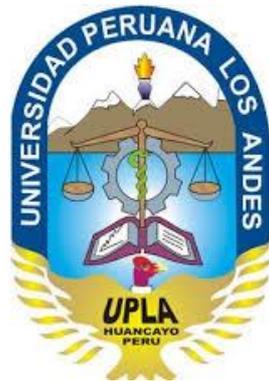


"AÑO DE LA LUCHA CONTRA LA CORRUPCIÓN Y LA IMPUNIDAD"

**UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**INFORME TÉCNICO**

**PROCESO CONSTRUCTIVO DEL PUENTE TIPO ARCO ATIRANTADO EN  
LA CC. NN. LAGARTO DISTRITO PALCAZÚ - PASCO**

**PRESENTADO POR:**

**BACH: CCORA QUINTO, JUAN ALBERTO**

**PARA OPTAR TITULO PROFESIONAL DE**

**INGENIERO CIVIL**

**HUANCAYO - PERÚ**  
**2019**

**HOJA DE CONFORMIDAD DE JURADOS**

---

**DR. CASIO AURELIO TORRES LOPEZ  
PRESIDENTE**

---

**DR. FRANCISCO CYL GODIÑO POMA  
JURADO**

---

**ING. JULIO BUYU NAKANDAKARE SANTANA  
JURADO**

---

**ING. YINA MILAGRO NINAHUANCA ZAVALA  
JURADO**

---

**MG. MIGUEL ÁNGEL CARLOS CANALES  
SECRETARIO DOCENTE**

## **DEDICATORIA**

El presente informe técnico está dedicada a mi familia quien fue el soporte a lo largo de toda mi formación profesional.

Juan A. Ccora Quinto

## **AGRADECIMIENTO**

A la Universidad Peruana Los Andes, por brindarme la oportunidad de realizarme como profesional.

A los docentes de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil, por los conocimientos ofrecidos y experiencias transferidas a lo largo de mi formación profesional.

A mi familia por su apoyo constante.

# ÍNDICE

DEDICATORIA.....	iii
AGRADECIMIENTO .....	iv
ÍNDICE DE CUADROS .....	viii
RESUMEN .....	ix
SUMMARY.....	x
INTRODUCCIÓN .....	xi

## CAPITULO I.

### PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Planteamiento formulación del problema.....	13
1.1.1. Planteamiento del problema.....	13
1.1.2. Formulación del problema .....	14
1.2. Objetivos.....	14
1.2.1. Objetivo general .....	14
1.3. Justificación .....	14
1.3.1. Práctica .....	14
1.3.2. Metodológica .....	15
1.4. Delimitación .....	15
1.4.1. Espacial.....	15
1.4.2. Temporal .....	16

## CAPITULO II.

### MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes .....	17
2.2. Marco Conceptual.....	19
2.2.1. Puente.....	20
2.2.2. Partes de la estructura. ....	20
2.2.3. Tipos de puentes.....	28
2.2.4. Materiales de la Sub Estructura .....	36
2.2.5. Materiales de la Súper Estructura .....	37
2.3. Ubicación .....	39
2.3.1. Aspectos socio económicos .....	42
2.4. Tipo de proyecto .....	45
2.5. Normatividad.....	46
2.6. Definición de términos .....	47

## CAPITULO III.

### METODOLOGÍA

3.1. Tipo de estudio .....	49
3.2. Nivel de estudio .....	49
3.3. Diseño de estudio .....	49
3.4. Técnica e instrumentos de recolección de datos .....	49

## CAPITULO IV.

### DESARROLLO DEL INFORME

4.1. Resultados.....	51
4.1.1. Estudio básico de topografía.....	51

4.1.2.	Estudio de canteras.....	55
4.1.3.	Estudio Geotécnico .....	57
4.1.4.	Estudio de tráfico.....	65
4.1.5.	Estudio hidrológico .....	71
4.1.6.	Estudio de geológico geotécnico.....	73
4.1.7.	Impacto ambiental .....	74
4.1.8.	Proceso constructivo (sub estructura) .....	76
4.1.9.	Proceso constructivo de estribos (sub estructura).....	81
4.1.10.	Proceso constructivo de la superestructura metálica .....	93
4.1.11.	Losa de concreto y veredas .....	112
4.1.12.	Dispositivo de control sísmico .....	114
4.2.	Discusión de los resultados. ....	116
	CONCLUSIONES .....	118
	RECOMENDACIONES .....	119
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	120
	ANEXOS .....	121

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Ubicación del Proyecto.....	39
Cuadro 3. Población del Distrito de Palcazu .....	42
Cuadro 4. Población del Distrito de Palcazu (Urbana y Rural).....	42
Cuadro 5. Matriz de Involucrados .....	45
Cuadro 6. BMS.....	52
Cuadro 7. Ensayos de Mecánica de Suelos .....	61
Cuadro 8. Contenido de Tráfico Vehicular en dos Sentidos por Día. ....	68
Cuadro 9. Tramo: Camino Rural Lagarto .....	70

## RESUMEN

En el presente informe se planteó como problema general ¿En qué medida beneficia el proceso constructivo adecuado del puente tipo arco atirantado ubicado en la CC. NN. Lagarto al distrito Palcazú -Pasco?, y el objetivo general fue: determinar los beneficios del proceso constructivo del puente tipo arco atirantado ubicado en la CC. NN. Lagarto al distrito Palcazú - Pasco.

El tipo de estudio fue aplicado, de nivel descriptivo y de diseño no experimental.

Las conclusiones a la que se llegó fue que los beneficios del proceso constructivo del puente tipo arco atirantado ubicado en la CC. NN. Lagarto al distrito Palcazú – Pasco, son relevantes, en el sentido de dar a conocer a la sociedad, empresas y consultores del sector construcción que el proceso constructivo de un puente tipo arco atirantado, se da inicio con la construcción de la subestructura culminado por la superestructura.

**Palabras claves:** Proceso Constructivo. Puente. Tipo arco. Atirantado.

## **SUMMARY**

In this report, it was raised as a general problem: To what extent does the appropriate construction process of the cable-stayed arch bridge located in the CC benefit. NN Lizard to the Palcazú-Pasco district ?, and the general objective was: to determine the benefits of the construction process of the cable-stayed arch bridge located in the CC. NN Lizard to the Palcazú - Pasco district.

The type of study was applied, descriptive level and non-experimental design.

The conclusions reached were that the benefits of the construction process of the cable-stayed arch bridge located in the CC. NN Lizard to the Palcazú - Pasco district, are relevant, in the sense of making known to society, companies and consultants of the construction sector that the construction process of a cable-stayed arch bridge begins with the construction of the substructure culminated by the superstructure.

**Keywords:** Construction Process. Bridge. Bow type. Cabled.

## INTRODUCCIÓN

La Norma para el diseño y control del procedimiento constructivo de puentes en nuestro país es el AASHTO LRFD 2014 y el manual de puentes del MTC.

En el Perú, no se realiza una adecuada conservación Puentes, generando así un problema mayor ya que el deterioro de la Infraestructura tanto como para las Obras de Arte.

El primer capítulo abarca planteamiento del problema: Proceso Constructivo Del Puente Lagarto, que esta ubica en la CC. NN. Lagarto, Distrito de Iscozacin, Provincia de Oxapampa y Región de Pasco.

El segundo capítulo comprende el marco teórico, donde se considera la normatividad de ley de contrataciones la N°1017, ASTM, MTC, AASHTO y siendo los materiales resaltantes como: cemento, agregados, pintura, estructura metálica.

El tercer capítulo comprende la metodología, donde se explica el tipo, nivel i diseño de estudio.

El cuarto capítulo abarca los resultados y discusión, lo cual incluye la ingeniería de proyecto como estudios básicos (topografía, suelos, hidrología y estructuras) y complementarios (impacto socio económico y

ambiental). Así mismo entregando los resultados obtenidos en las etapas del proceso constructivo.

Al final se considera las conclusiones y recomendaciones del informe de suficiencia profesional. Y a la vez se adjunta los anexos como: planos de construcción, plan de seguridad, plan de montaje y lanzamiento.

## **CAPITULO I.**

### **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

#### **1.1. Planteamiento formulación del problema.**

##### **1.1.1. Planteamiento del problema.**

La Ingeniería Civil es la disciplina de la ingeniería. Esta encargada del diseño constructivo y evaluación de estructuras destinada a un bien común cuya función es la de participar en las diferentes etapas de un proceso de ejecución lo que significa realizar el control del proceso constructivo adecuado que servirá para otorgar una obra de calidad. Por ejemplo, el proceso constructivo del puente tipo arco atirantado ubicado en la CC. NN. Lagarto distrito Palcazú, provincia Oxapampa, departamento de Pasco.

Las obras de arte en Puentes son estructuras que involucran muchas variables, combinaciones de carga que soportan, solicitudes de medio ambiente, terreno, materiales y forma de construcción, entre otras, desde que esta infraestructura se pone a disposición de los usuarios, comienza un deterioro progresivo de todos sus elementos.

En el Perú, no se realiza una adecuada conservación Puentes, generando así un problema mayor ya que el deterioro de la Infraestructura tanto como para las Obras de Arte.

La Norma para el diseño y control del procedimiento constructivo de puentes en nuestro país es el AASHTO LRFD 2014 y el manual de puentes del MTC.

### **1.1.2. Formulación del problema**

¿En qué medida beneficia el proceso constructivo adecuado del puente tipo arco atirantado ubicado en la CC. NN. Lagarto distrito Palcazú -Pasco?

## **1.2. Objetivos**

### **1.2.1. Objetivo general**

Determinar los beneficios del proceso constructivo adecuado del puente tipo arco atirantado ubicado en la CC. NN. Lagarto distrito Palcazú - Pasco.

## **1.3. Justificación**

### **1.3.1. Práctica**

El presente informe técnico ayudara a resolver las dudas e inconvenientes que se presenta en un proceso constructivo de un puente tipo arco atirantado; a los ingenieros, empresas consultoras, y empresas constructoras que recién se inician en el área de vías y transporte.

### **1.3.2. Metodológica**

Los instrumentos que se diseñarán y elaborarán para el presente informe técnico servirá para recopilar la información, asimismo para analizar los datos, los mismos que ha sido guiado y orientados en todo momento por el método científico. La metodología utilizada servirá para investigaciones análogas y con aplicación a otros temas.

Teniendo claro los procesos constructivos de un puente tipo arco atirantado podemos encontrar la secuencia de partidas a ejecutar en una ejecución de obras viales.

Por lo tanto, es importante conocer los principales procedimientos constructivos para la correcta ejecución de proyectos viales, como es el caso de puentes.

- Planos de construcción.
- Plan de seguridad.
- Plan de montaje y lanzamiento.

Teniendo el conocimiento previo podemos decir que el proceso constructivo de un puente tipo arco atirantado se debe tener mucho cuidado en el control de las pruebas y la calidad de materiales.

## **1.4. Delimitación**

### **1.4.1. Espacial**

El puente que elegí fue porque es un puente con una Luz de 70 m. Asimismo porque mi persona participo como parte de la empresa constructora, por lo cual tuve acceso a toda la información física y digital.

#### **1.4.2. Temporal**

El proceso constructivo se dio entre los años 2015-2016 ya que hasta la actualidad en la región Junín no existe mucha información sobre el informe técnico citado, y tener en cuenta que, en caso de lluvia o climas extremos el proceso de lanzamiento no debe paralizarse.

## **CAPITULO II.**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1. Antecedentes**

Navarro, M. (2009), con la tesis denominada “Evaluación del proceso constructivo del puente Cuicua-Apurimac” (tesis de titulación) Universidad Nacional de Ingeniería – Lima. Se inicia el estudio evaluando las partidas ejecutadas; de tal forma y de acuerdo al método empleado dentro de un estándar de rendimiento aceptable se separan entre correctas e incorrectas. Correctas por la apropiada ejecución en las obras civiles; incorrectas por las deficiencias encontradas (capítulo I), se muestra en el final de cada comentario tres rendimientos para tomar en cuenta; el rendimiento de proyecto aprobado en la etapa de licitación, el rendimiento ejecutado real de campo tomado in situ y el rendimiento óptimo de la partida compatible con experiencias similares. A continuación se realiza la evaluación en mayor detalle de las partidas catalogadas como incorrectas (capítulo II); analizando en ellas los errores u omisiones desde la etapa de diseño, los inconvenientes encontrados en el campo y se culmina redactando las soluciones que se adoptaron. El análisis de esta sección se basa en detalles técnicos y administrativos de los siguientes

puntos: la partida de excavaciones en ambos márgenes, la partida del falso puente ejecutado, la intervención económica por parte del MTCVC-PERT ejercida desde Octubre de 1999 hasta la culminación de las obras en marzo del 2001 y la rotura de un cable torón de  $\varnothing$  5/8" del tendón de viga en la superestructura en el momento de tensado.

Ampuero, E. (2012) con la tesis denominada: "Consideraciones estructurales en el análisis y diseño de puentes colgantes" (tesis para optar el título profesional) Universidad Nacional de Ingeniería - Lima. El tema de la presente tesis comprende la aplicación de una metodología para el análisis preliminar de puentes colgantes, cuyos resultados serán comparados con el análisis utilizando un método más elaborado como es el método de los elementos finitos a través de un programa de cómputo especializado, el mismo que presenta la opción de realizar el análisis no lineal geométrico siguiendo el proceso constructivo. La metodología fue desarrollada por Gregor P. Wollmann, en su artículo publicado en el Journal of Bridge Engineering, Vol. 6, N° 4, julio/agosto de 2001 de la American Society of Civil Engineers (ASCE). En dicho artículo se revisa la derivación de la ecuación fundamental del análisis de puentes suspendidos basado en la teoría de la deflexión. Para la solución de esas ecuaciones, se presenta un método práctico que puede ser implementado en programas comercialmente disponibles para análisis matemático o para casos simples en programas de hoja de cálculo. El método toma ventaja de la analogía entre una viga suspendida y una viga bajo tensión. Una tabla con soluciones analíticas para los problemas de viga bajo tensión se presenta para casos de carga aplicables al análisis de puentes colgantes. El empleo de

programas comerciales de cálculo estructural para resolver diferentes configuraciones o tipologías de puentes, cada vez más complejos, requiere de un entendimiento preliminar en forma cualitativa de los resultados a obtener en los elementos principales de la estructura, lo cual logramos al utilizar el método descrito líneas arriba.

Castillo,R. (2013) con la tesis denominada: Diseño preliminar de la superestructura de un puente en arco atirantado tipo Network sobre el río Puchuchoa (tesis de titulación). El mencionado trabajo se describe el diseño de los componentes más importantes de la superestructura como arcos atirantados y sus arriostramientos transversales, tirantes, tablero, vigas de borde, protecciones laterales vehiculares y peatonales aplicando los criterios de los estados límite según las especificaciones estadounidenses para el diseño de puentes de carretera (AASHTO-LRFD) y las recomendaciones establecidas por diferentes investigadores, el diseño de algunos de los elementos secundarios y ciertos detalles constructivos se dejan para una etapa posterior cuando se realice el diseño definitivo. Se realiza una estimación del costo de la construcción del puente a base de los elementos diseñados y se concluye que el diseño de puentes en Arco Atirantado tipo Network es conveniente para puentes de luces de 85 m.

## **2.2. Marco Conceptual**

Se ha tomado en cuenta como antecedentes lo que indica (Villarino Otero), asimismo también (Ramirez Coria & Leon Avila, 2010) siendo lo siguiente:

### 2.2.1. Puente.

La AASHTO define a un puente tipo arco atirantado como una estructura que tiene una abertura no menor a 30000 mm y que forma parte de una carretera en el cual se tiene que tener en cuenta la planeación, diseño, procedimiento constructivo y mantenimiento.

### 2.2.2. Partes de la estructura.

Los componentes principales de un puente tipo arco atirantado son:

- Superestructura.
- Subestructura.

