas prematuras.
- **TENACIDAD:** Poseen resistencia y ductibilidad, siendo la propiedad de un material para absorber energía en grandes cantidades.
- **ELASTICIDAD:** Se acerca más a la hipótesis de diseño debido a que sigue la ley de Hooke.

3.0 ELEMENTOS DE UN PUENTE.

Los puentes son estructuras utilizadas para salvar obstáculos naturales y artificiales y sus elementos principales son:

A) SUPERESTRUCTURA.

B) SUBESTRUCTURA.

❖ 3.1 SUPERESTRUCTURA.

Es el conjunto de elementos que forman la parte superior del puente, y generalmente está compuesta por:

- ❖ **Superficie de rodamiento:** suele ser el concreto reforzado de alta resistencia y en pocas ocasiones de elementos prefabricados, también puede ser metálica como en el caso de puentes de cubierta ortotrópica.
- ❖ **Superficie bituminosa:** es una capa asfáltica que sirve como recubrimiento protector a la superficie de rodamiento.
- ❖ **Acera:** es una sección que sirve para la circulación peatonal que generalmente está en los extremos longitudinales del puente.
- ❖ **Barandales:** son elementos instalados para garantizar la seguridad de los peatones, y al mismo tiempo sirven para evitar en accidentes la caída de los vehículos al vacío.
- ❖ **Ménsulas:** son elementos que están en los extremos longitudinales del puente que normalmente son diseñados en voladizos. Estos reciben cualquier tipo de carga que actúe en los extremos del puente (losas, aceras, barandales) para luego transmitir las al elemento principal. Estos elementos pueden ser de acero o de concreto según convenga.
- ❖ **Vigas longitudinales y transversales:** cuando los puentes son de claros cortos el elemento principal son las vigas longitudinales, que se apoyan en los extremos del puente. Cuando el puente tiene un claro muy corto (menor o igual a 6 metros) no se proveen de vigas longitudinales, sino de una losa de mayor grosor la cual resulta mucho más económica. Cuando el puente

tiene un claro muy largo, el elemento principal de esta estructura puede ser una armadura, un arco o un puente colgante los cuales están provistos de vigas longitudinales y transversales que transmiten la carga hacia el elemento principal.

- ❖ **Diafragmas:** son elementos que sirven de arriostre lateral de la estructura, capaces de transmitir las fuerzas sísmicas o fuerzas de viento hacia la subestructura.

En puentes de vigas y tablero, se construyen diafragmas transversales en los extremos del puente, los principales propósitos de estos diafragmas son:

1. Suministrar apoyo lateral a las vigas.
2. Ayudar a la distribución lateral de las cargas concentradas, que pueden actuar sobre una o varias vigas principales, garantizando así que todo el puente trabaje como una unidad.

Los diafragmas intermedios transversales se colocan en el centro o en los tercios del claro, por lo general tienen entre 6 y 8 pulgadas de espesor, con cuantías nominales de refuerzo. Se utilizan para luces mayores de 40 pie.

Según la AASHTO 10.20.2 las fuerzas debido a la carga de viento cuando los patines superiores tienen soporte continuo pueden ser calculadas.

3.2 SUBESTRUCTURA.

Son elementos en los que se apoya el puente, o sea es la base del puente y es la encargada de recibir y transmitir al estrato resistente las cargas que bajan de la superestructura hacia los apoyos del puente.

Los estribos son básicamente pilares con muros en los extremos. Estos muros contienen el relleno del acceso y deben tener la longitud adecuada para evitar la erosión y que se despliegue el relleno; estos deben protegerse contra la volcadura sobre la orilla de la zapata contra el deslizamiento sobre la zapata y contra la fractura del subsuelo o la descarga de los pilotes cuando estos existan.

Los puentes de claro medio y de claro largo están sujetos a movimientos importantes de rotación y longitudinales en los extremos, es por eso que las subestructuras deben diseñarse como estructuras independientes que proporcionen elementos que sirvan de base para recibir los apoyos del puente.

Los estribos pueden ser abiertos o cerrados, los estribos cerrados pueden ser huecos o sólidos. Los estribos sólidos generalmente son de mampostería elaborados por bolones debido a la facilidad de hallar este material en la ribera de los ríos. Los estribos huecos se les conocen así por su forma estructural, pero por lo general se rellenan de suelo-cemento para proporcionarle peso y a la vez brindarle mayor seguridad a la estructura.

4.0 LAS FUNCIONES PRINCIPALES DE UN PUENTE

- Soportar el tránsito de vehículos o de otro tipo sobre un cruce, que puede ser un río, una barranca o bien otra línea de tránsito.

- Servir de forma segura.

- Ser económico.

En estos puentes además de las cerchas paralelas se usa un conjunto de vigas transversales que trasladan las cargas de peso propio y de los vehículos a los nudos inferiores de la cercha. Para alimentar las vigas transversales se usan también vigas longitudinales sobre las cuales se apoya directamente la placa de concreto reforzado que sirve de tablero al puente.

