



**UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DEL ECUADOR**

**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL**

**Trabajo de titulación previo a la obtención del título de Ingeniero Civil**

**“Ensamble y montaje de puentes para acueductos en suelos de baja capacidad portante.”**

**Autor: Miriam Rocío Quilumba Cachago**

**Director: Ing. Juan Carlos Moya Heredia Mg.Sc.**

**Quito, Septiembre de 2015**

## APROBACIÓN DEL TUTOR

Yo, Ingeniero **Juan Carlos Moya Heredia** Mg. Sc., tutor designado por la Universidad Internacional del Ecuador UIDE para supervisar el avance del Proyecto de Investigación Científica con el tema: “**Ensamble y montaje de puentes para acueductos en suelos de baja capacidad portante.**” del estudiante Miriam Rocío Quilumba Cachago de la facultad de ingeniería civil, considero que dicha tesis de investigación y estudio reúne los requisitos para ser sometido a la evaluación del Comité Examinador designado por la Universidad y certifico que conozco al autor del presente trabajo.

Quito, Septiembre del 2015

EL TUTOR

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Juan Carlos Moya H.', is written over a horizontal line. The signature is somewhat stylized and overlaps the line.

-----  
Ing. Juan Carlos Moya H. Mg.Sc.  
C.I. 171091908-3

## DECLARACIÓN

Yo, Miriam Rocío Quilumba Cachago declaro que el presente trabajo de investigación y estudio denominado: “**Ensamble y montaje de puentes para acueductos en suelos de baja capacidad portante.**” es de mi autoría y exclusiva responsabilidad legal y académica, habiéndose citado las fuentes y en su ejecución se respetaron las disposiciones legales que protegen los derechos de autor de las fuentes citadas y bibliografía detallada.

Cedo mis derechos de propiedad intelectual de este presente trabajo de titulación a la Universidad Internacional del Ecuador.

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Miriam Rocío Quilumba Cachago', written over a faint circular stamp or watermark.

Alumno: Miriam Rocío Quilumba Cachago  
C.I. 171440786-1

Quito, Septiembre de 2015

## AGRADECIMIENTO

Agradezco a las empresas Ripconciv LTDA. y Geoforce S.A. que me ayudaron en la ejecución de mi proyecto de tesis para comprobar las hipótesis planteadas en el tema: **“Ensamble y montaje de puentes para acueductos en suelos de baja capacidad portante.”** Para la obtención del título de Ingeniero Civil.

Agradezco también a la Universidad Internacional del Ecuador que me dio la oportunidad de culminar con mis estudios para la titulación de la carrera y a los catedráticos que en tan prestigiosa Universidad laboran que me impartieron sus conocimientos en estos años. De la misma forma a mi tutor que de forma incondicional me ha colaborado hasta entregar el trabajo final.

## DEDICATORIA

A mi buen Dios que me dio la sabiduría necesaria para lograr culminar con las metas planteadas aun cuando más cansada estaba me dio la fortaleza para continuar. El que ha estado siempre llenándome de bendiciones cuando más lo he necesitado y que guió mi camino para tomar las decisiones correctas.

A mi padre **José Quilumba** y mi hermana **Fanny Quilumba** que desde el cielo me han ayudado siempre en mi diario caminar.

A mi madre **Teresa Cachago** que me ha apoyado en todo momento y que siempre ha estado para darme ánimo, aun cuando estaba cansada ella siempre tenía tiempo para escucharme, darme un consejo, alentarme a concluir mis objetivos e inclusive caminar más allá de lo que había previsto.

A mis hijos amados **Mateo Sebastián y Ana Paula Araujo** que han sido el motor para mi superación, cuando quise claudicar ellos fueron mi inspiración ya que su futuro depende de mí. Siempre daré lo mejor por ellos para que vean en mí un ejemplo de superación y sigan mis pasos.