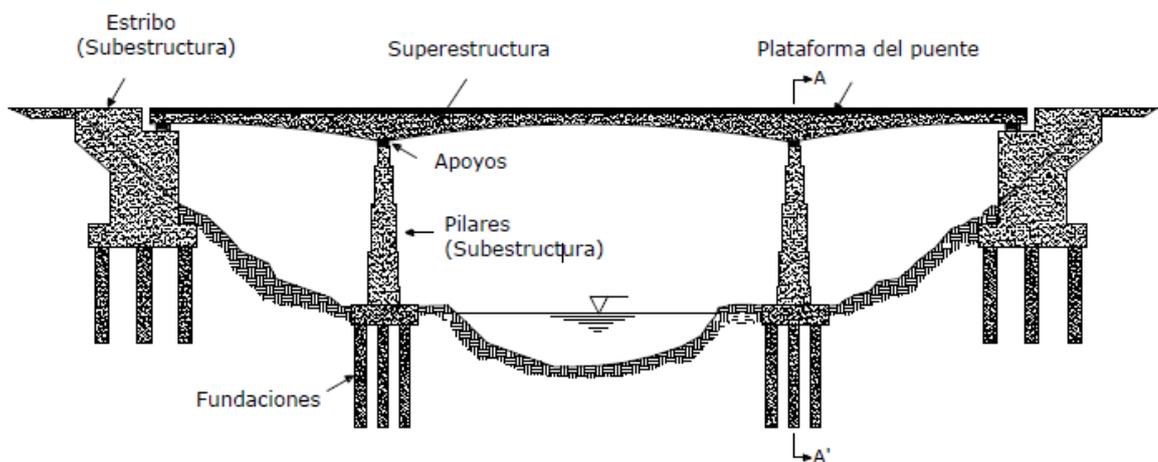
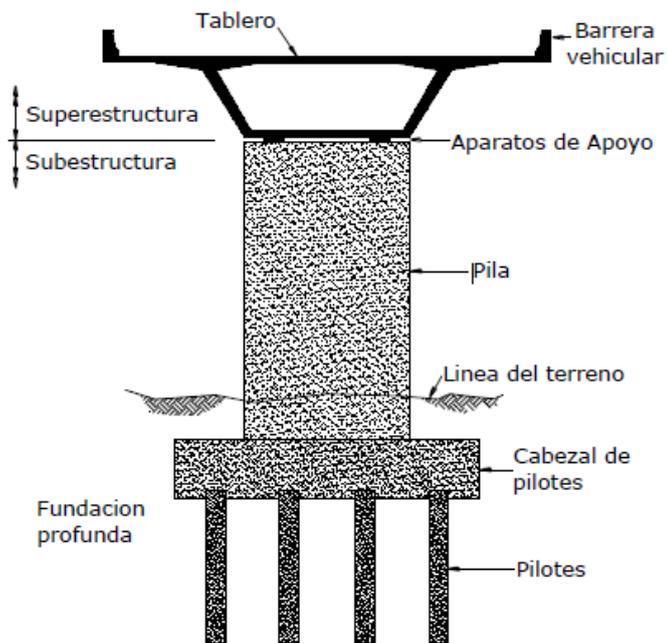


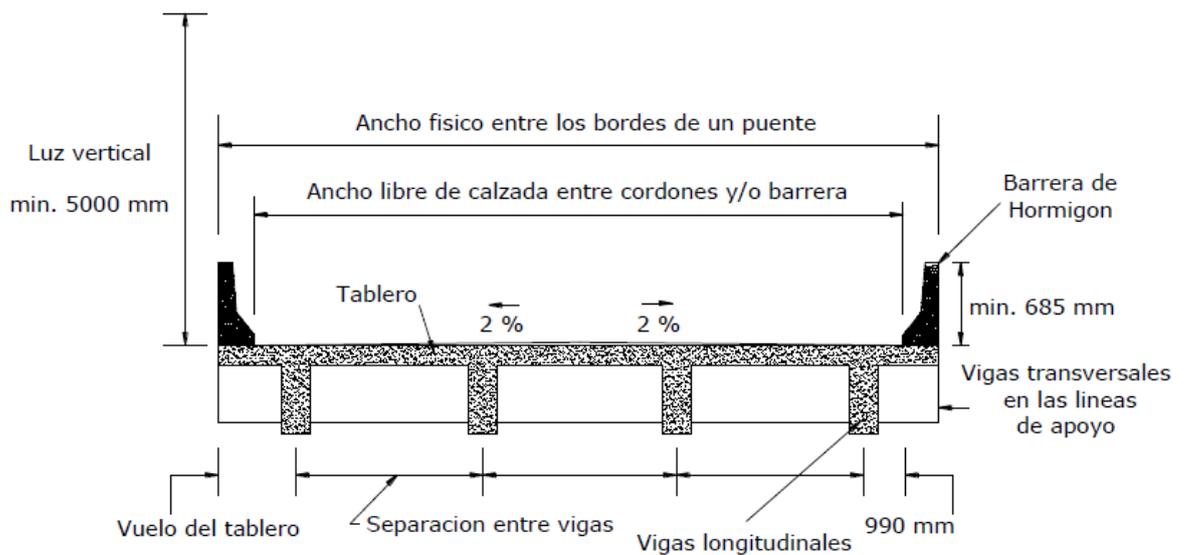
Figura 1.1: Ejemplo: Componentes de un puente tipo losa, vista longitudinal.



**Figura 1.2:** Ejemplo: Componentes de un puente tipo losa, corte transversal B-B'

### 2.2.2.1. Superestructura.

Son los componentes estructurales del puente tipo arco atirantado que constituyen los elementos estructurales de la plataforma y arco, a continuación, tomando como ejemplo un puente tipo losa viga se ampliara con mayor detalle los componentes que comprende la superestructura.

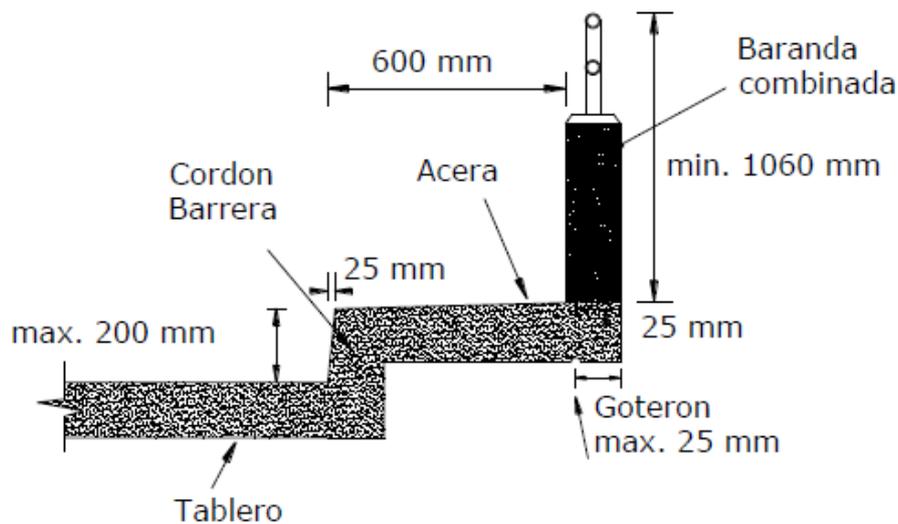


**Figura 1.3:** Componentes de la superestructura de un puente Viga – Losa.

**Tablero.** - Es el componente, que su superficie sirve de rodamiento para los vehículos, que soporta las sobre cargas del HL - 93 en forma directa y es soportado por otros componentes, ver Figura 1.3.

**Vigas estructurales.** - Es el componente estructural que soporta al tablero y se apoya en los estribos conectados mediante un neopreno, es decir transmite las cargas de la superestructura a los estribos y/o pilas, ver Figura 1.3.

**Accesorios del tablero.** - Son elementos que sirven para dar funcionalidad al puente tipo arco atirantado y seguridad a los vehículos y a los peatones: vereda, baranda y señalización vial, ver Figura 1.4.



**Figura 1.4:** Accesorios de la superestructura.

#### 2.2.2.2. Subestructura.

Son los componentes estructurales del puente tipo arco atirantado que soportan toda la superestructura, los componentes más importantes son:

- Zapatas
- Falsas zapatas.
- Pilares
- Estribos
- Fundaciones

#### **Zapatas**

Son elementos estructurales que sirven de soporte de los estribos evitando el deslizamiento, volteo y controla la presión sobre el terreno de fundación.

## **Pilares**

Son elementos estructurales los cuales soportan los esfuerzos de la superestructura y la transmiten al terreno de fundación, están diseñados para resistir presiones hidráulicas, cargas de viento, cargas de impacto, etc., son más susceptibles a los efectos de la socavación porque se encuentran expuestos y son apoyos centrales en puentes cuando son de os a mas tramos.

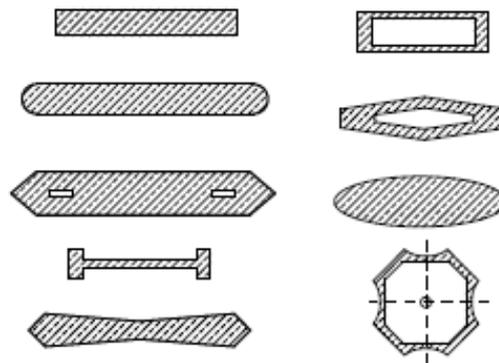
El material del pilar puede ser de concreto o acero, los más usados son los de concreto así sean los puentes de estructura metálica.

La sección transversal del pilar puede ser constante o variable eso depende de la altura del pilar.

Los tipos de pilares se clasifican de la siguiente manera:

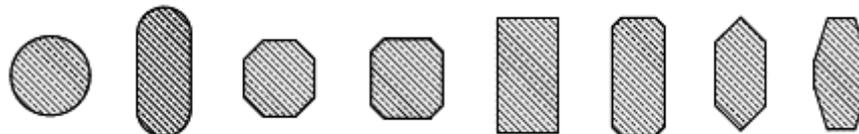
- Pilares-pared.
- Pilares-columna.

**Pilares-pared**, su sección está en función de la viga principal de la superestructura del puente, y terminan en la cara inferior de la viga principal. Son recomendables cual el rio tiene un caudal en donde se puede navegar para evitar la socavación y también para evitar colisiones. Se recomienda que la adopción de los pilares-pared no deben ser muy delgados, en la siguiente figura se muestra las diferentes formas de las secciones transversales.



**Figura 1.5:** Tipos de secciones transversales de pilares-pared.

**Pilares-columna**, son muy favorables frente a los pilares-pared por poca necesidad de materiales, muy peligrosos ante la seguridad porque la visión de bajo de los puentes es casi libre. se utiliza para puentes en rampa, en la siguiente figura se muestra las diferentes formas de las secciones transversales, ver Figura 1.6.



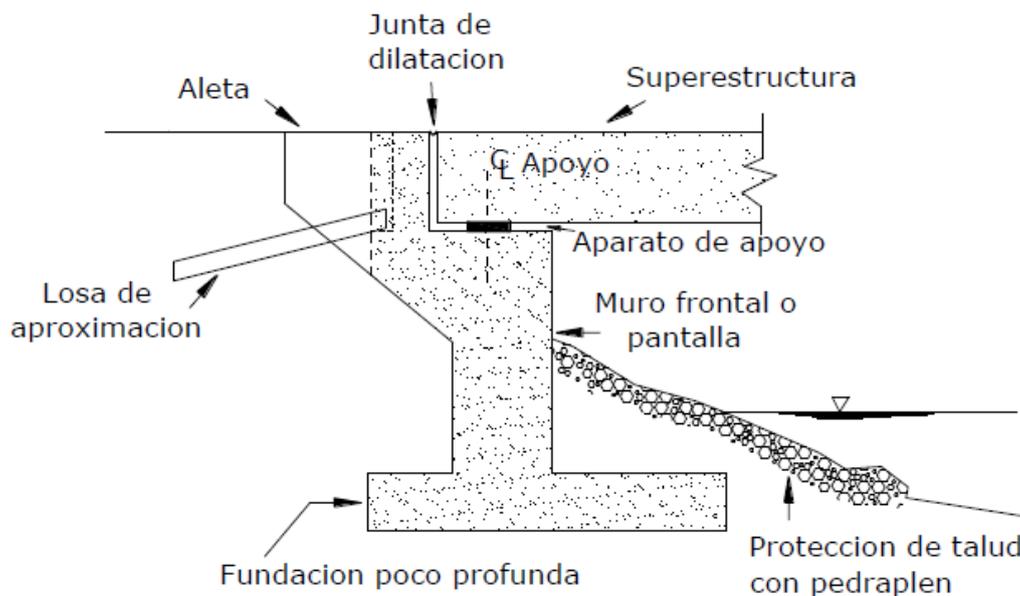
**Figura 1.6:** Formas de sección transversal de pilares-columna.

### **Estribos.**

Son elementos estructurales que sirven de soporte a la superestructura del puente, establecen la conexión entre la superestructura y el suelo de fundación, son diseñados para soportar cargas verticales como el de la superestructura del puente

la cual es transmitida por medio de los elementos de apoyo, y cargas laterales como las presiones del suelo (empuje de tierras).

Los estribos están conformados por una pantalla (muro frontal) de concreto y unza pata la cual transmite toda la carga al suelo de fundación, la zapata sirve de cubierta para un sistema de pilotes que soportan la carga, el muro frontal, cajuela, muro de retención encima, losa de aproximación, los estribos también poseen juntas de construcción que ajustan los desplazamientos de la superestructura, ver Figura 1.7.



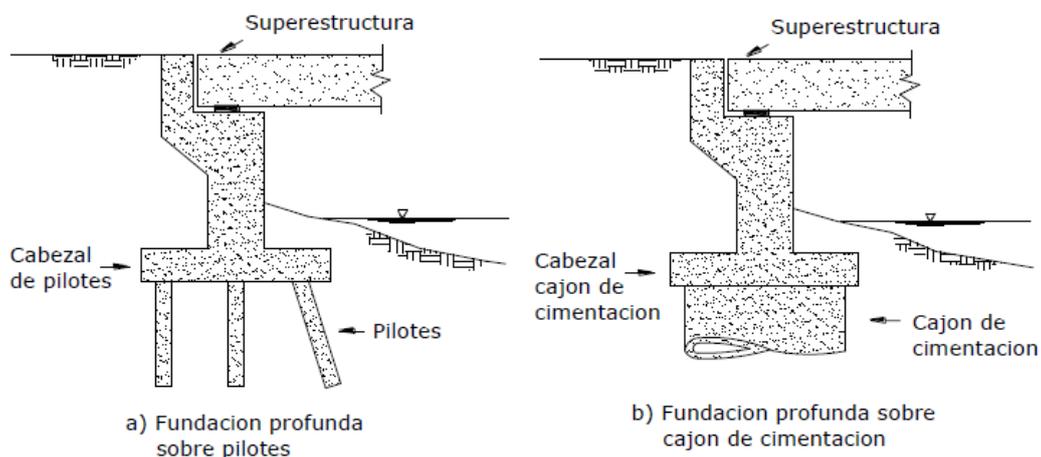
**Figura 1.7:** Elementos de un estribo.

### **Fundaciones.**

Se encuentran bajo el terreno de la superficie son encargados de recibir toda la carga de la superestructura y subestructura y a la

vez transmitir toda la carga al suelo de fundación, lo cual provoca asentamientos, los cuales deben ser controlados.

En todo diseño de fundaciones dos condiciones se deben satisfacer: Arthur Nilson (2000) pág. 499 “que el asentamiento total de la estructura este limitado a una cantidad tolerablemente pequeña y que en lo posible el asentamiento diferencial de las distintas partes de la estructura se elimine”.