Los puentes de acero construidos han permitido alcanzar luces importantes. Los puentes sobre vigas metálicas pueden vencer luces de hasta 45m (similar al preesforzado tradicional), mientras que con puentes metálicos en celosías se ha alcanzado los 80 m, y con puentes metálicos en arco se ha llegado hasta los 100 m, constituyendo luces importantes. Los miembros de la cercha se unen mediante platinas, soldadas o pernadas.

4.1. SITUACION DE LOS PUENTES DE LA RED VIAL NACIONAL

La base de datos de puente del sistema de administración de puentes se inició con las estructuras de drenaje contenidas en el inventario vial de la red vial de Nicaragua al año 2001.

Desde ese momento se considera que una estructura debe tener al menos una longitud mayor a 6 m, medida sobre el eje de la vía a la que pertenece, para ser clasificada como puente.

A partir del año 2011, en base a la información recopilada, en el Sistema de Administración de Puentes se definió como Estructura de Drenaje mayor o puente: **“Toda obra de paso que soporta sobre el lecho del cauce que cruza, todo el peso de por lo menos el vehículo de carga más pequeño normalmente utilizado”**.

CAPITULO II.

DESCRIPCION DEL PROYECTO.



- **UBICACIÓN DEL PROYECTO.**

Se encuentra ubicado en el departamento de Matagalpa, entre los municipios de Muy Muy y Matiguas, localizado en el tramo conocido como la ruta nacional # 21B a 156 KM de la ciudad capital.

GENERALIDADES DEL PROYECTO.

El proyecto consiste en la construcción de un puente con una longitud de 170 metros y un ancho de 9 metros formados por una estructura metálica armada en dos tramos continuos y apoyados sobre sus estribos, cimentados en pilotes de concreto y una pila central. Los accesos al puente serán pavimentados concreto hidráulico, con muros de concreto contra caída de rocas.

Con respecto a su subestructura (2 estribos, fundición de 4 pilotes y una pila), una superestructura de acero (cercha metálica) y losa de concreto.

ESTRATIGRAFÍA DEL SUELO

La estratigrafía del suelo que se encontró fue de arcilla en los dos primeros metros y los diez metros siguientes se encontró arena con limos, a los 13 metros arena con piedras y a una profundidad de 15 metros se encontró toba que es un material de aspecto duro.

COSTO TOTAL DEL PROYECTO

La obra es llevada a cabo con recursos provenientes de donación del pueblo de Japón, a través de la Agencia de Cooperación Internacional del Japón.

El costo total del proyecto es de **10, 372, 405.64 dólares** correspondiendo esta cantidad a **9, 295,869.43 el costo de la obra y 1, 076, 536.21 el costo de la supervisión.**

PROPIEDADES DEL ACERO

Los elementos de Acero normalmente andan en las siguientes dimensiones de 0.4m-0.85m de peralte y el alma entre 20-25cm, en la mayoría de los elementos se ocupan secciones I y T.

Los apoyos del estribo A1 es articulado y los apoyos del estribo A2 es empotramiento.



CIMENTACIONES

Para la construcción de la pila y de los pilotes con sus zapatas respectivamente, se tuvo que hacer un estudio del estrato rocoso para la ubicación de ambos, debido a que debe haber una capacidad de soporte lo suficiente para soportar el peso de las estructuras de concreto y no ocurran asentamientos o expansiones del suelo; y den lugar a futuras fallas en el puente.

La perforación de los pilotes se realizó durante seis meses. La excavación de los estribos se realizó a mano. El nivel crítico del agua es de 4m.



MAQUINARIA EMPLEADA EN EL PROYECTO

Se emplea una retroexcavadora para remover material de fundación, una grúa para mover elemento estructural de gran peso y también para facilidad de trabajo. Camiones Volquetes para el movimiento de los materiales, así como Vibrocompactadores para compactar los materiales de fundación.

DATOS GENERALES DEL PUENTE

Las conexiones de los puentes son mayormente empernadas y soldadas, la resistencia del concreto por especificación es de 24 MPa o 4500psi, esta resistencia se obtiene también por la ayuda del tipo de formaleta. La mayoría de los materiales son llevados de Managua hasta el proyecto.

El peso de la Subestructura es de 1200 ton y la Superestructura es de 250 ton.

El máximo colado del concreto fue de 280 metros cúbicos, de acuerdo a las especificaciones. El diámetro de las varillas de acero es entre 25mm-32mm. El suelo de fundación es de CBR mayor al 20%.

Al momento de colar el concreto se hace por parte, luego de desencofrar hay que escarificar el concreto anteriormente fundido para que se adhiera el concreto fresco. Las normas empleadas son japonesas para el diseño y el proyecto. Se evaluó 3 opciones de construcción del puente.

Uso de material en la obra.

La sub- base y parte de la base de la carpeta de ruedo que se conecta con el puente se compone de material selecto con una proporción (70/30): 70% de material selecto de hormigón y 30% de material de sitio, empleado para conformación de la terracería, técnica que permite estabilización de los suelos con características plásticas, friccional y en general de dimensiones granulométricas pequeñas, predominante del lugar donde se ejecuta la obra.

Toda la carpeta de rodamiento será de concreto hidráulico y la superestructura del puente, de perfiles metálicos L, C y en su mayoría de perfiles I . la grava es de 1” de diámetro proveniente de PROINCO, el cemento es elaborado en sitio facilitado por CEMEX, el hierro se trajo de Costa Rica, cuyo grado es 60 y por último los 5 cm de espesor de asfalto.