A mis jefes **Ing. Paul Acosta, Ing. Jaime Bravo e Ing. Francisco Peña** que me dieron la oportunidad de culminar con mi carrera e hicieron posible la comprobación de mi proyecto de titulación “**Ensamble y montaje de puentes para acueductos en suelos de baja capacidad portante**”, mediante su patrocinio.

## ÍNDICE GENERAL

<b>A. PAGINAS PRELIMINARES</b>	<b>PÁG.</b>
APROBACIÓN DEL TUTOR .....	I
DECLARACIÓN .....	II
AGRADECIMIENTO .....	III
DEDICATORIA .....	IV
INDICE GENERAL .....	V
INDICE DE TABLAS .....	XI
INDICE DE GRÁFICOS .....	XII
INDICE DE ILUSTRACIONES .....	XIII
RESUMEN .....	XV
PLANIFICACIÓN DEL TRABAJO POR CAPÍTULOS .....	XVII
INTRODUCCIÓN .....	XIX
 <b>B. TEXTO</b>	
 <b>CAPITULO I</b>	
1.1 JUSTIFICACIÓN .....	21
1.2 EL PROBLEMA .....	22
1.3 FORMULACION DEL PROBLEMA .....	24
1.4 OBJETIVOS: GENERAL Y ESPECIFICOS .....	24
1.4.1 Objetivo General .....	24
1.4.2 Objetivos Específicos .....	24
1.5 HIPOTESIS O IDEA A DEFENDER .....	25
1.5.1 Idea A Defender .....	25
1.5.2 Variables A Emplearse .....	25

## CAPITULO II

2.1	MARCO CONCEPTUAL .....	26
2.1.1	Suelo .....	26
2.1.2	Capacidad Portante .....	26
2.1.3	Capacidad de carga a corto y largo plazo .....	27
2.1.4	Estructuras metálicas .....	27
2.1.5	Acero A-588 .....	28
2.1.6	Acero A-36 .....	29
2.1.7	Deterioro por oxidación del Acero .....	29
2.1.8	Vida Útil .....	30
2.1.9	Puente .....	30
2.1.10	Diseño de puentes por el método lrfd .....	31
2.1.11	Cargas que se aplica al diseño de puentes .....	31
2.1.12	Carga muerta.....	32
2.1.13.	Carga viva.....	33
2.1.14.	Soldadura.....	33
2.1.15	Chañón o Biselado .....	36
2.1.16	Códigos o Normas .....	37
2.1.17	Maquinaria pesada (Grúa) .....	37
2.1.18	Excavadora .....	38
2.1.19	Winche o malacates .....	38
2.1.20	Rodillos de montaje.....	38
2.1.21	Camber o contra flecha.....	38
2.1.22	Embanque de un elemento.....	39
2.1.23	Polines .....	39
2.1.24	Cable.....	39

2.1.25	Arriostre.....	39
2.1.26	Gato hidráulico .....	40
2.1.27	Obra falsa.....	40
2.1.28	Tirfor.....	40
2.1.29	Escalera marinera .....	41
2.1.30	Estribo o pila de cimentación .....	41
2.1.31	Tensado de cables.....	41
2.1.32	Descarrilar .....	41
2.1.33	Pandeo .....	41
2.1.34	Soldadores .....	42
2.1.35	Electrodos.....	42
2.1.36	Pruebas no destructivas .....	42
2.1.37	Errores en la soldadura .....	43
2.2	MARCO TEÓRICO.....	44
2.2.1	Fundamentación Filosófica .....	44
2.2.2	Tipo de suelo .....	44
2.2.3	Tipo de cimentación .....	47
2.2.4	Descripción del acueducto.....	49
2.2.5	Cantidad y pesos de los materiales que conforman el acueducto 1.....	50
2.2.6	Tipo de Acero empleado para la formación de las vigas del acueducto .....	54
2.2.7	Dotación y fabricación de los elementos metálicos Acueducto 1 .....	54
2.2.8	Llegada a campo y almacenamiento de los elementos .....	55
2.2.9	Espacio de armado del acueducto.....	57
2.2.10	Definiciones principales del equipo y materiales a utilizarse en el ensamble y montaje del acueducto 1 .....	58
2.3	MARCO LEGAL. ....	82