**Figura 1.8:** Fundación profunda sobre a) pilotes, b) cajón de cimentación

Las fundaciones se pueden dividir en dos tipos:

- Fundación superficial.
- Fundación profunda.

**Fundación superficial.** - Está conformada por zapatas que transmiten las cargas directamente al suelo de fundación. Este tipo de fundación se debe a que el estrato con muy

buena capacidad portante se encuentra superficial y es posible llegar mediante excavaciones, ver Figura 1.7.

**Fundación profunda.** - Se realiza este tipo de cimentación cuando la capacidad portante no es el adecuado para soportar la superestructura y la subestructura del puente y necesariamente se tiene que emplear pilotes o cajones de cimentación, ver Figura 1.8 a y 1.8 b.

### **2.2.3. Tipos de puentes.**

La AASHTO define a un puente como cualquier estructura que cuenta con una luz libre entre apoyos no menor a 6100 mm y que forma parte de una vía nacional, departamental, provincial o distrital.

Los puentes se clasifican de muchas formas para el presente informe técnico se tomó en cuenta la siguiente clasificación que son los más importante para realizar un buen diseño y ejecución de un puente:

1. Por el servicio que presta el puente: Acueductos, viaductos, peatonales.
2. Por el material de la superestructura del puente: Madera, concreto armado, concreto presforzado, acero, concreto-acero.
3. Por el tipo estructural de la superestructura: Losa, losa-viga, cajón, aporticados, arco, atirantado, colgante.
4. Según el tipo de tramos: Isostáticos, hiperestáticos.

5. Por el proceso constructivo: Vaciados en sitio, compuestos, prefabricados, dovelas.
6. Por su trazo geométrico: Recto, oblicuo, curvo

Durante el proceso de concepción, y diseño el ingeniero estructuralista especialista en puentes debe escoger un tipo de puente en el cual debe considerar muchos factores relacionados como: la funcionalidad, economía, seguridad, experiencia en la construcción, condiciones del suelo, sismicidad, estética, un factor muy importante es la longitud del tramo del puente el cual nos puede ayudar en la selección del tipo de puente más adecuado. La Tabla 1.1 nos muestra las longitudes de tramo para diferentes tipos estructurales de la superestructura de puentes.

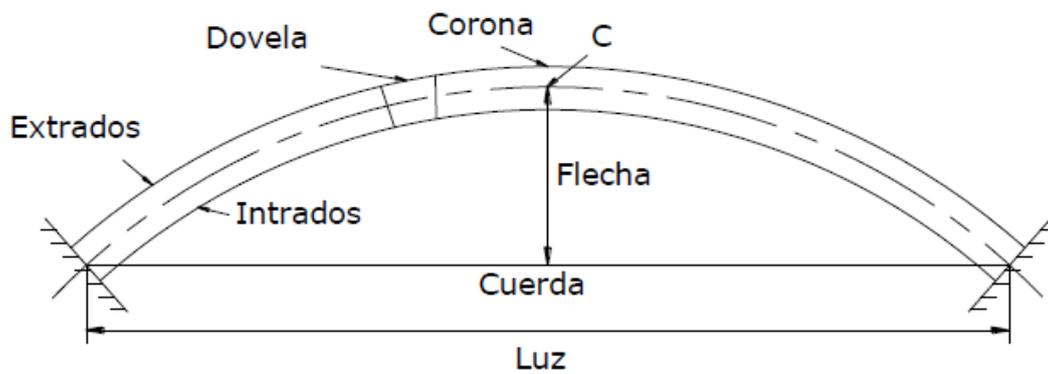
**TABLA 1.1** Longitudes de tramo para diferentes tipos de superestructura

Tipo Estructural	Material	Rango de tramo, m.	Maximo tramo en servicio, m.
Losa	Concreto	0-12	
Vigas	Concreto	12-300	301, Stolmasundet, Norway, 1998
	Acero	30-300	300, Ponte Coste e Silva, Brazil, 1974
Reticulado	Acero	90-550	510, Minato, Japon, 1974
Arco	Concreto	90-420	420, Wanxian, China, 1997
	Acero	240-550	550, Lupu, China, 2003
Atirantado	Acero	90-1100	1088, Sutong, China, 2008
Colgante	Acero	300-2000	1991, Akashi-Kaikyo, Japon, 1998

### 2.2.3.1. Puentes Arco (90m - 550 m)

Los arcos han jugado un papel importante en la historia de la superestructura de puentes, varios ejemplos sobresalientes se han forjado extendiéndose desde arcos de mampostería construidos por los romanos hasta modernos arcos de concreto pretensados o arcos de acero con luces de más de 300m. En la

actualidad el puente en arco de concreto más largo es el Wanxian construido en china el año 1997 con una longitud de tramo de 420 m, también el puente en arco de acero más largo es el Lupu construido en china el año 2003 con una longitud de tramo de 550 m.

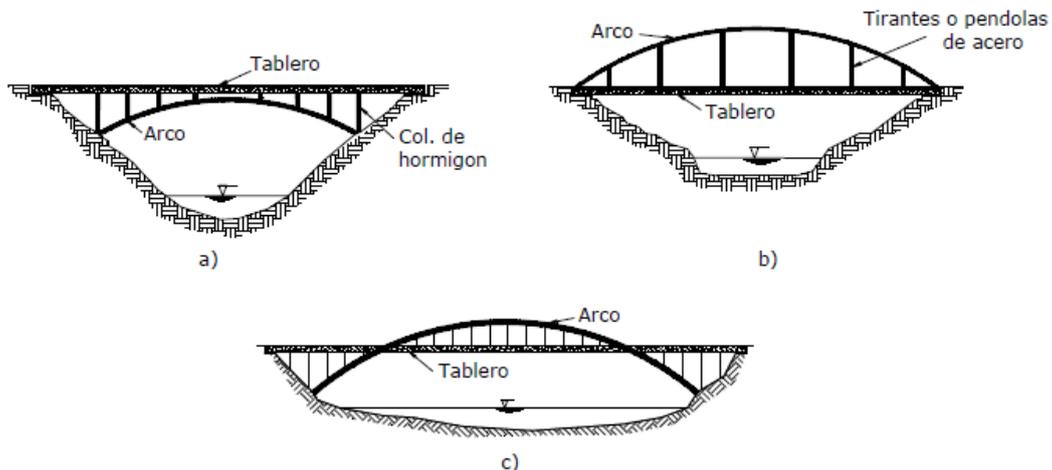


**Figura 1.9:** Detalles de una superestructura en arco.

Un arco teóricamente es aquel que tiene fuerzas axiales de compresión actuando en el centroide de cada elemento arco. La forma de un arco verdadero es el inverso del que se forma cuando se tiene dos puntos de apoyo y se cuelga una cuerda, la cual corresponde a una curva catenaria. Prácticamente es imposible tener un arco verdadero de puente excepto para una condición de carga. Usualmente un puente arco está sujeto múltiples cargas (cargas fijas, cargas móviles, temperatura, etc.) los cuales producen tensiones de flexión en el arco que generalmente son pequeños comparados con las tensiones axiales.

Las superestructuras de los puentes en arco se pueden clasificar según a sus conexiones y según a la posición del tablero.

De acuerdo a sus conexiones pueden ser de una articulación, biarticulados, triarticulados, y empotrados. De acuerdo a la posición del tablero el arco puede trabajar por encima del tablero, por debajo el tablero o puede ser al nivel intermedio ver Figura 1.10 dando origen a los arcos de tablero intermedio, superior, inferior.



**Figura 1.10:** Puentes en Arco, a) Tablero superior, b) tablero inferior, c) tablero intermedio

**Tablero superior.** - Las cargas se transmiten directamente al arco con elementos a compresión, denominados montantes.

**Tablero inferior.** - Las cargas son transmitidas directamente al arco con elementos de tensión, denominados tirantes o tensores.

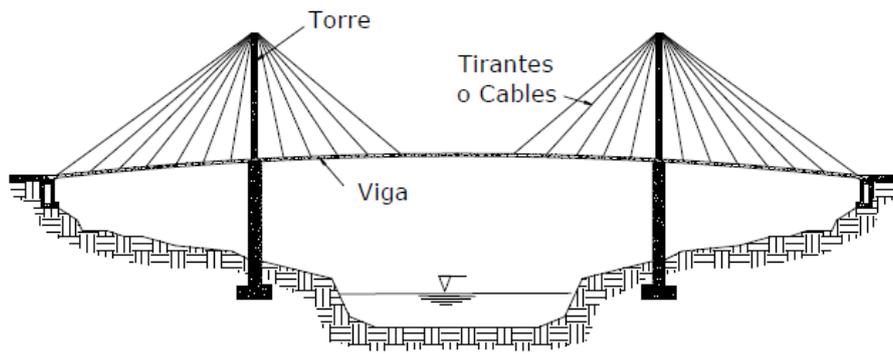
**Tablero Intermedio.**- Es la acción conjunta de lo descrito anteriormente.

Los puentes en arco no eran difíciles de analizar y diseñar antes de la aparición de los computadores, en la actualidad se utilizan computadoras para el análisis en 3d. La relación flecha luz de un puente en arco está entre 1:4.5 a 1:6. Para soportar el tablero es recomendable usar pendolones de cables o columnas de hormigón, los pendolones de cables trabajan a tensión y las columnas de hormigón trabajan a compresión. Otro aspecto importante que debe ser tomado en cuenta y que no puede ser ignorado es la posibilidad de pandeo del arco, porque el puente en arco está sujeto a elevadas fuerzas axiales.

Entre las desventajas de un puente arco es que este debe ser construido y realizar el montaje antes de entrar en funcionamiento.

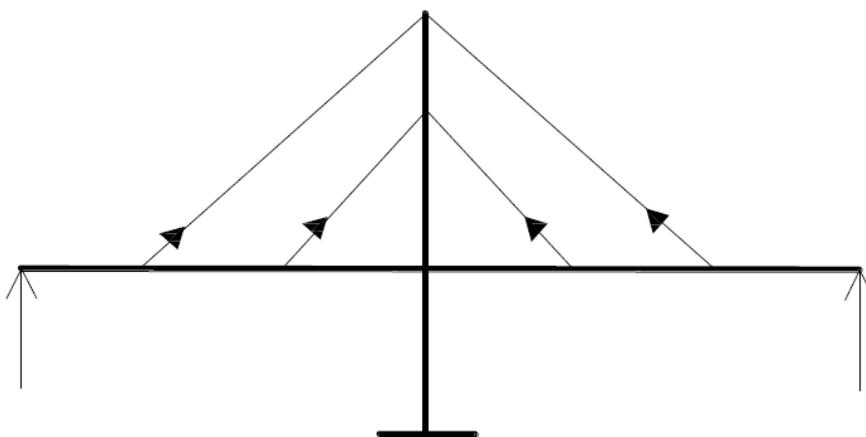
#### **2.2.3.2. Puentes Atirantados (90m - 1100 m)**

El puente Stromsönd de Suecia es reconocido como el primer puente atirantado del mundo el año 1955, en la actualidad el puente atirantado más largo del mundo es el Sutong con una longitud de 1088m, este se encuentra en China y se terminó de construir el año 2008.



**Figura 1.11:** Componentes de un puente atirantado.

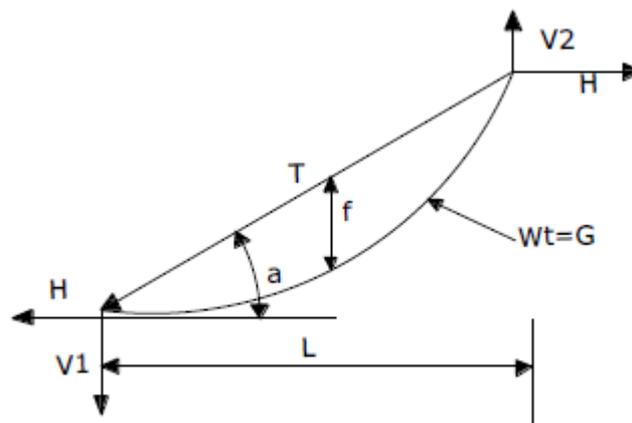
El puente atirantado soporta las cargas principales de dirección vertical actuando en las vigas. Los cables atirantados proporcionan apoyos intermedios para las vigas, esto hace que se tengan vanos largos. La forma estructural básica de un puente atirantado es una serie de triángulos sobrepuestos que comprimen la pila o torre, tensionando los cables y comprimiendo las vigas ver Figura 1.12. Como se puede apreciar en estos miembros predomina la fuerza axial. Los miembros cargados axialmente son más eficientes que los miembros sometidos a flexión. Este hecho contribuye a la economía del puente atirantado.



**Figura 1.12:** Concepto de funcionamiento de un puente atirantado.

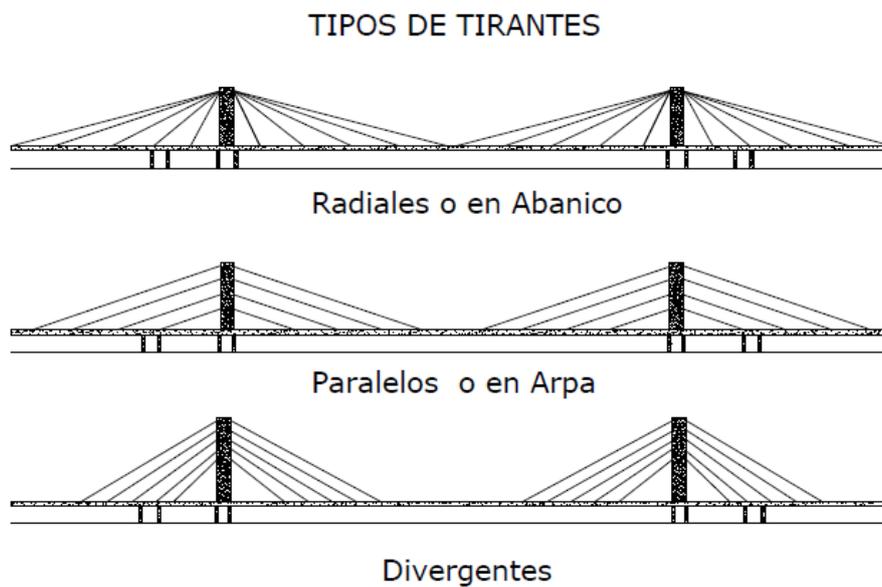
Los elementos principales de la estructura resistente de un puente atirantado son los tirantes (cables), las torres (pilón) nos sirve para subir el anclaje fijo de los tirantes de forma que introduzcan fuerzas verticales en el tablero para crear pseudo apoyos, también el tablero interviene en el esquema resistente porque los tirantes, al ser inclinados introducen fuerzas horizontales que se deben ser equilibrados a través. Por todo ello los tres elementos, tirantes (cables), tablero y torres constituyen la estructura resistente del puente atirantado.

**Cables.-** Los cables son los elementos más importantes de un puente atirantado, ellos soportan las cargas móviles y la transfieren a la torre y nuevamente al anclaje del cable. Los cables en un puente atirantado todos son inclinados, la rigidez real de un cable inclinado varia con la inclinación del ángulo  $a$ , el peso total del cable  $G$ , y de la fuerza de tensión del cable  $T$  ver Figura 1.13.