CAPITULO III. SUPERESTRUCTURA.



LA SUPERESTRUCTURA:

La superestructura del puente es directamente traída desde Vietnam con un peso aproximadamente de 240 toneladas, regidas bajo estrictas normas de diseño de estructuras metálicas japonesas, como pruebas de ensambles, pruebas por ruptura o fallas de conexiones con diferentes equipos extranjeros de capacidad de carga, pruebas a tensión y a compresión, etc.

Es un diseño totalmente realizado por la donación japonesa donde se está cumpliendo según las especificaciones exigentes del ACI y la ASTM, además la supervisión está siendo rígida en el cumplimiento de la misma esto indica que la construcción tendrá un resultado exitoso para el cual fue diseñado esto garantizara a la población una mayor seguridad ante un evento natural de gran magnitud.

La superestructura estará hecha de acero constituido de elementos que en su mayoría serán perfiles con secciones en I de acero laminado en caliente, resistente a la corrosión atmosféricas y se alzara a una altura de 16 metro sobre el nivel promedio del Río. Para lograr el dimensionamiento de las secciones de cada elemento se tomó como dato de diseño 1500 vehículos por día, considerándose como transporte pesado intermedio y además utilizándose coeficientes de sismicidad de 0.25 y 0.40. A demás el puente tendrá un ancho total de 11.70 metros y soportaras las cargas debido a los vehículos que se consideran y una losa de concreto reforzado de 25 centímetros de espesor, que será sumada a las cargas vivas y muertas correspondiente al diseño.

En estos puentes además de las cerchas paralelas se usa un conjunto de vigas transversales que trasladan las cargas de peso propio y de los vehículos a los nudos inferiores de la cercha. Para alimentar las vigas transversales se usan también vigas longitudinales sobre las cuales se apoya directamente la placa de concreto reforzado que sirve de tablero al puente.

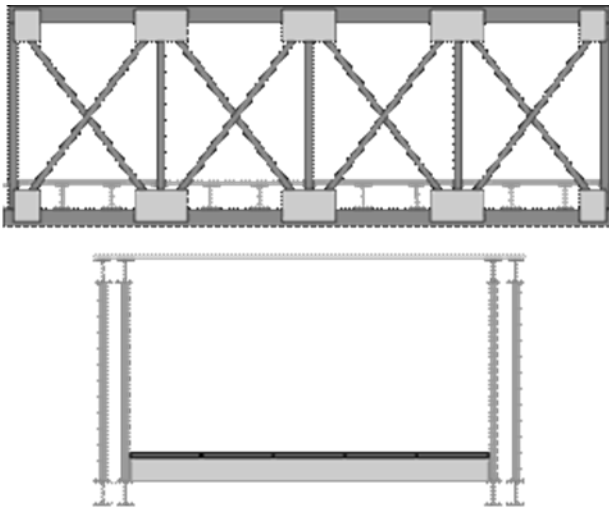


Figura No. 1: Puente con celosías metálicas

Los puentes metálicos están conformados por elementos longitudinales de sección transversal limitada, que resisten las cargas por la acción de flexión. La acción de las cargas es transversal a la longitud del elemento (acción de viga); se presentan en la sección transversal, simultáneamente, esfuerzos de tensión y compresión, complementados con los de corte, generalmente pequeños; la transmisión de fuerzas a flexión es mucho menos eficiente que la transmisión axial. Las vigas se pueden unir rígidamente con elementos verticales a través de los nudos, con la mejora en la capacidad de carga, la disminución de las deflexiones y un aumento en la capacidad de resistir fuerzas horizontales, como las de viento o sismo, conformando los pórticos.

Los emparrillados conformados con elementos rectos horizontales en ambas direcciones, unidos rígidamente a través de nudos, conforman sistemas de masa activa que permiten aumentar la capacidad portante de las vigas y reducir las deflexiones. Cuando la masa se distribuye uniformemente y desaparecen las vigas individuales, se tienen las placas o losas, que permiten más cargas con menores deflexiones, dentro de ciertos rangos de relación entre las luces.

Los miembros de la cercha se unen mediante platinas, soldadas o pernadas según se muestra en la Fotografía No. 2.



Fotografía No. 2: Vista de un nudo de cercha.

Losa: En los puentes de superestructura en acero los problemas más comunes son la infiltración y la fractura de las soldaduras que unen el piso metálico con las vigas longitudinales, lo que genera láminas levantadas, además se han identificado problemas de corrosión generalizada, la rehabilitación y mantenimiento ha disminuido los problemas.

CAPITULO IV

SUBESTRUCTURA.

Son elementos en los que se apoya el puente, o sea es la base del puente y es la encargada de recibir y transmitir al estrato resistente las cargas que bajan de la superestructura hacia los apoyos del puente.

Los estribos son básicamente pilares con muros en los extremos. Estos muros contienen el relleno del acceso y deben tener la longitud adecuada para evitar la erosión y que se despliegue el relleno; estos deben protegerse contra la volcadura sobre la orilla de la zapata contra el deslizamiento sobre la zapata y contra la fractura del subsuelo o la descarga de los pilotes cuando estos existan.