2.3.1 Armado y montaje de puentes en estructura metálica .....	83
2.3.2 Normativa para pintura en metal .....	83
2.3.3 Normativa para material de aporte, tipo y tamaño .....	83
2.3.4 Programa de inspección de las soldaduras (ensayos destructivos y no destructivos a ser aplicados).....	84
2.3.5 Seguimiento y medición.....	85
2.3.6 Ejecución de actividades.....	86
2.3.7 Control y planificación de obra .....	89
2.3.8 Formatos de liberación .....	90

### **CAPITULO III**

3.1 DELIMITACIÓN TEMPO - ESPACIAL .....	91
3.1.1 Ubicación.....	91
3.1.2 Clima .....	91
3.1.3 Carreteras.....	91
3.1.4 Temperatura.....	92
3.2 ENFOQUE DE LA INVESTIGACIÓN .....	92
3.3 MODALIDAD BÁSICA DE LA INVESTIGACIÓN .....	94
3.3.1 Bibliográfica-documental .....	94
3.3.2 Trabajo Experimental o de campo.....	94
3.4 POBLACIÓN Y MUESTRA.....	95
3.5 TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN .....	95
3.5.1 Técnicas.....	95
3.6 PROCESAMIENTO DE DATOS Y ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	96
3.6.1 Técnicas de procesamiento de datos.....	96

3.6.2	Antecedentes históricos .....	96
3.6.3	Trabajo de campo .....	98
3.7	PROCEDIMIENTO .....	98
3.7.1	Procedimiento de armado de vigas tramo 1 y tramo 2 del acueducto 1 ramal San Antonio .....	99
3.7.2	Procedimiento de montaje del acueducto 1 ramal San Antonio.....	105
3.7.3.	Procedimiento de ubicación en las cotas requeridas del acueducto 1 ramal San Antonio .....	117
3.8	TRABAJO DE OFICINA .....	119
3.8.1	Plan de procesamiento de la información.....	119

#### **CAPITULO IV**

4.1	ANALISIS E INTERPRETACION DE RESULTADOS .....	121
4.2	INTERPRETACION DE DATOS DE LA ENCUESTA .....	121
4.3	VERIFICACION DE LA HIPOTESIS O LA IDEA A DEFENDER .....	131

#### **CAPITULO V**

5.1	CONCLUSIONES .....	133
5.2	RECOMENDACIONES.....	135
5.3	BIBLIOGRAFIA .....	137
	ANEXO 1: PLANOS DE REFERENCIA ACUEDUCTO 1 .....	139
	ANEXO 2: AVANCES DIARIOS DE MONTAJE .....	147
	ANEXO 3: FORMATOS DE LIBERACION DE PINTURA .....	158
	ANEXO 4: CALIFICACION DE PROCEDIMIENTOS DE SOLDADURA .....	162
	ANEXO 5: CALIFICACION DE SOLDADORES .....	167

ANEXO 6: ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS EN UNION DE VIGAS .....	181
ANEXO 7: ENCUESTAS .....	191
ANEXO 8: AUTORIZACION PARA USO DE INFORMACION .....	194