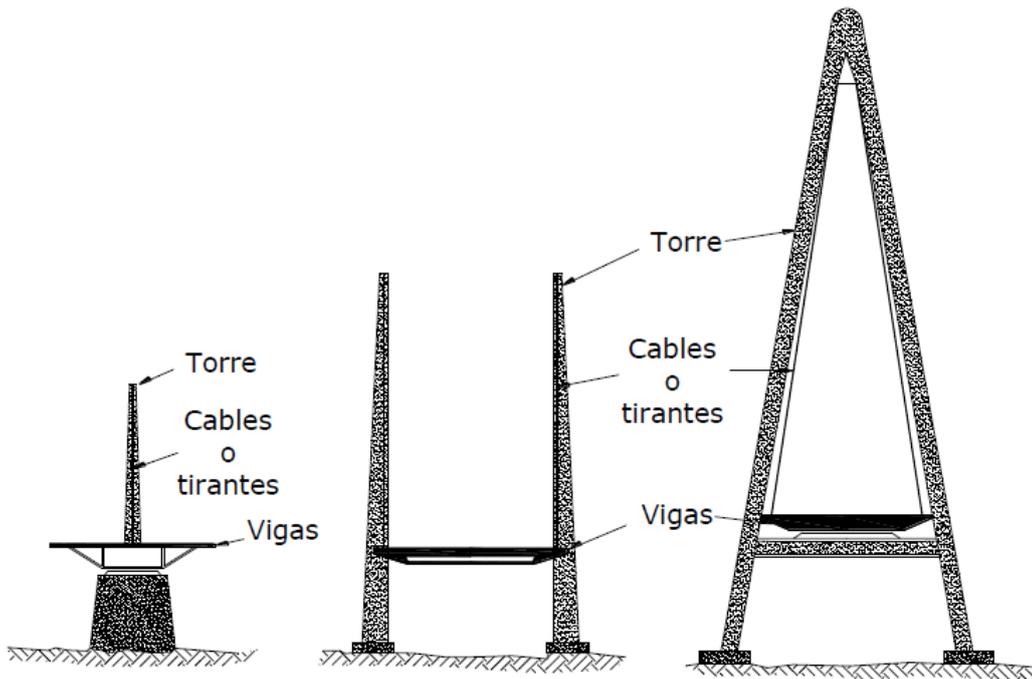
**Figura 1.13:** Cable inclinado.

Es importante notar que si el espaciamiento del cable es pequeño los momentos de flexión entre los cables también son pequeños. Las configuraciones de los cables pueden ser de tres tipos: radiales o en abanico, paralelos o en arpa y divergentes, ver Figura 1.14.



**Figura 1.14:** Configuración de tirantes.

**Tablero.-** Es muy importante dentro el esquema básico resistente de la estructura de puente atirantado, ya que va a resistir los componentes horizontales que le transmiten los tirantes. Estas componentes generalmente se equilibran en el propio tablero porque su resultante igual que en la torre debe ser nula.



**Figura 1.15:** Tres posibilidades para torres en puentes atirantados.

**Torres.-** Son la parte más importante dentro la estructura de los puentes atirantados ya que van a soportar toda la carga que se va a distribuir del tablero a los cables y a la torre. Longitudinalmente pueden tener dos torres y ser simétricos, o una sola torre donde se atiranta todo el vano principal. Asimismo estas torres transmiten la carga al suelo de fundación.

## 2.2.4. Materiales de la Sub Estructura

### 2.2.4.1. Acero de Refuerzo

Se usó  $F_y=4200 \text{ Kg/cm}^2$ , formado por barras de diámetro mayor de 3/8" de acuerdo a las especificaciones establecidas para barras de Acero de Lingotes (AASHTO M 31 o ASTM a 15). Barras de acero para Riel (AASHTO M 42 ó ASTM 16) todas las barras deben ser corrugadas de acuerdo a las especificaciones

establecidas por AASHO M 137 ó AST A-615-68 (A-60), según como se indicó en los planos.

#### **2.2.4.2. Concreto Se usó dos tipos de resistencia**

Concreto FC=100KG/CM<sup>2</sup>, se utilizó para proteger las zapatas de posibles deformaciones, los componentes para el concreto que se emplearon son cemento Portland tipo I, hormigón y agua en proporción que alcance una resistencia a la compresión a los 28 días de 100 kg/cm<sup>2</sup>.

Concreto FC=280KG/CM<sup>2</sup> En seco, se utilizó para el proceso constructivo de los estribos.

### **2.2.5. Materiales de la Súper Estructura**

#### **2.2.5.1. Acero**

Los elementos que se usaron en la super estructura del puente fueron elaborados con planchas de acero estructural ASTM709 y A572 de calidad grado 345 Y grado 250, de acuerdo a lo que indica el plano o sus equivalentes DIN ST52 ó ST37 respectivamente en donde se indiquen.

#### **2.2.5.2. Electrodo**

Los electrodos usados en la soldadura fueron los AWS | E7018.

### **2.2.5.3. Pernos de Alta Resistencia**

Los pernos usados fueron de grados A325 y A 490, tal como se indicó en los planos.

### **2.2.5.4. Conectores de Corte**

Fueron de dos tipos:

- Tipo Stud.- Los que cumplen la especificación AASHTO M 169 (ASTM A 108).
- Tipo Canal.- Fueron de perfil laminado cumpliendo con las especificaciones de acero estructural.

### **2.2.5.5. Pintura**

Estas especificaciones se refieren al tratamiento de estructuras de acero con pinturas protectoras del sistema denominado Zinc – Epoxy – Poliuretano.

- Primera Capa.-Se utilizó pintura anticorrosiva epóxica rica en zinc, formulada con silicatos (zinc inorgánico) bicomponente.
- Segunda Capa.- Se utilizó pintura Mastic epóxico autoimprimante de alto contenido de sólidos, especialmente diseñado para proteger acero y concreto en ambientes agresivos.

Tercera Capa.- Se utilizó Pintura a base de poliuretano acrílico alifáticos, bicomponente. Es una pintura de acabado, con sólidos en volumen de 65% a 70%, de bajo contenido de compuestos volátiles.

### 2.3. Ubicación

Cuadro 1. Ubicación del Proyecto

---

#### UBICACIÓN

Longitud de puente:	75 m de luz
Departamento /Departamento:	Pasco
Provincia:	Oxapampa
Distrito:	Palcazu
Barrio o cuartel:	CC.NN. Lagarto
Departamento Geográfica:	Costa ( ) Sierra ( ) Selva( x )
Altitud:	306 m.s.n.m.

---

Fuente. Datos obtenidos de expediente técnico  
Elaboración. Propia

Geográficamente el puente lagarto se encuentra entre las coordenadas 46°66'76" latitud Este y 88°88'69" longitud Norte en referencia al meridiano de Greenwich.

## PLANO DE UBICACIÓN

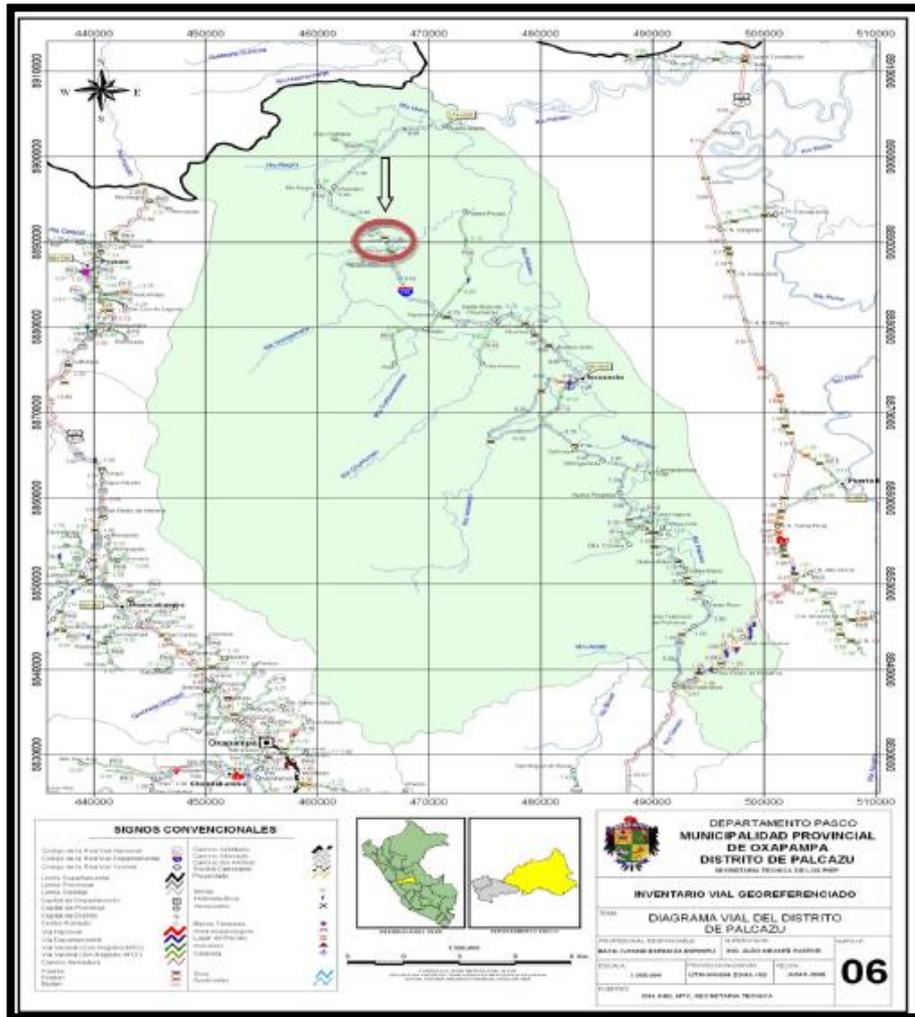


Gráfico 1. Plano de Ubicación

Fuente. Grafico obtenido de expediente técnico

Elaboración. Propia

El Distrito de Palcazu limita de la siguiente manera:

- Norte: Provincia de Codo de Pozuzo – Región Huánuco
- Sur: Distrito de Villa Rica y Oxapampa
- Este: Distrito de Puerto Bermúdez
- Oeste: Distrito de Huancabamba y Pozuzo

La Capital del Distrito Izcozacin se intercomunica con los demás sectores a través de las vías Bella Esperanza (Chatarra), Alto Palcazu, Santa Rosa de

Chuchurras, Río Negro y Puerto Mayro (carretera afirmada, trocha carrozable, vía fluvial). El Distrito de Palcazu se caracteriza por tener un Clima Cálido, Tropical y Húmedo con las siguientes características:

- Humedad relativa mínima de 76%, máxima de 86%, promedio de 81%.
- La temperatura en el Distrito de Palcazu varía entre 20°C y 30°C, de acuerdo con las estaciones climatológicas bien definidas (verano e invierno)
- El distrito es considerado como la más lluviosa de toda la Provincia de Oxapampa.

En el siguiente gráfico se muestra la ubicación geográfica del puente lagarto (proyecto).

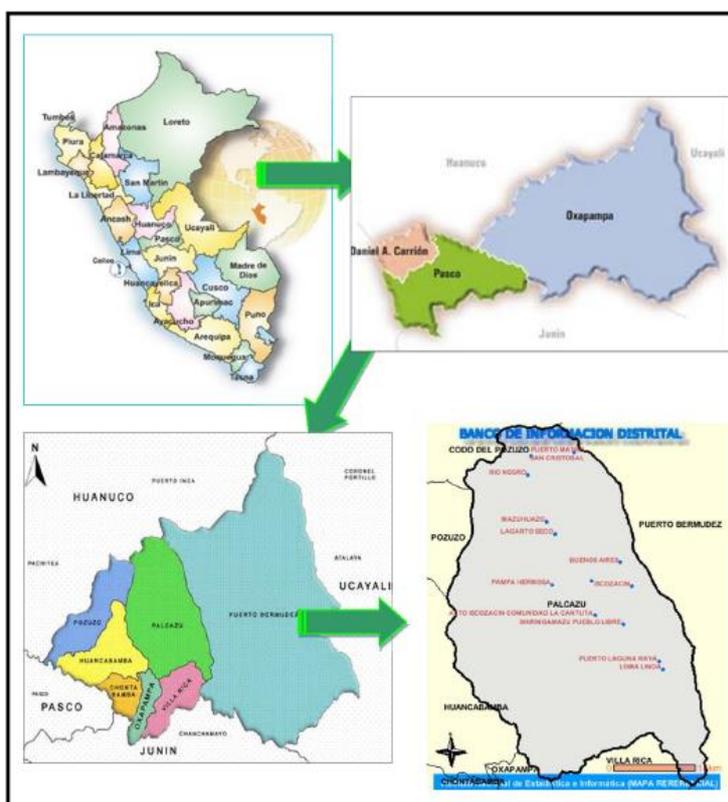


Gráfico 2. Ubicación Geográfica del Proyecto Fuente. Grafico obtenido de expediente técnico Elaboración. Propia

## 2.3.1. Aspectos socio económicos

### 2.3.1.1. Población

El distrito de Palcazu en la actualidad cuenta con un total pobladores de 8,810 habitantes, de las cuales el 57.58% son varones y el 42.42% son mujeres. La población de 0 a 14 años de edad representa el 38.48%; la población de 15 a 64 años, el 58.32%; y la población de 65 a más años, el 3.20%.

Cuadro 2. Población del Distrito de Palcazu

POBLACION DEL DISTRITO DE PALCAZU			
GRANDES GRUPOS DE EDAD	VARONES	MUJERES	TOTAL
0 - 14	1,794	1,598	3,390
15 - 64	3,103	2,035	5,138
65 +	178	108	282
<b>Total</b>	<b>5,073</b>	<b>3,737</b>	<b>8,810</b>

FUENTE: INEI - Censo de Población y Vivienda 2007

Fuente. INEI  
Elaboración. INEI

La población censada del Distrito de Palcazu, presenta un 19.94% de Población Urbana, mientras que la población rural es de 80.06%, caracterizándose en su mayoría por ser una población netamente rural.

Cuadro 3. Población del Distrito de Palcazu (Urbana y Rural)

POBLACION DEL DISTRITO DE PALCAZU (URBANA Y RURAL)				
AREA	VARONES	MUJERES	TOTAL	%
URBANA	1,203	554	1,757	19.94%
RURAL	3,870	3,183	7,053	80.06%
<b>TOTAL</b>	<b>5,073</b>	<b>3,737</b>	<b>8,810</b>	

Fuente. INEI  
Elaboración. INEI

### **2.3.1.2. Población afectada**

La propuesta de este proyecto surge por iniciativa de la población afectada de los centros poblados de El Regadero, Puerto Mayro, Mazahuaso, Esmeralda y Dos de Mayo, mediante la vía terrestre que atraviesa el río Lagarto, integrado a un núcleo de la CC. NN Lagarto; que tienen el problema de la existencia de un puente antiguo y en malas condiciones y nace la necesidad de la infraestructura de un puente tipo arco atirantado que tenga las especificaciones técnicas adecuadas y preste las condiciones para la transitabilidad en la carretera Fernando Belaunde Terry, a través del río Lagarto. Esta situación no les permite usar la vía para trasladar sus productos, de manera segura a los principales mercados nacionales, debido principalmente al elevado costo del flete por transportar sus productos siguiendo la ruta habitual, y como consecuencia de ello se incrementa el tiempo y, sobre todo, se pone en riesgo la integridad física de transportistas, carga y pasajeros.

### **2.3.1.3. Actividad principal de la población.**

La población del área de influencia del proyecto del puente lagarto tiene como su actividad principal la ganadería. Tal como se observa en el siguiente cuadro, el distrito de Palcazu se caracteriza por la producción de permanentes-frutas, temporales-frutas, permanentes-industriales, temporales-cereales, temporales menestras, temporales-tubérculos y forrajes.

#### **2.3.1.4. Participación de los involucrados.**

Desde años atrás las autoridades locales y comunales muestran interés por el proyecto, es por ello que la población afectada participo activamente en el suministro de información primaria y secundaria a fin de definir las bondades del proyecto e identificar el problema principal que les aqueja a la población del ámbito de influencia del proyecto.

Por otro lado, los beneficiarios directos de la zona del proyecto han contraído un compromiso formal para participar con la mano de obra no calificada durante la ejecución del proyecto, para lo cual se organizaran grupos de trabajo; así mismo el ministerio de Transporte y Comunicación se compromete en asumir el mantenimiento del puente durante el horizonte del proyecto una vez que sea haya entregado por la sub gerencia de infraestructura y desarrollo urbano del Gobierno Regional, igualmente los transportistas de servicio público y privado se comprometen en dar un cuidado adecuado al puente.