Los puentes de claro medio y de claro largo están sujetos a movimientos importantes de rotación y longitudinales en los extremos, es por eso que las subestructuras deben diseñarse como estructuras independientes que proporcionen elementos que sirvan de base para recibir los apoyos del puente.

Los estribos pueden ser abiertos o cerrados, los estribos cerrados pueden ser huecos o sólidos. Los estribos sólidos generalmente son de mampostería elaborados por bolones debido a la facilidad de hallar este material en la ribera de los ríos. Los estribos huecos se les conocen así por su forma estructural, pero por lo general se rellenan de suelo-cemento para proporcionarle peso y a la vez brindarle mayor seguridad a la estructura.

LA SUBESTRUCTURA DEL PUENTE PASO REAL

El diseño y construcción de este puente presenta en su subestructura con un peso total de 1200 toneladas y está constituido por:

Estribo A1: Este estribo está del lado de Muy Muy; estos están hechos manualmente, utilizando herramientas como pico, palas, barras, etc., Y tienen en su parte inferior cinco pilotes, 3 de ellos son de 19.5 m de longitud y dos de ellos de 17.5 m de profundidad, con un diámetro de 2.5 m, esto se debe a que el estrato rocoso varía de profundidad. La Resistencia de diseño este estribo es de 24.5 MPa.

Conformación del Estribo A1:

- 2 Pilotes
- Zapata: cuyas dimensiones son de 14m x 3.2m x 6m; Las cuales presentan un armado de hierro grado 60 tomado como referencia la norma ASTM – A615; este acero que se utiliza en la construcción se trajo de Costa Rica.
- Este estribo presenta articulación que le permite desplazarse lateralmente pero no longitudinalmente.
- Cantidad de acero utilizado en este estribo es de 6.8 toneladas.

Estribo A2: Este estribo está del lado de Matiguás y su estructura contiene:

- 3 pilotes de profundidad de 8 m.
- Zapata cuyas dimensiones son de 14 m x 3.2 m x6m y con las mismas características del armado de hierro.
- Este estribo esta empotrado, es decir fijo.
- Cantidad de acero utilizado en este estribo es de 9.070 toneladas. La Resistencia es igual al estribo A1, siendo de 24.5 MPa.

CLASIFICACION DE LAS CIMENTACIONES.

El diseño de cimentaciones de estructuras como edificios, presas y puentes, requiere el conocimiento de factores como: la carga que será transmitida por la superestructura a la cimentación, los requisitos del reglamento nacional de construcción, el comportamiento esfuerzo-deformación de los suelos y las

condiciones geológicas del suelo. Las cimentaciones se clasifican en cimentaciones profundas y cimentaciones poco profundas. Las cimentaciones poco profundas o superficiales son aquellas en las que las profundidades de desplante no es mayor que dos veces el ancho del cimientto y las cimentaciones profundas son aquellas cuya relación entre el área de la sección transversal y su longitud es muy alta, siendo estos denominados pilotes.

- Cimentaciones poco profundas.

Cuando el terreno se encuentra a una profundidad relativamente limitada, es factible llegar con frecuencia a él por medio de una excavación de cielo abierto y soportar directamente la estructura a ese nivel usando una fundación superficial. Los tipos más utilizados son: los cimientos aislados, los cimientos combinados, los cimientos continuos y las placas corridas, en la mayoría de éstas la profundidad de empotramiento puede ser igual o menor a tres veces el ancho de la cimentación.

- Cimentaciones profundas.

En general los pilotes son elementos que se utilizan para transmitir las cargas de una estructura a estratos profundos más resistentes que los mantos superficiales o bien cuando el uso de cimentaciones superficiales causará un daño estructural considerable causando inestabilidad.

Los pilotes pueden clasificarse atendiendo a diferentes causas:

a) Respecto a los materiales empleados en su elaboración:

De madera.

De acero.

De concreto simple.

De concreto reforzado.

De concreto preesforzado.

Compuestos.

b) Respecto al lugar de su construcción:

Prefabricados: cuando el pilote se fabrica en un lugar distinto a su hincado.

Colados in situ al ser hincados en el lugar de la obra.

c) Respecto a la sección transversal:

Hueca.

Maciza.

d) Respecto a su apoyo:

Pilotes de fricción: cuando la mayor parte de la carga del pilote se transmite al terreno por fricción en su superficie lateral.

Pilotes de punta: cuando la mayor parte de la carga del pilote se transmite por apoyo directo del extremo del pilote a un manto resistente.

Pilotes de apoyo compuestos: cuando parte de la carga del pilote se transmite al terreno por fricción y el resto por apoyo directo.

e) Respecto a su dirección:

Pilotes verticales.

Pilotes inclinados.