Cuadro 4. Matriz de Involucrados

**MATRIZ DE INVOLUCRADOS**

Grupo Participante	Problemas y Necesidades	Expectativa e Intereses	Participación
Municipalidad Distrital de Palcazu	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Limitado presupuesto</li> <li>- Interconectar las vías vecinales con las vías nacionales.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Dar solución a los problemas vecinales</li> <li>- Promover inversiones en la zona.</li> <li>- Mejorar la calidad de vida de la población.</li> <li>- Contar con caminos vecinales en buen estado.</li> </ul>	Formulación del estudio de pre-inversión a nivel del Perfil y gestión para conseguir el financiamiento para la ejecución del proyecto.
Beneficiarios	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Pérdida de tiempo para llegar a los mercados de consumo.</li> <li>- Alto costo de transporte de productos y pasajeros</li> <li>- Inexistencia de vías alternas que mejoren la situación actual.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Reducir costos de transporte</li> <li>- Evitar pérdidas de tiempo en el traslado a sus puntos de destino</li> <li>- Existencia de vías alternas</li> <li>- Mejorar su calidad de vida</li> </ul>	Participación en las charlas sobre uso adecuado de la infraestructura y la preservación del medio ambiente.
Gobierno Regional	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Escasos recursos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Contar con</li> </ul>	Financiamiento

Fuente. Dato obtenido por expediente técnico  
Elaboración por. Gobierno regional

**2.4. Tipo de proyecto**

De acuerdo a la ley de contrataciones del estado

- Tipo: Concurso Oferta: porque el postor oferta la elaboración del expediente técnico y ejecución al 100% del proyecto en este caso el puente lagarto. Esta modalidad tiene dos condicionales una que se convoque bajo el sistema a zuma alzada y que su valor referencial corresponda a una licitación pública.

Según la clasificación de obras:

- Tipo: Obras Viales:

Conjunto de actividades que se inician al término de una intervención de la vía y tienen por finalidad mantener un nivel de servicio adecuado. En este caso en particular es la interconexión de comunidades nativas mediante la ejecución del puente lagarto,

de esta forma incrementar la producción en su actividad económica principal que viene a ser la ganadería.

## **2.5. Normatividad**

La normatividad que se debe emplear durante el proceso constructivo es:

- Acero de refuerzo especificaciones establecidas por AASHO M 137 ó AST A-615-68 (A-60)
- Cemento Pórtland Norma Tipo I, ASTM – C150 (Norma AASHTO M 85)
- Agua (mezcla con cemento) MTC E 716 Se considera adecuada el agua que sea apta para consumo humano
- AASHTOT-26
- MTC E 212 (terrones de arcilla)
- MTC E 202 (describe el procedimiento para determinar, por lavado, la cantidad de material fino que pasa el tamiz de 75mm(N°200) en un agregado.
- MTC E 211 (cantidad de partículas livianas)
- ASTM C 84 (reducción de alcalinidad)
- MTC E 114 (equivalente de arena)
- MTC E 215
- MTC E 705 (Consistencia del concreto)
- MTC E 702-MTC E704 (Pruebas de tanteo en laboratorio para diseño de mezcla, muestras preparadas y curadas)
- AASHTO-T152, ASTM-C 231 (cantidad de aire incorporado)
- MTC E 705(Consistencia)

- MTC E 704(Resistencia o compresión)
- MTC E 701
- MTC E 704
- MTC E 707

## 2.6. Definición de términos

Los siguientes términos utilizados en el informe técnico, tienen la siguiente definición:

- **El contratante** es el Gobierno Regional de Pasco
- **El contratista** es la empresa Contratista A&E Mineros Civiles, quien se encargó de la elaboración del expediente técnico y ejecución del puente lagarto.
- **Representantes** por parte del Gobierno Regional de Pasco fue el gobernador Ing. Teódulo Quispe Huerta y por parte del contratista el representante legal es el Ing. Edison Rodríguez Reyes.
- **Supervisor** es el Consorcio Supervisor Puente Lagarto, quien está encargado de velar por el cumplimiento de los planos y especificaciones técnicas que se detallan en el expediente técnico.
- **Obra** es la instalación del puente Lagarto en la vía vecinal ruta PA 652, distrito de Palcazu - Oxapampa – Pasco.
- **Contrato** Contrato de obra N° 0314-2013-GRP/PRES y Contrato de Supervisan de Obra N° 0013-2015-G.R.PASCO/GGR.
- **Planos** son representaciones de los cálculos de ingeniería del puente ya sea de la superestructura y subestructura.

- **Anexos** significa las disposiciones adicionales incluidas al presente pliego de especificaciones para complementarlos.

## **CAPITULO III.**

### **METODOLOGÍA**

#### **3.1. Tipo de estudio**

El tipo es básica porque, se basa en la teoría que plantea el AASHTO LRFD 2014.

#### **3.2. Nivel de estudio**

El nivel es descriptivo porque se va a detallar el proceso constructivo de un puente tipo arco atirantado.

#### **3.3. Diseño de estudio**

El nivel es no experimental porque solo se recopiló información del expediente técnico valorizaciones de obra y liquidación técnica financiera de obra.

#### **3.4. Técnica e instrumentos de recolección de datos**

La técnica fue la de evaluación y compilación de las fichas técnicas de las valorizaciones de obra.

El instrumento para el informe técnico de empleo los planes de seguridad,  
plan de montaje y lanzamiento.

## **CAPITULO IV.**

### **DESARROLLO DEL INFORME**

#### **4.1. Resultados.**

##### **4.1.1. Estudio básico de topografía**

###### **Objetivo**

El objetivo del estudio topográfico es obtener distancias y cotas, dentro del área de estudio, que permitan diseñar óptimamente las estructuras del puente y los accesos proyectados.

###### **Recursos**

En la ejecución de las mediciones de campo se contó con recursos como la participación de personal calificado y se emplearon los siguientes equipos e instrumentos:

###### **a. Personal**

- Ingeniero Civil
- Topógrafo
- Ayudantes de campo

###### **b. Equipos Topográficos**

- Un Navegador GPS marca Garmin modelo: map 76CSx
- Un Trípode
- Una estación Total marca Leica TC303 con sus accesorios

**c. Materiales**

- Cinco Sistemas de comunicación Walkie-Talkie (Radio)
- Dos Winchas de 30 metros
- Una Cámara Fotográfica Digital
- Pintura, Estacas de Fierro.
- Flexometro de 5 metros.

**Datos técnicos y resultados**

Los BMS, se encuentran debidamente monumentados en el terreno, ver cuadro N° 05.

Cuadro 5. BMS

CODIGO	Coordenadas UTM- WGS 84
	COTA NIVELADA
BM1	305.34
BM2	304.66

Fuente. Expediente técnico  
Elaboración. Propia

**Conclusiones**

El control horizontal se realizó mediante el Sistema de Posicionamiento Global GPS, método Estático y RTK, con precisiones de +/- 0.01 + 1ppm y +/- 0.02 1 ppm respectivamente.

El control vertical se realizó a partir de un Bench Mark del IGN, mediante una nivelación geométrica de ida y vuelta, con una precisión de  $\pm 0.015$  y K.

Los BMS se encuentran monumentados en puntos estratégicos.

### **Panel fotográfico**



Fotografía.01 Estación total



Fotografía.02 Vista del Puente existente en el Rio Lagarto.



Fotografía. 03 BM - 1



Fotografía. 04 BM - 02.

#### **4.1.2. Estudio de canteras**

Se presenta como parte de los estudios básicos de ingeniería que va a permitir conocer canteras que se tomaran en cuenta para la construcción del proyecto.

Los trabajos de mecánica de suelos se han desarrollado con la finalidad de investigar las características de los materiales, los cuales permitirán establecer las canteras que se podrán usar para la construcción.

Los trabajos se desarrollaron en tres etapas; inicialmente los trabajos correspondientes al relevamiento de información, ejecutados directamente en el campo; posteriormente los trabajos que evalúan

las características de los materiales involucrados en el proyecto; y finalmente el procesamiento de toda la información recopilada que permita establecer los parámetros de diseño.

Los trabajos de campo se orientaron a explorar la superficie de rodadura y el sub suelo (sub rasante), mediante la ejecución de calicatas distribuidas en el área en estudio.

Se tomaron muestras disturbadas de cada una de las exploraciones ejecutadas, las mismas que fueron remitidas al laboratorio especializado.

Los trabajos en el laboratorio se han orientado a determinar las características físicas y mecánicas de los suelos obtenidos del muestreo, las que sirvieron de base para determinar el tipo de canteras que existen en este distrito.

### **Objetivo**

- Reconocimiento general de la zona del Proyecto, aplicable sólo a la primera visita.
- Reconocimiento de las condiciones geológicas y geotécnicas a fin de determinar las bondades y/o limitaciones de los materiales en los trabajos de fundación de las obras.
- Brindar información geológica y geotécnica de los materiales con fines de costos, para las diferentes etapas del proyecto.
- Determinar áreas de materiales de construcción.
- Brindar información geológica para el estudio de Línea Base del Estudio de Impacto Ambiental del Proyecto.

### **4.1.3. Estudio Geotécnico**

#### **Trabajos de campo**

Con la finalidad de identificar y realizar la evaluación geotécnica del suelo de la sub rasante existente a lo largo del trazo, se llevó a cabo un programa de exploración de campo, excavación de calicatas y recolección de muestras para ser ensayadas en el laboratorio.

Un estudio detallado mediante la auscultación de calicatas a cielo abierto implica realizar un programa de exploración con excavaciones distanciadas de acuerdo a normas, con la finalidad de obtener la mayor cantidad de información estratigráfica y por ende la certeza de los posibles puntos de cambio de los estratos; en la práctica esto obedece a la disponibilidad de recursos para su ejecución, opcionalmente es posible realizar este proyecto contando con información adicional de estudios de Mecánica de Suelos realizados anteriormente para la construcción de distintas estructuras; el material recopilado se detalla a continuación:



*Gráfico 3. Perfil de Suelos*  
Fuente. Grafico obtenido de expediente técnico

El objetivo principal del presente estudio ha sido evaluar el recurso suelo, tomando en consideración el origen, la litología, los diferentes suelos del área se han agrupado en:

Suelos aluviales recientes, derivados a partir de depósitos fluviónicos recientes, ocupando las terrazas bajas de ambas márgenes del río Pachitea y sus afluentes.

Suelos aluviales subrecientes, derivados de materiales más finos, calizados en las terrazas medias de ambas márgenes del río Pachitea y sus principales afluentes.

Suelos aluviales antiguos, derivados de depósitos cuaternarios, ocupando las terrazas medias y altas, así como las superficies estructurales y una formación particular denominada cuesta.

Suelos de materiales residuales, con desarrollo genético incipiente generalmente de textura fina y localizada en las colinas bajas ampliamente distribuidas en toda la zona del proyecto.

La caracterización de los suelos ha sido realizada teniendo en cuenta la naturaleza y las características fisicoquímicas del perfil estratigráfico.

Información básica dentro de la precisión que exige el estudio servirá de apoyo para determinar las canteras existentes.

Los suelos que presenta la zona estudiada son el resultado de las características ecológicas de los trópicos húmedos y la naturaleza de los materiales de partida que predominan en la región, siendo los sedimentos de naturaleza fluviónica reciente, que cubren alrededor del 2.9 % del área estudiada y que constituye el conjunto de terrazas bajas situadas a lo largo de los ríos y quebradas y distribuidas en forma de angostas fajas discontinuas.

Esta zona reúne suelos de topografía suave, profundos, de textura a moderadamente fina.

Los sedimentos subrecientes y los muy antiguos se sitúan entre los extremos Norte y Sur del área estudiada, cubriendo alrededor del 21.0% de la misma y se distribuyen en superficies más amplias, conformando niveles medios y altos.

El ámbito geográfico que comprende el área de estudio presenta varias geoformas determinadas por la interacción de factores tectónicos, litológicos y climáticos, los cuales han dado lugar a procesos erosivos y deposicionales, que han contribuido a darle su

actual configuración. El modelado de la superficie y la litología dominante han permitido la diferenciación de tres grandes paisajes fisiográficos:

- Gran paisaje de llanura aluvial
- Gran paisaje colinoso
- Gran paisaje de superficie estructural

### **Ensayos de laboratorio**

Se realizarán los ensayos bajo supervisión del supervisor de obra por cada variación estratigráfica en base a los Términos de Referencia y en conformidad con las especificaciones dadas en el reglamento EG-2000.

Los trabajos de laboratorio permitirán evaluar las propiedades de los suelos mediante ensayos físicos, mecánicos y químicos de las muestras disturbadas de suelo, provenientes de cada una de las exploraciones.

### **Ensayos de mecánica de suelos**

El Cuadro “Ensayos de Mecánica de Suelos” se presenta los diferentes ensayos realizados, describiendo el propósito de cada uno.

Cuadro 6. Ensayos de Mecánica de Suelos

NOMBRE DEL ENSAYO	USO	METODO AASHTO	ENSAYO ASTM	PROPOSITO DEL ENSAYO
Análisis Granulométrico por Tamizado	Clasificación	T88	D422	Para determinar la distribución del tamaño de partículas del suelo.
Contenido de Humedad	Clasificación		D2216	Para determinar en contenido de humedad existente en el terreno.
Limite liquido	Clasificación	T89	D4318	Hallar el contenido de agua entre los estados Liquido y Plástico
Limite Plástico	Clasificación	T90	D4318	Hallar el contenido de agua entre los estados plásticos y semi solidó.
Índice Plástico	Clasificación	T90	D4318	Hallar el rango de contenido de agua por encima del cual, el suelo
Compactación Próctor Modificado	Diseño de Espesores	T180	D1557	Determinar la capacidad de soporte del terreno
CBR	Diseño de Espesores	T193	D1883	Determinar la capacidad de carga, Permite inferir el módulo resiliente.

Fuente. Expediente técnico  
Elaboración. Propia

- Propiedades físicas:

En cuanto a los ensayos considerados, se puede realizar una breve explicación de los ensayos y los objetivos de cada uno de ellos. Cabe anotar que los ensayos físicos corresponden a aquellos que determinan las propiedades índices de los suelos y que permiten su clasificación.

- Propiedades mecánicas:

Los ensayos para definir las propiedades mecánicas, permiten determinar la resistencia de los suelos o comportamiento frente a las solicitaciones de cargas.

### **Ensayo de Densidad de Campo (ASTM D-1556)**

Siendo la densidad una de las propiedades físicas del suelo y como tal hay que conducir su estudio no solamente involucrando métodos de razonamiento y de procedimiento con propósitos netamente mecánicos, sino el uso de un criterio amplio y práctico de su influencia en el comportamiento de los suelos.

Para el proyecto, esta verificación se realizó empleando el aparato del cono de arena. El Cono de Densidad de Arena constituye un método práctico para determinar la densidad in situ de los suelos.

El ensayo se realiza con la finalidad de comprobar el grado de compactación en rellenos compactados artificialmente. Es muy útil en el caso de suelos sin cohesión (gravas y arenas), los cuales, por lo general no permiten obtener muestras inalteradas, y por medio de la densidad in situ se puede reproducir el suelo natural en la densidad natural a partir de una muestra alterada.

### **Ensayo de Próctor Modificado (ASTM D-1557)**

El ensayo de Próctor se efectúa para determinar un óptimo contenido de humedad, para la cual se consigue la máxima densidad seca del suelo con una compactación determinada. Este ensayo se debe realizar antes de usar el agregado sobre el terreno, para así saber qué cantidad de agua se debe agregar para obtener la mejor compactación. Con este procedimiento de compactación se estudia la influencia que ejerce en el proceso el contenido inicial de agua del suelo, encontrando que tal valor es de fundamental importancia en la compactación lograda. En efecto, se observa que a contenidos de humedad creciente, a partir de valores bajos, se obtienen más altos específicos secos y por lo tanto mejores compactaciones del suelo, pero que esta tendencia no se mantiene indefinidamente, sino que al pasar la humedad de un cierto valor, los pesos específicos secos obtenidos disminuían, resultando peores compactaciones en la muestra. Es decir, para un suelo dado y empleando el procedimiento descrito, existe una humedad inicial, llamada la "óptima", que produce el máximo peso específico seco que puede lograrse con este procedimiento de compactación. Lo anterior puede explicarse, en términos generales, teniendo en cuenta que, a bajos contenidos de agua, en los suelos finos, del tipo de los suelos arcillosos, el agua está en forma capilar produciendo compresiones entre las partículas constituyentes del suelo lo cual tiende a formar grumos difícilmente desintegrables que dificultan la compactación.

El aumento en contenido de agua disminuye esa tensión capilar en el agua haciendo que una misma energía de compactación produzca mejores resultados. Empero, si el contenido de agua es tal que haya exceso de agua libre, el grado de llenar casi los vacíos el suelo, esta impide una buena compactación, puesto que no puede desplazarse instantáneamente bajo los impactos del pisón.

### **California Bearing Ratio – CBR (ASTM D-1883)**

El Índice de California (CBR) es una medida de la resistencia al esfuerzo cortante de un suelo, bajo condiciones de densidad y humedad, cuidadosamente controladas. Se usa en el proyecto de pavimentos flexibles auxiliándose de curvas empíricas. Se expresa en porcentaje como la razón de la carga unitaria que se requiere para introducir un pistón a la misma profundidad en una muestra de tipo piedra partida. Los valores de carga unitaria para las diferentes profundidades de penetración dentro de la muestra patrón están determinados.

El CBR que se usa para proyectar, es el valor que se obtiene para una profundidad de 0.1 pulgadas. Como el CBR de un agregado varía de acuerdo a su grado de compactación y el contenido de humedad, se debe repetir cuidadosamente en el laboratorio las condiciones del campo, para lo que se requiere un control minucioso. A menos que sea seguro que el suelo no acumulara humedad después de la construcción, los ensayos CBR se llevaran a cabo sobre muestras saturadas.

## **Conclusiones**

La zona evaluada a nivel de semidetalle, sobre una superficie de 363,960 Ha, presenta un marco fisiográfico conformado en un 72% por una sucesión de colinas con pendientes empinadas a muy empinadas, por lo que están sujetos a una escorrentía superficial rápida a muy rápida y una erosión hídrica potencial alta. El porcentaje restante (28%), está constituido por zonas planas a ligeramente onduladas (26.6%) donde la erosión es ligera a nula y por un tipo particular de paisaje (1.4%) denominado cuesta, presentando este último la formación de valles erosiónales que marcan el inicio de una fuerte erosión futura.

En su mayoría son suelos de textura franco arcillosa a arcilla existiendo en pequeña cantidad suelos franco a franco limosos, sobre todo en las áreas derivadas de materiales recientes.

Debido a las condiciones climáticas existentes en la zona y a la naturaleza del material originario la mayoría de los suelos, son de reacción acida y con un gran contenido de aluminio.

### **4.1.4. Estudio de tráfico**

Para la ejecución del trabajo de campo, inicialmente se efectuó un reconocimiento de la carretera y una apreciación preliminar del volumen y características del tráfico, a fin de identificar posibles tramos homogéneos en cuanto al tránsito y mejor ubicación de las estaciones de conteo y encuesta.

El tráfico se define como el desplazamiento de bienes y/o personas en los medios de transportes; mientras que el tránsito viene a ser el flujo de vehículos que circulan por la carretera.

El estudio de tráfico tiene por finalidad cuantificar el volumen, clasificación y origen – destino del tránsito vehicular elementos indispensables para la evaluación económica de puente y la determinación de las características del puente.

Los resultados del estudio se expresan en el índice Medio Diario IMD, que es indicador comúnmente utilizado para estimar costos de transporte y la determinación de las características técnicas del puente.

### **Objetivos y alcances**

El presente estudio de tráfico se realizará como parte del estudio definitivo de la construcción del Puente Lagarto.

El objetivo principal del estudio es determinar el tráfico actual existente en el puente y sus características principales.

Determinar del volumen y compactación del tráfico (Índice Medio Diario).

Determinar los principales flujos del transporte de cargas y pasajeros con encuestas del origen – destino.

Captar de información complementaria para efectos de las proyecciones de los tráficos.

Proyección del tráfico (normal, generado) por categoría de vehículos según tipo.

### **Tráfico existente**

Para determinar el tráfico actual del tramo se realizaron conteos de campo en la vía. Esta información fue procesada para calcular el índice Medio Diario. En lo que corresponde al tramo donde se ubicara el puente Lagarto que comprende las zonas “Lagarto – Mazuhuazu y Alto Ishpihuacazu, Iscozacín, Distrito de Palcazú”, actualmente no existe presencia de vehículos pesados, tan solo existe el tránsito de motos lineales y camiones 4x4 de doble tracción.

### **Evaluación y tráfico**

Se efectuó durante el reconocimiento preliminar, mediante encuestas, con la participación de pobladores de la zona respecto a la frecuencia del tráfico en la zona del proyecto.

Etapas de campo:

- Determinación de dos lugares a fin de ubicar las estaciones de control de tráfico.
- Elaboración de los formatos para cada actividad en cantidad suficiente, para siete días de trabajo en dos estaciones.

- Para el conteo y clasificación vehicular se requirió un contador por 12 horas. Total 2 hombres por día en cada punto.
- Se tomó información del tráfico durante 7 días consecutivos los días sábados y domingos incluidos.

El estudio consistió en realizar conteo y clasificación vehicular ida y vuelta.

Encuestas sobre el valor del flete para productos agrícolas s/. Ton y ganado S/. Cabeza.

Cuadro 7. Contenido de Tráfico Vehicular en dos Sentidos por Día.

TIPO VEHICULAR	TRAFICO VEHICULAR EN DOS SENTIDOS X DIA							Total Semana	IMDS=VI/7	FC	IMDA = IMDSXFC
	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo				
Auto										1.1002	0
Camioneta	1	1	1	1	1	1	2	8	1	1.1002	1
Motocicleta	2	2	2	2	2	2	4	16	2	1.1002	3
Micro							0		0	1.0318	0
Bus							0		0	1.0318	0
Camión 2 ejes							0		0	1.0318	0
Camion 3 ejes							0		0	1.0318	0
Camion 4 ejes							0		0	1.0318	0
Articulado							0		0	1.0318	0
<b>TOTAL</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>6</b>	<b>24</b>	<b>6</b>	<b>1.032</b>	<b>6</b>

Fuente. Expediente técnico  
Elaboración. Propia

- IMDs : Índice Medio Diario semanal de la muestra de vehículos tomada.
- VI : volumen vehicular diario de cada uno de los 7 días de conteo
- $IMDs = \sum VI/7$ : promedio del conteo de 7 días.

Todo proyecto de infraestructura vial de transportes, requiere la concurrencia de un estudio de tráfico vehicular que permita determinar el número de vehículos que usa la vía, puente, etc. Los proyectos de inversión privada como la construcción de grifos, hoteles, centros turísticos recreativos, etc. También requiere conocer la magnitud del tráfico para evaluar sus inversiones.

Este estudio es de gran importancia porque constituye el objetivo esencial al cual va dirigida la inversión.

El tráfico actual refleja los resultados del levantamiento de información realizados a través de trabajos de campo (Estudio de tráfico), expresados en términos de Índice Medio Diario (IMDa). En el cuadro se muestra el IMDa.

Anual del camino Vecinal en estudio.

Cuadro 8. Tramo: Camino Rural Lagarto

Tipo vehicular	IMDs =VI/7	FC	IMDa =IMDsxFC	%
Auto	0	1.0065	0	0.00%
Camioneta	2	1.0065	2	50.00%
C-R	2	1.0065	2	50.00%
Micro	0	0.9487	0	0.00%
Bus	0	0.9487	0	0.00%
Camión 2 ejes	0	0.9487	0	0.00%
Camión 3 ejes	0	0.9487	0	0.00%
Camion 4 ejes	0	0.9487	0	0.00%
Articulado	0	0.9487	0	0.00%
<b>Total</b>	<b>4</b>		<b>4</b>	<b>100%</b>

Fuente. Expediente técnico

Elaboración. Propia

- IMDs : Índice Medio Diario semanal de la muestra de vehículos.
- VI : Volumen vehicular diario de cada uno de los 7 días de conteo.
- $IMDs = \sum VI/7$ : promedio del conteo de 7 días.
- F:C : Factor de corrección.
- IMDa: Índice Medio Diario Anual.

De acuerdo a los resultados del estudio de Trafico concordado con los términos de referencia, el proyecto se evaluara por el Método excedente del Productor si el IMD es menor de 25 vehículos y un costo mayor a 15,000.00 dólares , o si es mayor o igual a 25. En este caso el IMDa es de 4 vehículos y con el tráfico desviado una vez realizado el proyecto se alcanzara un IMDa de 15 vehículos.

### **Proyección del Tráfico Normal**

Para proyectar el tráfico futuro, es necesario antes de terminar la tasa de crecimiento del tráfico normal <1>. dicha tasa de crecimiento por lo general se correlaciona con las tasas de crecimiento de las principales actividades económicas de la zona del proyecto y el crecimiento poblacional (variables explicativas del tráfico).

### **Conclusión**

El puente que se construirá contribuiría a dinamizar el comercio de los excedentes exportables de las actividades agrícolas, ganaderas, para beneficio de la población establecida en los Caseríos de Lagarto, Mazuhuazu, Alto Ishpihuacazu, Iscozacín, facilitando su salida hacia los centros de consumo y acopio intermedio.

El puente Lagarto materia del presente estudio, da un IMDa normal de 4 vehículos. Y un IMDa desviado de 13 vehículos que proyectados considerando la tasa de población para vehículos ligeros y la tasa de crecimiento de PBI del sector para vehículos medianos y de carga nos dan un IMDa de 15 vehículos.

La población beneficiaria directa es de 690 para el año 2013, comprende toda la población de Iscozacín, Lagarto, Mazuhuazu y Alto.

#### **4.1.5. Estudio hidrológico**

El propósito del estudio es evaluar el comportamiento hidrológico del Río Lagarto, ubicada en el Distrito de Palcazú, su capital Iscozacín, de la

provincia de Oxapampa, Región Pasco, entre las majestuosas cordilleras Yanachaga Chemillen, San Matías y San Carlos.

El tramo en estudio presenta un tramo donde el río es tendido y extensiones variables.

Con el fin de reunir los criterios adecuados para conocer las características hidrológicas del río Lagarto, se realizó el estudio en las siguientes etapas:

Recopilación de Información: Comprende la recolección, evaluación y análisis y pluviometría en el área de estudio.

Trabajos de campo: consiste en un recorrido por cada una de las cuencas que forman el río mencionado, para su evaluación y observación de las características, relieve y aspectos hidrológicos de los mismos.

Fase de gabinete: consiste en el procesamiento, análisis y determinación de los parámetros de diseño.

### **Objetivo**

Son objetivos del presente estudio:

- Estimar las descargas máximas de diseño para la cimentación del puente Lagarto sobre el río del mismo nombre.
- Calcular las profundidades de socavación potencial en el área de ubicación de los apoyos.

#### **4.1.6. Estudio de geológico geotécnico**

El estudio Geológico Geotécnico de la “construcción del puente lagarto Long=75m de luz del distrito de palcazú – Oxapampa – Pasco”, se presenta como parte de los estudios básicos de ingeniería del Expediente Técnico en mención, que va a permitir conocer las características del subsuelo de cimentación para garantizar un diseño seguro.

El presente estudio de Geología y Geotecnia es parte del Proyecto para llevar a cabo el desarrollo del estudio se efectuó una fase de pre campo, la que consistió en la recopilación de la información existente, luego se llevó a cabo la fase de campo la que consistió en un reconocimiento geológico geotécnico, a fin de dar un marco geológico regional al proyecto y asimismo describir algunas características geológicas y geotécnicas de las obras propuestas en este nivel del estudio; finalmente se llevó a cabo la fase de gabinete donde se elaboró el plano final y la redacción del informe final.

Para tal fin se ha efectuado el presente estudio, en base a observaciones superficiales y del subsuelo, complementadas con muestreo “in situ” para determinar las características físicas mecánicas del suelo.

La aplicación de los métodos y técnicas que se describen es determinada según las condiciones geológicas y geomorfológicas del lugar, y de la magnitud y fines de la obra proyectada.

Las condiciones geológicas superficiales del área, en forma general, permiten determinar que el subsuelo presenta buenas condiciones geotécnicas para la realización de las obras proyectadas

### **Objetivos del estudio**

Los objetivos del estudio son los que a continuación se indican:

- Reconocimiento de las condiciones geológicas y geotécnicas a fin de determinar las bondades y/o limitaciones de los materiales en los trabajos de fundación de las obras.
- Brindar información geológica y geotécnica de los materiales con fines de costos, para los diferentes componentes de las obras del proyecto.
- Determinar áreas de materiales de construcción.
- Brindar información geológica para el estudio de Línea Base del Estudio de Impacto Ambiental del Proyecto.
- Determinar las diferentes formaciones geológicas existentes en la zona, describiendo sus características litológicas, estructurales.

#### **4.1.7. Impacto ambiental**

El procedimiento de análisis de la Línea Base Ambiental para la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental, tiene como fundamento la integración del diagnóstico del medio físico, de los recursos naturales y de las condiciones antrópicas que conforman el ámbito del estudio, en esta forma, los conceptos de Ambiente Físico (Clima, hidrología, geología,

geomorfología, geodinámica, suelos y capacidad de uso mayor de las tierras). Ambiente Biológico (Ecología, flora y fauna). Aspectos Socioeconómicos y Culturales (Demografía, servicios sociales, actividades económicas, turismo, actividades culturales). Otorgan al estudio condiciones específicas para el uso y problemática de cada unidad ambiental, así como para el uso racional de los recursos en concordancia con su medio.

### **Objetivos**

Realización del diagnóstico ambiental del área a ser afectada por el Proyecto, caracterizando la situación ambiental del área, antes de la implantación del proyecto. Los resultados de esta actividad servirán de base a la ejecución de las demás actividades del Estudio.

Elaboración y organización de los datos necesarios, Informaciones cartográficas actualizadas y a escalas adecuadas, datos referentes a los componentes físicos y biológicos del medio ambiente, datos económicos y sociales de las poblaciones locales realizadas por Organismos Públicos que se encargan de estas actividades, tales como: Instituto Nacional de Recursos Naturales (INRENA), el Instituto Nacional de Cultura (INC) Instituto Nacional de Geología, Minería y Metalúrgica (INGEMMET), Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI), Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI), entre otros.

El estudio de impacto ambiental (EIA) en el área del proyecto tiene como objetivo la identificación, predicción, interpretación y

comunicación de los impactos ambientales, tanto positivos como negativos, para prevenir con medidas de control y seguimiento el deterioro del medio ambiente, en las fases de diseño, construcción y operación del proyecto bajo el concepto de desarrollo sostenible.

#### **4.1.8. Proceso constructivo (sub estructura)**

##### **Cartel de identificación de obra**

Se refiere a la confección de dos carteles de obra de dimensiones no menores que 7.20 m x 3.60 m en el que se indicará la información básica siguiente:

- Entidad licitante (con su logotipo correspondiente).
- Nombre de la obra a ser ejecutada.
- Monto de obra.
- Tiempo de ejecución.
- Fuente de financiamiento.
- Nombre del Consultor Proyectista.
- Nombre del Contratista Constructor.