Los pilotes pueden fabricarse en una gran variedad de tamaños, formas y materiales para adaptarse según sean los requisitos especiales, incluyendo la competencia económica. Aunque su variedad desafía las clasificaciones sencillas, pueden estudiarse desde el punto de vista de los principales materiales de que están hechos. Los pilotes más comunes son:

Pilotes de acero: se utilizan mucho como pilotes los tubos de acero, que por lo general se llenan de concreto una vez hincados, y los perfiles de acero en H cuando las condiciones requieren un hincado violento, longitudes grandes, o elevadas cargas por pilotes. Este tipo de pilotes se usan cuando la carga es mayor de 45 ton., éstos solamente se dañan si los esfuerzos de trabajos son grandes.

Pilotes de concreto: se dividen en dos categorías principales, coladas en el lugar y precoladas.

.

Pilotes de madera: la longitud de estos pilotes se limita por la altura de los árboles disponibles, aunque se usan en algunas construcciones éstos no soportan los esfuerzos debido a un fuerte hincado, por lo que su colocación debe ser cuidadosamente eficiente. La resistencia de la punta puede incrementarse usando regatones de acero, pero para un tipo dado de martinete el peligro de romper los pilotes puede reducirse mucho únicamente limitando el esfuerzo inducido en la cabeza del pilote y el número de golpes del martillo. La carga de trabajo de éstos se reduce a 25 ton.

Pilotes compuestos: este tipo de pilotes se fabrican uniendo secciones superiores e inferiores de materiales diferentes como concreto arriba del nivel de las aguas freáticas y madera sin tratar debajo. El costo Y la dificultad para obtener una junta aceptable ha sido la causa del abandono casi total de este tipo de construcción.

CAPACIDAD DE CARGA EN LOS PILOTES.

Existen dos procedimientos básicos para estimar la carga última, y en consecuencia, la carga de trabajo que pueda soportar un pilote:

1. Método estático: el cual considera la resistencia por apoyo de la punta y la resistencia por fricción en la superficie lateral del pilote, la capacidad del pilote se estima a partir de la evaluación de los suelos en que se apoyará el mismo.
2. Método dinámico: se basa en el trabajo que se requiere para hincar el pilote por los golpes del martinete. En consecuencia solo es aplicable a pilotes que se hincan por este procedimiento.

Método estático.

Resistencia unitaria última de punta de pilotes

Coeficientes de fricción lateral	
Tipos de suelos	Fricción lateral (ton/m ²)
Arcilla suave y limos	1-2

Limo arenoso	2-5
Arcilla rígida	4-10
Arena suelta	2-.3
Arena densa	3-10

Pila

La pila tendrá una altura de 21.5m, lo que corresponde a 5 cuerpos, 2 cuerpos enterrados y 2 cuerpos en la superficie. La cantidad de volumen de concreto utilizado en la pila es de 900m³, con una resistencia de 24 MPA, la zapata tiene una dimensión de 12.50m x 8.50m x 2.70m de espesor utilizado 280m³ de concreto.

Muros de retención

Se construyeron 13 muros a la izquierda y 3 muros a la derecha faltando una cantidad de 15 muros, el propósito de estos muros de retención es proteger la vía sobre los deslizamientos de rocas. Los muros son de concreto con una resistencia de 18 MPA, reforzado con una malla metálica traída de Japón, la altura es variable de 2.40m hasta 4.5m depende de las condiciones del suelo.

Criterios de Diseño

El puente se ha diseñado con criterios de Japón, considerando 1500 unidades de vehículos por día, los coeficientes sísmicos para los estribos son diferentes, C.S=0.25 para el estribo A1 y C.S=0.40 para el estribo A2.

Constructivos de los estribos

La zapata del estribo A1 es de 14m x 3.20m x 6m con un concreto de 24mpa, los dos pilotes de este estribo tienen un diámetro de 2.5m, los pilotes del estribo A1 están a una mayor profundidad debido a que estos deben de ser fundados sobre un estrato rocoso para que la estructura sea estable.

El acero utilizado para esta obra se acero grado 60 de la norma ASTM A615, este acero es exportado desde Costa Rica. El acero utilizado en el pilote A1 es de 1 pulgada de diámetro y en estribo A2 el acero tiene un diámetro de pulgada y media.

La longitud total del puente es de 170 metros con dos claros de 85m, el ancho total de la calzada es de 9,90m cada carril tendrá un ancho de 3.75m está diseñado con cerchas metálicas de viga continua, también tendrá losas de concreto tanto en el puente como en las dos aproximaciones del miso, junto con sus respectivos andenes.

El estribo A1 esta soportado por dos pilotes uno de 17.5 y otro de 19.5, en el otro extremo el estribo A2 tiene 3 pilotes de 8m de profundidad cada uno; la perforación para la instalación de los pilotes para cada estribo siendo realizada a mano ya que no se ocupó maquinaria de ningún tipo, las únicas herramientas utilizadas fueron, piochas, barras y palas.

La resistencia del control usado en los muros de retención es de 18mpa, luego del colado de concreto que esperan dos días para el desencofre, y la resistencia de concreto en los pilotes es de 30mpa, la resistencia del concreto se hace en el laboratorio que está en el plantel en el cual prueban a compresión los cilindros de concretos recogidos al momento del colado.

La altura de los estribos son de 6m, esta altura es suficiente para evitar que el agua sobre pase la carpeta de rodamiento ante cualquier huracán con magnitudes conocidas hasta ahora, la altura máxima que se registró en el último huracán fue de 2.5m partiendo de esto el diseñador decidió dejar un buen margen de seguridad. Hablando de márgenes de seguridad en los pilote esto aplica al momento de encontrar el manto rocoso ya que este luego de ser ubicado es perforado hasta dos metros de profundidad.

El peso de la estructura de un estribo es de 1200 toneladas si incluir el peso de la súper estructura que es de aproximadamente 250 toneladas, dicho peso está distribuido entre las tres sub estructuras que son: dos estribos y una pila.

CAPITULO V

DISEÑO DE VIGAS Y LOSA



Esta sección contiene disposiciones del reglamento del ACI 318 (INSTITUTO AMERICANO DEL CONCRETO), en lo concerniente a la limitación de dimensiones relacionadas con los cálculos de rigidez y de flexión que son citadas de este reglamento para la construcción de este puente que son las siguientes:

- **Sistemas de vigas T**

- 1) En la construcción de vigas T, las alas y el alma deben construirse monolíticamente o, de lo contrario, deben estar efectivamente unidas entre sí.
- 2) El ancho efectivo de la losa usada como ala de las vigas T no debe exceder $1/4$ de la luz de la viga, y el ancho sobresaliente efectivo del ala a cada lado del alma no debe exceder:
 - (a) 8 veces el espesor de losa, y
 - (b) la mitad de la distancia libre a la siguiente alma
- 3) Para vigas que tengan losa a un solo lado, el ancho sobresaliente efectivo del ala no debe exceder:
 - (a) $1/12$ de la luz de la viga,
 - (b) 6 veces el espesor de la losa, y
 - (c) la mitad de la distancia libre a la siguiente alma.
- 4) En vigas aisladas, en las que solamente se utilice la forma T para proporcionar con el ala un área adicional de compresión, el ala debe tener un espesor no menor de $1/2$ del ancho del alma, y un ancho efectivo no mayor de 4 veces el ancho del alma.
- 5) Cuando el refuerzo principal por flexión en una losa que se considere como ala de una viga T (excluyendo las viguetas) sea paralelo a la viga, se debe disponer de refuerzo perpendicular a la viga en la parte superior de la losa de acuerdo con lo siguiente:

El refuerzo transversal se debe diseñar para resistir la carga mayorada que actúa sobre el ala suponiendo que trabaja en voladizo. Para vigas aisladas debe considerarse el ancho total del ala. Para otros tipos de vigas T, sólo es necesario considerar el ancho sobresaliente efectivo del ala.
- 6) El espaciamiento del refuerzo transversal no debe exceder de 5 veces el espesor de la losa ni de 450 mm.

Métodos de diseño para puentes de acero.

Las especificaciones de la AASHTO así como las del manual AISC proveen dos alternativas en los métodos de diseño para puentes. La AASHTO considera en el proceso de las cargas de servicio (admisible en los trabajos del diseño de esfuerzos, ASD) el diseño estándar propuesto para todos los tipos de estructuras. La aplicación del método implica que estos miembros de acero estructural proporcionan en el diseño básico de cargas y fuerzas, esfuerzos admisibles y limitaciones funcionales para el material apropiado bajo condiciones de servicio.

Acorde con el método de diseño de fuerza (diseño de factor de carga), los ingenieros pueden seleccionar una alternativa de las propuestas ya sea como claros simple o como vigas continuas y puentes de traveses de una longitud moderada. Esta aproximación considera el diseño de cargas múltiples. Además, de asegurar el nivel de servicio y durabilidad, el diseño más enfocado en el control de las deformaciones permanentes bajo condiciones de cargas, las características de fatiga bajo cargas de servicio, y el control de las deflexiones de cargas bajo condiciones de trabajo.

Las cargas vivas de servicio están definidas como cargas de vehículos los que pueden operar en un sistema de camino especial fuera de lo permitido, por ejemplo los caminos estándar y pistas de carga. Otras cargas son las cargas vivas que pueden ser admisibles en puentes, en ocasiones especiales, provistas siempre de que no causen daño permanente en la estructura.

Los momentos, esfuerzo cortante, y otras aplicaciones de carga son calculados asumiendo el comportamiento elástico de la estructura aunque hay excepciones. Los miembros de un puente son proporcionados por sus cálculos, la resistencia factorada es mínima así como el efecto total de todas las cargas factoradas.

Los metales comúnmente empleados en construcción reúnen una serie de propiedades generales, para poder ser empleados industrialmente deben ser de fácil obtención, darles formas apropiadas para su uso y alcanzar ciertas resistencias.

Vigas principales

Las vigas principales serán perfiles W con peralte de 0.4m hasta 0.8m, también se incorporara secciones T, rectangulares y C. Las secciones serán de acero laminado en caliente anticorrosivo.

La armadura funciona de forma análoga a la viga. La hilera superior de elementos, llamado cordón superior, queda en compresión, al igual que el ala superior de la viga. Los elementos que forman el cordón inferior, como el ala inferior de la viga, quedan en tensión.