Los letreros deberán ser colocados sobre soportes adecuadamente dimensionados para que soporten su peso propio y cargas de viento.

##### **Campamento y obras provisionales**

La partida se refiere a las construcciones e instalaciones necesarias para alojar al personal técnico, administrativo y obrero (no local), así como almacenar las herramientas e insumos necesarios para la construcción y las oficinas técnicas, administrativas del Contratista y

las de supervisión. Tratándose de una sola obra se ha considerado un campamento para alojamiento de personal y oficinas administrativas del Contratista y de la Supervisión, incluye almacenes de herramientas y materiales.

### **Limpieza y deforestación manual**

Comprende el desraíce y la limpieza en zonas cubiertas de pastos, rastrojo, maleza, escombros, cultivos y arbustos. También comprende la remoción total de árboles de superficies que no presenten características de bosques continuos.

En esta actividad se deberá proteger las especies de flora y fauna que hacen uso de la zona a ser afectada, dañando lo menos posible y sin hacer desbroces innecesarios, así como también considerar el entorno socioeconómico protegiendo áreas con interés económico.

### **Trazo y replanteo**

Sobre la base de los planos y levantamientos topográficos del Proyecto, sus referencias y BMs, el Contratista procederá al replanteo general de la obra, en el que de ser necesario se efectuarán los ajustes necesarios a las condiciones reales encontradas en el terreno. El Contratista será el responsable del replanteo topográfico que será revisado y aprobado por el Supervisor, así como del cuidado y resguardo de los puntos físicos, estacas y monumentación instalada durante el proceso del levantamiento del proceso constructivo.

El Contratista instalará puntos de control topográfico estableciendo en cada uno de ellos sus coordenadas geográficas en sistema UTM. Para los trabajos a realizar dentro de esta sección el Contratista deberá proporcionar personal calificado, el equipo necesario y materiales que se requieran para el replanteo estacado, referenciación, monumentación, cálculo y registro de datos para el control de las obras.

La información sobre estos trabajos, deberá estar disponible en todo momento para su revisión y control por el Supervisor.

### **Movilización y desmovilización de equipos**

Esta partida comprende los trabajos necesarios para el adecuado transporte de equipo y herramientas al lugar de ejecución de Obra.

El presente ITEM comprende las labores y los correspondientes costos en que se incurra en Montaje y Desmontaje si fuera necesario, embarque y desembarque, el transporte mismo de las unidades mecánicas y herramientas que serán empleadas en la construcción de la Obra, correspondiendo esto al transporte del lugar de origen al lugar de la Obra.

El traslado del equipo pesado se efectuará por vía terrestre utilizando camiones plataforma ó tráiler.

El equipo liviano (volquetes, cisternas, etc.) lo hará por sus propios medios, en este equipo liviano serán transportados el equipo liviano

no transportable, las herramientas, y el equipo misceláneo (martillos, neumáticos, vibradores, etc.)

### **Flete terrestre general**

Esta partida contempla el traslado de los materiales de los centros de adquisición hasta la obra o almacén, tales como:

- Maderas
- Acero corrugado
- Triplay
- Alambre
- Clavos
- Cal
- Asfalto RC-250
- Calamina

### **Panel fotográfico**



Fotografía. 05: Cartel de obra.



Fotografía. 06: Limpieza de terreno.



Fotografía. 07: Trazo y replanteo preliminar.



Fotografía. 08: Trazo y replanteo

#### **4.1.9. Proceso constructivo de estribos (sub estructura)**

##### **Excavación para estructuras en material suelto en seco**

Las especificaciones contenidas en este capítulo, serán aplicadas para la ejecución de todas las excavaciones en superficie de acuerdo a lo previsto en los planos de diseño.

Las excavaciones se refieren, al movimiento de todo material y de cualquier naturaleza, que debe ser removido para proceder a la construcción de las cimentaciones y elevaciones de las subestructuras, según los ejes, rasantes, niveles y dimensiones indicados en los planos del proyecto, y se llevarán a cabo aplicando medios apropiados elegidos por el Contratista.

##### **Concreto $f_c=100\text{kg/cm}^2$**

Para proteger a la zapata de posibles deformaciones del terreno de fundación se construye un solado de 0.10 m la cual antes de ser

vaciados debe ser debidamente encofrado, con las dimensiones que especifica el plano, los componentes para el concreto a emplearse son cemento Portland tipo I, hormigón y agua en proporción que alcance una resistencia a la compresión a los 28 días de 100 kg/cm<sup>2</sup>.

Las obras de concreto se refieren a todas aquellas ejecutadas con una mezcla de cemento, material inerte y agua, la cual deberá ser diseñada por el responsable a fin de obtener un concreto de las características especificadas y de acuerdo con las condiciones necesarias de cada elemento de la estructura. Las dosificaciones de los componentes de la mezcla se harán únicamente al peso determinado previamente al contenido de humedad de los agregados para efectuar el ajuste correspondiente en la cantidad de agua de la mezcla, rechazando todo material con demasiadas impurezas. La cantidad de cemento con la cual se debe realizar una mezcla será según el tipo de concreto que se requiera.

### **Ejecución**

La correcta ejecución de las obras de concreto deberá ceñirse a las especificaciones de los materiales a utilizarse, como también en las operaciones de mezclada, llenado, acabado y curado y la obtención de las muestras necesarias.

### **Acero de refuerzo $f_y=4200$ kg/cm<sup>2</sup>**

La armadura de refuerzo se refiere a la habilitación del acero en barra según lo especificado en los planos estructurales del puente.

Dicho acero estará formado por barras de diámetro mayor de 3/8", debiendo estar conforme a las especificaciones establecidas para barras de Acero de Lingotes (AASHTO M 31 o ASTM a 15): Barras de acero para Riel (AASHTO M 42 ó ASTM 16) todas las barras deben ser corrugadas de acuerdo a las especificaciones establecidas por AASHO M 137 ó AST A-615-68 (A-60), según se indique en los planos.

Cuando en los planos estructurales se indique, se podrá emplear barras corrugadas de acero torcido en frío.

Todas las barras, antes de usarlas, deberán estar completamente limpias, es decir libres de polvo, pintura, óxido, grasas, o cualquier otra materia que disminuyan su adherencia.

Las barras deberán ser dobladas en frío de acuerdo a la forma y dimensiones estipuladas en los planos. A menos que se estipule otra cosa en los planos, los estribos y barras de amarre deberán ser doblados alrededor de un pivote de diámetro no menor de dos veces el diámetro de barra, para otras barras, el doblado deberá hacerse alrededor de un pivote de diámetro no menor de 6 veces el diámetro de la barra. En caso de usarse ganchos para el anclaje de las barras y a menos que se estipule otra cosa en los planos, éstos deberán tener un lado no menor de 3 veces el diámetro de la barra y una extensión al extremo libre de por lo menos 4 diámetro de la barra y una extensión al extremo libre de por lo menos 12 diámetros de barra.

Toda la armadura deberá ser colocada exactamente en su posición según lo indicado en los planos y firmemente sujeta durante la ejecución del llenado y vibrado del concreto. Las barras deben ser atadas en todas las intersecciones, excepto cuando el espaciamiento de ellas es menor de 0.30 mts. en cualquier dirección , caso en que se atarán alternadamente.

Los recubrimientos libres indicados en los planos deberán ser logrados únicamente por medio de separadores de mortero. De la misma forma se procederá para lograr el espaciamiento de las barras. El Ingeniero Inspector deberá aprobar la armadura colocada previa inspección de la correcta ejecución del trabajo y del lineamiento señalado en los planos.

Toda la armadura debe ser suministrada en las longitudes que se estipulan en los planos. A menos que se estipule otra cosa en los planos, las barras en la parte inferior de vigas y viguetas y de las columnas y carteles, deberán trasladarse.

Los empalmes a traslapar se deberán ejecutarse atortolando las dos barras con alambre, de modo que queden en estrecho contacto y firmemente sujetas. Los empalmes soldados sólo se ejecutarán cuando se especifiquen en los planos bajo autorización escrita del Ingeniero Inspector. En cualquier caso, los empalmes deberán respetar los espaciamientos y recubrimientos libres estipulados en los planos.

En la armadura de refuerzo se considerará el peso neto en kg. Incluyendo desperdicios y empalmes.

### **Encofrado cara vista en seco**

Los encofrados se refieren a la construcción de formas temporales para contener el concreto, de modo que éste, al endurecer, tome la forma que se estipule en los planos respectivos, tanto en dimensiones como en su ubicación en la estructura.

La superficie interior de todos los encofrados será limpia y exenta de toda suciedad, grasa u otras causales extrañas y deben ser cubiertas con laca apropiada para facilitar el desencofrado, que no manche el concreto, ni el acero de refuerzo.

### **Ejecución**

Los encofrados deberán ser diseñados y construidos de modo que resistan totalmente al empuje del concreto al momento del relleno, sin deformarse, para dichos diseños se tomará un coeficiente aumentativo de impacto igual al 50% del empuje del material que deba ser recibido por el encofrado.

Antes de proceder a la construcción de los encofrados, el responsable deberá obtener la autorización escrita del Ingeniero Supervisor.

Los encofrados deberán ser construidos de acuerdo a la línea de estructura y apuntalados sólidamente para que se conserven su rigidez, en general, se deberá unir los encofrados por medio de

pernos que pueden ser retirados posteriormente, en todo caso, deberán ser contruidos de, madera que se pueda fácilmente desencofrar.

Antes de depositar el concreto, los encofrados deberán ser convenientemente humedecidos y cubiertos con laca apropiada para facilitar el desencofrado al evitar la adherencia del mortero. No se podrá ejecutar llenado alguno sin la autorización escrita del Ingeniero Supervisor, quien previamente habrá inspeccionado y comprobado las características de los encofrados.

Los encofrados no podrán retirarse antes de los tiempos siguientes:

- |                               |          |
|-------------------------------|----------|
| - Costados de Vigas           | 24 horas |
| - Cimentaciones y elevaciones | 3 días   |
| - Losas                       | 14 días  |
| - Fondo de Vigas              | 21 días  |

Previa autorización de la Inspección, podrán usarse aditivos acelerantes o retardadores de fragua. En este caso, la Inspección puede cambiar los tiempos de desencofrado anteriormente indicados.

Todo encofrado para volver a ser usado no deberá presentar alabeos ni deformaciones y deberá ser limpiado con cuidado antes de ser colocado.

### **Concreto $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$ en seco**

Las obras de concreto se refieren a todas aquellas ejecutadas con una mezcla de cemento, material inerte (agregado fino y grueso) y agua, la cual deberá ser diseñada por el Contratista a fin de obtener un concreto de las características especificadas y de acuerdo a las condiciones necesarias de cada elemento de la estructura.

La dosificación de los componentes de la mezcla se hará preferentemente al peso, evitando en lo posible que sea por volumen, determinando previamente el contenido de humedad de los agregados para efectuar el ajuste correspondiente en la cantidad de agua de la mezcla.

### **Panel fotográfico**



Fotografía. 09: Trabajos de excavación.



Fotografía. 10: Concreto en falsa zapata



Fotografía. 11: Concreto Falsa zapata



Fotografía. 12: Habilitación de acero para la zapata de los estribos



Fotografía. 13: Encofrado de la zapata de los estribos



Fotografía. 14: Habilitación de acero para la pantalla de los estribos.



Fotografía. 15: Encofrado de la pantalla de los estribos.



Fotografía. 16: Concreto en estribos.



Fotografía. 17: Concreto en estribos.



Fotografía. 19: Estribos concluidos.



Fotografía. 19: Estribos cargado con la superestructura.

#### **4.1.10. Proceso constructivo de la superestructura metálica**

##### **Fabricación en taller**

Planos estructurales y de fabricación en taller

Los planos de la estructura metálica que forman parte del Expediente Técnico, constituyen los planos estructurales, donde se indican las dimensiones y la ubicación relativa de los diferentes elementos componentes de la estructura.

El fabricante de la estructura metálica deberá preparar y presentar a la Supervisión los planos de fabricación en taller con el detalle suficiente, para ser evaluados y aprobados si el caso es conforme a las especificaciones de la ANSI / AASHTO / AWS D1.5 Bridge Welding Code, en adelante la “Norma”.

Cualquier trabajo que el Contratista realice antes de que el Supervisor apruebe estos planos de taller, será a su propia cuenta y riesgo.

Los planos de taller de la estructura de acero, deberán mostrar, a pleno detalle, todas las dimensiones y tamaños de las partes componentes de la estructura, así como los detalles de las conexiones entre elementos.

El Contratista deberá entender expresamente que la aprobación por el Supervisor de los planos de fabricación en taller, no lo releva de responsabilidades por el contenido de dichos planos.

### **Pintura anticorrosiva**

Estas especificaciones se refieren al tratamiento de estructuras de acero con pinturas protectoras del sistema denominado Zinc – Epoxy – Poliuretano.

### **Transporte a obra**

Bajo esta partida el Contratista efectuará todo el trabajo requerido para el transporte de todos los elementos que componen la superestructura del puente; desde el taller de fabricación, hasta la obra.

- Lista de materiales

El Contratista antes de transportar la estructura a la obra, verificará que todos sus elementos correspondan en dimensiones, peso, cantidad, identificación y descripción a las descritas por el fabricante en el respectivo listado de materiales (Packing List) que conforman la superestructura total del puente, la estructura del puente está bajo responsabilidad del Contratista, hasta la entrega final de la Obra.

- Transporte

El medio de transporte a utilizarse será el terrestre, pudiendo elegir el Contratista otra alternativa a su costo y riesgo.

Previamente el Contratista debe hacer todos los arreglos necesarios para el embalaje, donde se deberá tomar las precauciones para un adecuado embarque y desembarque, de tal manera de asegurar que los diferentes elementos de la estructura lleguen en buenas condiciones y completas a la obra. El Contratista antes del traslado de las estructuras, debe adquirir las pólizas de Seguro contra todo riesgo, por un monto equivalente al costo total de la estructura, vigente por el período de traslado hasta la obra, incondicional y de ejecución automática, expedida por una compañía de Seguros reconocida por la Superintendencia de Banca y Seguros.

Para el transporte, el Contratista obtendrá previamente las autorizaciones y permisos correspondientes, seleccionando los vehículos de tal manera que garanticen un traslado óptimo de las estructuras y con la anticipación necesaria a la ejecución de los trabajos, siendo de su responsabilidad hacer un previo reconocimiento de los caminos y tomar las precauciones del caso. Los vehículos de transporte deberán ser tales que los elementos de la estructura se acomoden en la plataforma, de tal modo que no se produzcan volados, cuñas, apoyos forzados etc., que sometan a las estructuras a esfuerzos que deterioren todo o parte de algún elemento.

- Almacenamiento en obra

Para el almacenamiento de la estructura en obra, el Contratista deberá preparar un terreno cercado designándose

áreas de depósito, áreas libres de acarreo y maniobras. Los elementos menores se depositarán en recintos cerrados y seguros.

El piso del almacén deberá ser tratado debidamente a fin de garantizar un adecuado acomodo y conservación de las estructuras, evitando entre otras consideraciones que las aguas superficiales alcancen a las estructuras.

Los elementos de las estructuras de acero, deberán almacenarse sobre rodamientos en el terreno, que lo liberen de estar en contacto con el suelo y deberán ser mantenidas limpias y secas.

Las vigas principales deberán ser colocadas en forma recta y derecha con sus debidos soportes.

El Contratista será responsable por los daños y pérdidas que puedan ocurrir a los elementos de las estructuras antes de la entrega final de la obra.

### **Montaje y lanzamiento**

Esta partida comprende todos los trabajos necesarios de montaje y/o lanzamiento de la estructura del puente, de acuerdo a los planos del diseño del fabricante, para que la estructura quede en su posición final, tal como se indica en los planos del proyecto.