Los elementos verticales y diagonales que van de uno a otro cordón quedan en tensión o en compresión según la configuración y según cambia la posición de la carga móvil. Los elementos sujetos sólo a tensión bajo cualquier patrón de carga posible son esbeltos. Los demás elementos son más masivos; pueden ser piezas que dejen el centro hueco y que a su vez estén formadas por pequeños elementos triangulares.

Puentes con armaduras poligonales o parabólicas

El cordón superior es de forma poligonal con su punto de mayor peralte en el centro. El cordón inferior es generalmente horizontal.

Puentes con armaduras rectangulares

El cordón poligonal es el cordón horizontal.

Puentes con armadura de tablero superior

Queda totalmente debajo del tablero, el cual se apoya sobre las placas de los cordones superiores.

Puentes con armadura de tablero superior

Sostiene al tablero por medio de las placas o pasadores de sus cordones inferiores.

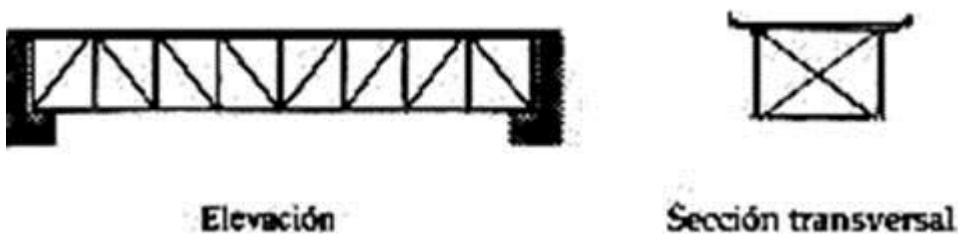


Figura No. 5: Armadura de tablero superior

Puentes con armadura de tablero inferior

Cuyas vigas armadas están unidas por encima del nivel del tablero por elementos de arriostamiento.

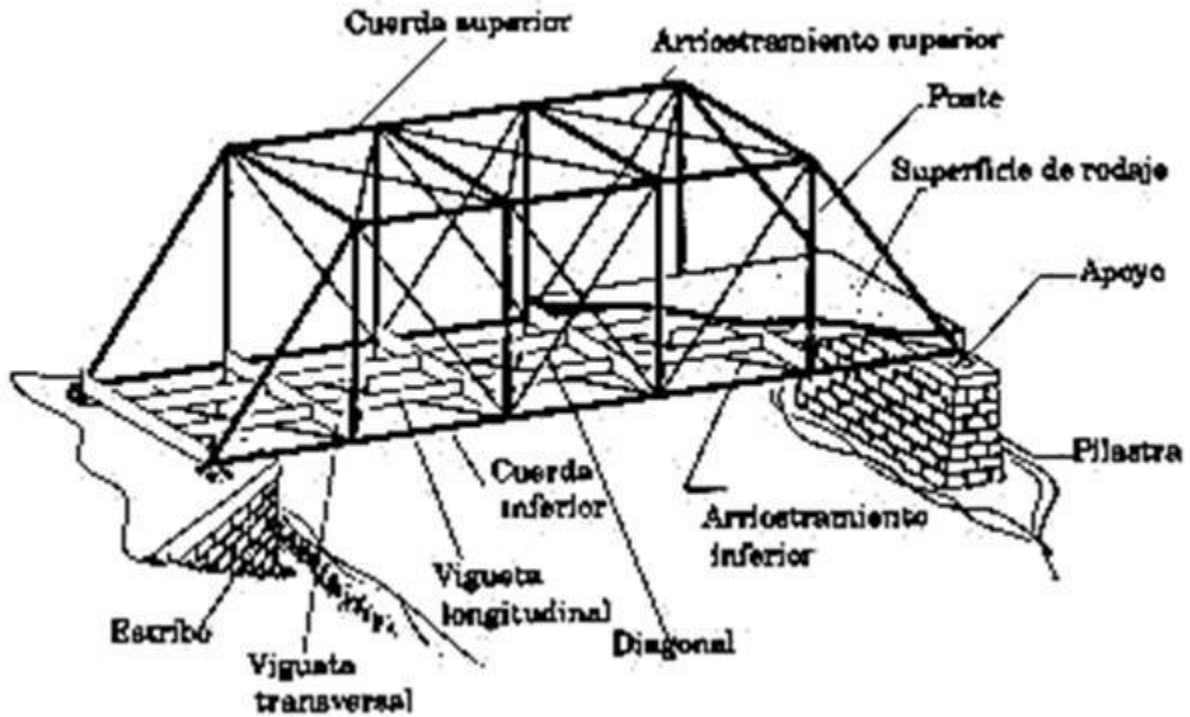


Figura No. 6: Elementos de un puente de armadura de tablero inferior

Vigas, Largueros y Diafragmas: La corrosión generalizada o parcial es el daño principal de las vigas, largueros y diafragmas, encontrando problemas de falta de tensión de los elementos de arriostramiento inferior, y grietas a flexión en vigas transversales y longitudinales por la falta de capacidad de carga. Otro de los problemas más comunes es la infiltración que afecta el estado de los diafragmas intermedios y las vigas debido principalmente al inadecuado diseño de los drenes. Problemas de vibración excesiva y elementos faltantes o pérdida de sección en pernos y/o remaches.