Para la ejecución del montaje de las vigas metálicas se distinguen las siguientes fases:

**a) Plan de montaje**

El Contratista, sobre la base del conocimiento previo y obligatorio de las características físicas del cauce y régimen del río y de las áreas circundantes donde se emplazará el puente, definirá y propondrá al “Supervisor” para su aprobación el plan de montaje que considere adecuado para que la estructura metálica pueda emplazarse hasta su posición final tal como se muestra en los planos del proyecto, propuesta que deberá estar sustentada con planos y especificaciones para su aprobación por el “Supervisor”.

El Contratista para tales fines estará obligado a elaborar y presentar los Planos de montaje, Cálculos del proceso de Montaje y Lanzamiento, definiendo las dimensiones y materiales necesarios de las estructuras temporales a utilizarse y verificando, además, que la estructura principal a Lanzar, no sufra esfuerzos ni deformaciones mayores a los admisibles y no contemplados en la etapa de diseño.

De la misma manera deberá presentar la relación de equipos, herramientas, accesorios, materiales necesarios, personal especializado, seguros de personal, seguros de montaje y

medidas de seguridad adicional durante la instalación del puente.

La aprobación del “Supervisor” no exime al Contratista de sus responsabilidades por la seguridad de su método y el funcionamiento adecuado de sus equipos. La presentación de dicho expediente debe ser con la anticipación suficiente para que el “Supervisor” la revise y apruebe si es consistente.

**b) Trabajos preliminares**

El contratista deberá acondicionar un área apropiada conforme a lo indicado en la especificación de nivelación de terreno y maniobras preliminares de montaje.

**c) Ensamblaje de la estructura metálica**

Para el armado de la estructura del puente, debe seguirse un procedimiento lógico, donde cada una de sus partes componentes serán ensambladas en forma segura, conforme se muestra en los planos de marcas e identificación de las secciones y elementos, cada uno de ellos serán maniobradas cuidadosamente de manera que no se doblen, rompan o sufran daños.

Las piezas de la estructura no son intercambiables, debiendo el Contratista guiarse por las marcas de fábrica, para evitar que éstas sean colocadas en otro lugar. Todos los elementos

deberán acomodarse en su lugar sin que los eventuales forzamientos los dañen.

Durante el ensamblaje se verificará que las dimensiones del conjunto sean las correctas, teniendo en cuenta las tolerancias indicadas en los planos. Es muy importante la verificación dimensional de la contraflecha de cada viga durante el proceso de ensamblaje y empalme con soldadura de las secciones y elementos; debiéndose elaborar una ficha técnica que registre la geometría final y por otro lado también se ejecutarán los mismos ensayos de control de calidad de la soldadura en el empalme de las secciones, conforme a las especificaciones de la partida Fabricación en taller.

#### **d) Instalación del falso puente o torres temporales**

Conforme al plan de montaje aprobado, el Contratista instalará el falso puente o las torres (pilares) temporales, siendo chequeados obligatoriamente en todos sus aspectos, como por ejemplo la calidad y estado de conservación de sus elementos, la correcta instalación de los mismos dentro de todo el conjunto y el equipamiento idóneo. En caso de presentarse secciones, elementos o accesorios de calidad dudosa para la función que deben cumplir, éstos serán rechazados y cambiados por repuestos de calidad apropiada.

El retiro del falso puente o de las torres temporales no se realizará hasta que la estructura metálica se encuentre totalmente ensamblada e instalada en su posición final y sea capaz de autosotenerse. El retiro de estas estructuras temporales deberá contar con la aprobación del Supervisor.

**e) Lanzamiento y montaje final de vigas metálicas**

El tipo de Montaje (Lanzamiento desde un extremo, Montaje sobre Falso Puente, Izaje con Grúas, etc.) que se efectuara será finalmente el que proponga el Contratista y sea revisado y aprobado por la Supervisión.

El proceso de lanzamiento de las vigas procederá siempre y cuando los resultados de control de calidad de la soldadura de empalme de las secciones sean satisfactorios y el falso puente y/o torres de lanzamiento se encuentren instalados en forma correcta y consistente.

Se deberán haber revisado previamente todos los Equipos y herramientas a ser utilizados en la etapa de Montaje y/o Lanzamiento como Grúas, Gatas, tecles, rodillos, tirsors, etc. y asegurar su perfecto funcionamiento.

“El Contratista deberá tomar todas las previsiones para asegurar la estabilidad de las vigas durante las etapas de montaje, para lo cual deberá prever y proveer los arriostramientos temporales necesarios, de la estructura

como un todo así como de cada uno de los elementos componentes”.

Una vez que las vigas y los elementos de arriostamiento, diafragmas, aparatos de apoyo y otros se encuentren en posición correcta se procederá al ajuste definitivo de los pernos de alta resistencia.

Los arriostres temporales no deberán ser retirados hasta que la losa de concreto del tablero alcance la resistencia ( $f'c$ ) especificada en el Proyecto.

### Panel fotográfico



Fotografía. 20: Verificando el acero en taller.



Fotografía. 21: Trabajos de corte de acero.



Fotografía. 22: Trabajos de corte de acero.



Fotografía. 23: Armado de vigas metálicas estructurales.



Fotografía. 24: Transporte de los elementos estructurales.



Fotografía. 25: Transporte de los elementos estructurales.



Fotografía. 26: Transporte de los elementos estructurales.



Fotografía. 27: Almacenaje de los elementos estructurales en obra.



Fotografía. 28: Almacenaje de los elementos estructurales en obra.



Fotografía. 29: Ensamblaje de la superestructura.



Fotografía. 30: Ensamblaje de la superestructura.



Fotografía. 31: Ensamblaje de la superestructura.



Fotografía. 32: Ensamblaje de la superestructura.



Fotografía. 33: Ensamblaje de la superestructura.



Fotografía. 34: Ensamblaje de la superestructura.



Fotografía. 35: Ensamblaje de la superestructura.



Fotografía. 36: Torque a los pernos de la superestructura.



Fotografía. 37: Lanzamiento de la superestructura.



Fotografía. 38: Lanzamiento de la superestructura.



Fotografía. 39: Lanzamiento de la superestructura.



Fotografía. 40: Lanzamiento de la superestructura.

#### **4.1.11. Losa de concreto y veredas**

##### **Encofrado cara vista**

Los encofrados de superficie visibles serán hechos de madera laminada, planchas duras de fibras prensadas, madera machimbrada, aparejada y cepillada o metal.

Las juntas de unión deberán ser calafateadas de modo que no permitirá la fuga de la pasta. En la superficie en contacto con el concreto, las juntas deberán ser cubiertas con cintas, aprobadas por el Ingeniero Inspector, para evitar la formación de rebabas.

Dichas cintas deberán estar convenientemente sujetas para evitar su desprendimiento durante el llenado.

##### **Acero de refuerzo $f_y=4200 \text{ kg/cm}^2$**

La armadura de refuerzo se refiere a la habilitación del acero en barra según lo especificado en los planos estructurales del puente.

Dicho acero estará formado por barras de diámetro mayor de 3/8", debiendo estar conforme a las especificaciones establecidas para barras de Acero de Lingotes (AASHTO M 31 o ASTM A 15): Barras de acero para Riel (AASHTO M 42 ó ASTM 16) todas las barras deben ser corrugadas de acuerdo a las especificaciones establecidas por AASHTO M 137 ó ASTM A-615-68 (A-60), según se indique en los planos.

Cuando en los planos estructurales se indique, se podrá emplear barras corrugadas de acero torcido en frío.

Todas las barras, antes de usarlas, deberán estar completamente limpias, es decir libres de polvo, pintura, óxido, grasas, o cualquier otra materia que disminuyan su adherencia.

Las barras deberán ser dobladas en frío de acuerdo a la forma y dimensiones estipuladas en los planos. A menos que se estipule otra cosa en los planos, los estribos y barras de amarre deberán ser doblados alrededor de un pivote de diámetro no menor de dos veces el diámetro de barra, para otras barras, el doblado deberá hacerse alrededor de un pivote de diámetro no menor de 6 veces el diámetro de la barra. En caso de usarse ganchos para el anclaje de las barras y a menos que se estipule otra cosa en los planos, éstos deberán tener un lado no menor de 3 veces el diámetro de la barra y una extensión al extremo libre de por lo menos 4 diámetro de la barra y un extensión al extremo libre de por lo menos 12 diámetros de barra.

Toda la armadura deberá ser colocada exactamente en su posición según lo indicado en los planos y firmemente sujeta durante la ejecución del llenado y vibrado del concreto. Las barras deben ser atadas en todas las intersecciones, excepto cuando el espaciamiento de ellas es menor de 0.30 mts. en cualquier dirección, caso en que se atarán alternadamente.

Los recubrimientos libres indicados en los planos deberán ser logrados únicamente por medio de separadores de mortero. De la misma forma se procederá para lograr el espaciamiento de las barras. El Ingeniero Inspector deberá aprobar la armadura colocada

previa inspección de la correcta ejecución del trabajo y del lineamiento señalado en los planos.

Toda la armadura debe ser suministrada en las longitudes que se estipulan en los planos. A menos que se estipule otra cosa en los planos, las barras en la parte inferior de vigas y viguetas y de las columnas y carteles, deberán trasladarse.

Los empalmes a traslapar se deberán ejecutarse atortolando las dos barras con alambre, de modo que queden en estrecho contacto y firmemente sujetas. Los empalmes soldados sólo se ejecutarán cuando se especifiquen en los planos bajo autorización escrita del Ingeniero Inspector. En cualquier caso, los empalmes deberán respetar los espaciamientos y recubrimientos libres estipulados en los planos.

#### **4.1.12. Dispositivo de control sísmico**

Esta partida comprende la instalación de los elementos que conforman el dispositivo de control sísmico, los mismos que deberán ser colocados en los lugares indicados en los planos.

Los dispositivos de control sísmico tienen la finalidad de limitar los desplazamientos de la superestructura con relación a la subestructura, cuando ocurre un evento sísmico excepcional.

## **Materiales**

Todos los materiales para la instalación de los dispositivos de control sísmico serán suministrados por el contratista y requerirán la aprobación previa del Supervisor.

Los materiales a ser utilizado para instalar los dispositivos son: las barras redondas lisas o tubos de acero de calidad ASTM A709 grado 250, grado 345 ó similar y las varillas de acero corrugado calidad ASTM A615 grado 60 que forman el espiral alrededor de los tubos.

## **Método de ejecución**

El almacenamiento de los materiales necesarios para instalar los dispositivos de control sísmico se efectuará de manera tal que éstos no sufran desperfectos por causa de factores ambientales o por dificultades para su transporte dentro de la obra y hacia la misma.

El manejo y transporte de los accesorios de los dispositivos dentro de la obra, debe efectuarse con sumo cuidado evitando que sufran deformaciones que dificulten su instalación. Nunca se deben arrastrar o golpear.

Los componentes que conforman los dispositivos de control sísmico se ubicarán en las zonas establecidas en los Planos del Proyecto y se colocarán en su lugar sin necesidad de forzarlas ni doblarlas.

Primero se colocará la barra lisa o el tubo de acero (con las dimensiones mostradas en los planos) la misma que deberá quedar embebida dentro del concreto de la viga cabezal de los estribos.

En la etapa de construcción de las vigas y losa de los puentes y durante la etapa de encofrado deberá presentarse el espiral y el tubo de acero en el lugar indicado en los planos es decir alrededor de la barra o tubo ya fijada previamente. La holgura que quede entre la barra lisa y el tubo deberá ser uniforme en todo alrededor. Deberá asegurarse el tubo fuertemente al encofrado de manera tal que durante el vaciado del concreto alrededor del tubo no se mueva del lugar que le corresponde de acuerdo a los planos.

Durante la ejecución de los trabajos el Supervisor efectuará los siguientes controles:

Comprobar que los materiales utilizados cumplan las exigencias de la presente especificación.

Previo al vaciado de concreto en los elementos que contengan los dispositivos de control sísmico, el Supervisor deberá verificar y aprobar la correcta colocación de los mismos de acuerdo al Método de Construcción descrito en el ítem anterior.

Medir para efectos de pago, las cantidades de dispositivos correctamente colocados.

#### **4.2. Discusión de los resultados.**

Navarro, M. (2009), sustentó que el estudio consistió en evaluar las partidas ejecutadas; de tal forma y de acuerdo al método empleado dentro de un estándar de rendimiento aceptable se separan entre correctas e incorrectas,

coincidimos porque el proceso constructivo del puente se llevo acorde a las especificaciones tecnicas.

Ampuero, E. (2012), sustento la aplicación de una metodología para el análisis preliminar de puentes colgantes mediante elementos finitos, lo cual no se relaciona con el informe técnico porque no realiza la evaluación de las partidas ejecutadas en el proceso constructivo de un puente.

Castillo,R. (2013) sustentó el diseño de los componentes más importantes de la superestructura como arcos atirantados y sus arriostramientos transversales, tirantes, tablero, vigas de borde, protecciones laterales vehiculares y peatonales aplicando los criterios de los estados límite según las especificaciones estadounidenses para el diseño de puentes de carretera (AASHTO-LRFD) y las recomendaciones establecidas por diferentes investigadores, el diseño de algunos de los elementos secundarios y ciertos detalles constructivos se dejan para una etapa posterior cuando se realice el diseño definitivo. Lo cual no coincide con el informe tecnico porque no realiza el estudio del proceso constructivo de un puente.

## **CONCLUSIONES**

1. Se concluye que los beneficios del proceso constructivo adecuado del puente tipo arco atirantado ubicado en la CC. NN. Lagarto distrito Palcazú – Pasco, es dar conocer a la sociedad, empresas y consultores del sector construcción lo siguiente:

El proceso constructivo de un puente tipo arco atirantado, se da inicio con la construcción de la subestructura culminado por la superestructura.

Los materiales empleados se utilizaron de acorde a las especificaciones técnicas del expediente técnico del proyecto, los cuales también fueron ensayados.

El concreto empleado en obra alcanzó su resistencia a la compresión de  $f'c$  280 Kg/cm<sup>2</sup>, lo cual garantiza la calidad de la estructura del puente

## **RECOMENDACIONES**

1. Se recomienda tener en cuenta lo siguiente, para obtener un proceso constructivo adecuado del puente tipo arco atirantado ubicado en la CC. NN. Lagarto distrito Palcazú – Pasco:

Tener en cuenta los procesos constructivos para la subestructura y superestructura detalladas en el capítulo III Desarrollo del Proyecto.

Cumplir con la calidad de los materiales estipulados en las especificaciones técnicas del expediente técnico del proyecto.

Realizar el control de calidad del concreto mediante la verificación de la dosificación mediante el diseño de mezcla y consistencia mediante el cono de Abrams.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Ampuero Alata, E. J. (2012). *Consideraciones estructurales en el análisis y diseño de puentes colgantes*. Lima: Universidad Nacional de Ingeniería.
2. Castillo Perez, R. N. (2013). *Diseño preliminar de la superestructura de un puente en arco atirantado tipo Network sobre el río Puchuchoa*. Quito: Universidad Central del Ecuador.
3. Navarro Neyra, M. A. (2009). *Evaluación del proceso constructivo del puente Cuicua - Apurímac*. Lima: Universidad Nacional de Ingeniería.
4. Porras Bayeto, J. (2015). *Ejecución fr obras públicas con la ley de contrataciones*. Lima: Instituto de la construcción y gerencia.
5. Ramirez Coria, P. E., & Leon Avila, N. J. (2010). *Apoyo didactivo en la asignatura de Puentes CIV 312*. Cochabamba - Bolivia: Universidad Mayor de San Simón.
6. Villarino Otero, A. (s.f.). *Ingeniería Civil - Puentes*. Ingeniería Técnica de Topografía.

## **ANEXOS**