CAPITULO VI

CONCLUSIONES Y

RECOMENDACION

CONCLUSIONES

De acuerdo con los objetivos que se proyectaron al inicio de esta investigación documental se logra dar información sobre el conocimiento de un puente, su elementos que lo componen y partes que lo componen que cualquier persona le interese saber sobre el avance y ejecución con que va avanzando y a la vez brindar información sobre el sistema constructivo que se está llevando a cabo la obra.

El puente paso real es una estructura construida con tecnología Japonesa, la cual cuenta con un sistema de dos estribos y una pila en la sub estructura, y en su súper estructura posee una losa de concreto, vigas de acero una cercha metálica continua.

El avance de la obra está contemplado en la construcción del estribo del lado del Municipio de Matiguas (A2), las canaletas U-Ditch para drenaje, la construcción de la pila y de la zapata del estribo A1 que corresponde al estribo del lado del Municipio de Muy Muy. Estas obras conforman un porcentaje de avance equivalente a un poco más de la séptima parte de toda la obra.

Con la realización de este proyecto, mejorara el servicio de la red vial, reduciendo los tiempos de viaje del transporte de carga, contribuyendo consecuentemente al desarrollo de la economía nacional, además va a garantizar un tráfico seguro y estable que beneficiara a la movilización de las personas, bienes y servicios que se mueven en la zona de influencia, siendo las más de influencia, siendo las más beneficiadas comunidades agrícolas y ganadera que transportan productos fuera del país.

En la parte de diseño de este megaproyecto se aplicaran algunas disposiciones de Normas de diseño del Reglamento ACI – 318 **Requisitos de Reglamento para Concreto Estructural al igual que RNC (Reglamento nacional de la Construcción Nacional).**

RECOMENDACIONES

Con la realización de este proyecto se mencionan las siguientes recomendaciones que no fueron incluidas en este trabajo por lo tanto se recomienda para un mayor dominio del tema expuesto lo siguiente:

- a) En este informe no se contempla una memoria de cálculo de diseño por motivo que es una investigación que sirve como base general investigativa en lo que respecta área de puente.
- b) Se requiere por parte del lector o de la persona interesada dominar las Normas y Reglamentos de Diseño y construcción en lo que respecta al Área de Puente para un mayor entendimiento.
- c) La realización del proyecto en su aspecto constructivo requiere la aplicación de una estrategia predeterminada conjuntamente con un plan de ejecución de manera coordinada, a través de trabajos de taller y de montaje en el sitio de obra; así como el uso y manejo de equipo de Izaje (grúas) de diferentes categorías o capacidades según la estrategia y plan de trabajo establecido; además, contar con el equipamiento adecuado y tecnológicamente actualizado para la realización de trabajos en estructura metálica.
- d) En los puentes de superestructura en acero los problemas más comunes son la infiltración y la fractura de las soldaduras que unen el piso metálico con las vigas longitudinales, lo que genera láminas levantadas, además se han identificado problemas de corrosión generalizada, la rehabilitación y mantenimiento ha disminuido los problemas por lo tanto se recomienda darle un mantenimiento continuo o periódico para así garantizar protección a la superestructura del puente.

BIBLIOGRAFIA

1) INTERNET

➤ www.mti.gob.ni

2) APUNTES DEL ING. ALTAMIRANO.

3) REGLAMENTO INTERNACIONAL DEL CONCRETO (ACI).

4) REGLAMENTO INTERNACIONAL DEL ACERO (AISC).

5) REGLAMENTO NACIONAL DE LA CONSTRUCCION (RNC).

ANEXOS

Puente Paso Real (Muy Muy - Matiguas)



Imagen muestra la colocación de la primera piedra de la obra. 04 Junio 2015.



Construcción de un Estribo.

Puente Paso Real (Muy Muy - Matiguas)



Imagen con vista de Los dos estribos construidos para el puente.

Puente Paso Real (Muy Muy - Matiguas)



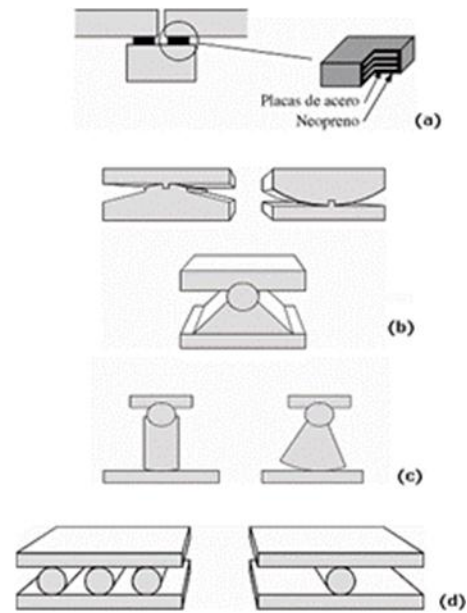
Imagen de avance de construcción en la Superestructura.

Puente Paso Real (Muy Muy - Matiguas)



Imagen de Avance de la Subestructura en la Actualidad.

Puente Paso Real (Muy Muy - Matiguas)



La Figura muestra Algunos tipos de apoyo en puentes (a. Placas de neopreno, b. Fijo de acero, c. Balancín, d. Rodillos).