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.- Propiedades de aceros empleados en estructuras .....	27
Tabla 2.- Vida Útil de los materiales .....	30
Tabla 3.- Ubicación de coordenadas de calicatas .....	45
Tabla 4.- Planilla de Aceros Vigas .....	51
Tabla 5.- Planilla de Aceros Rigidizadores.....	52
Tabla 6.- Planilla de Aceros Diafragmas .....	53
Tabla 7.- Planilla de Pernos (Cantidad) .....	53
Tabla 8.- Planilla de Pernos (Pesos) .....	54
Tabla 9.- WPS, PQR y WPQ .....	59
Tabla 10.- Datos de Contra Flecha o Cámbler.....	62
Tabla 11.- Lista de materiales para Rodillos .....	64
Tabla 12.- Planilla de Acero (Obra Falsa) .....	68
Tabla 13.- Especificación Técnica para Pintura .....	74
Tabla 14.- Seguimiento y Medición.....	85
Tabla 15.- Cronograma de Actividades .....	88
Tabla 16.- Métodos de Montajes de Puentes (Encuesta P1).....	122
Tabla 17.- Condiciones del terreno (Encuesta P2).....	124
Tabla 18.- Incidencia del clima (Encuesta P3) .....	125
Tabla 19.- Influencia económica (Encuesta P4) .....	127
Tabla 20.- Costos de armado y montaje.....	130

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1.- Proceso de soldadura SMAW.....	34
Gráfico 2.- Proceso de soldadura GMAW.....	35
Gráfico 3.- Chaflán o Bisel.....	37
Gráfico 4.- Detalle de Vigas y Diafragmas de Unión.....	50
Gráfico 5.- Bisel y Chaflán.....	60
Gráfico 6.- Contra flecha o Cámbel.....	61
Gráfico 7.- Diseño de Rodillos.....	65
Gráfico 8.- Diseño de Rodillos.....	66
Gráfico 9.- Diseño de Obra Falsa (Hormigón).....	67
Gráfico 10.- Diseño de Obra Falsa (Acero).....	68
Gráfico 11.- Sistema de obra falsa.....	70
Gráfico 12.- Diagrama de Momentos de la viga (50 metros).....	76
Gráfico 13.- Diagrama de Momentos de la viga (100 metros).....	77
Gráfico 14.- Placas de respaldo.....	77
Gráfico 15.- Diagrama de personal de montaje.....	79
Gráfico 16.- Ubicación de líneas de vida.....	81
Gráfico 17.- Control y Planificación de obra.....	89
Gráfico 18.- Métodos de Montaje (Encuesta P1).....	122
Gráfico 19.- Condiciones del terreno (Encuesta P2).....	124
Gráfico 20.- Incidencia del Clima (Encuesta P3).....	126
Gráfico 21.- Influencia económica (Encuesta P4).....	127

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1.- Estribos Acueducto 1 .....	48
Ilustración 2.- Almacenamiento de vigas.....	56
Ilustración 3.- Manipulación de vigas.....	56
Ilustración 4.- Estribo A sin relleno .....	57
Ilustración 5.- Equipos y Materiales .....	64
Ilustración 6.- Obra falsa en ejecución .....	69
Ilustración 7.- Escalera Marina .....	71
Ilustración 8.- Pintura en vigas .....	73
Ilustración 9.- Armado Acueducto 1 .....	92
Ilustración 10.- Altura sobre suelo en armado de dovelas .....	99
Ilustración 11.- Unión placa - viga - diafragma horizontal.....	100
Ilustración 12.- Armado de dovelas .....	101
Ilustración 13.- Armado de dovelas .....	101
Ilustración 14.- Vista central Armado de dovelas.....	102
Ilustración 15.- Preparación de vigas para remate .....	103
Ilustración 16.- Ultrasonido de Juntas Soldadas .....	104
Ilustración 17.- Bancada de Polines.....	105
Ilustración 18.- Empuje de acueducto 1 .....	106
Ilustración 19.- Empuje y Direccionamiento de Acueducto 1 .....	107
Ilustración 20.- Acueducto 1 sobre rodillos .....	108
Ilustración 21.- Soldado de orejas para sujeción .....	109
Ilustración 22.- Empleo de rodillos.....	110
Ilustración 23.- Empleo de varillas para alineación de puente .....	111

Ilustración 24.- Montaje primeros 30 metros.....	111
Ilustración 25.- Obra Falsa en ejecución.....	112
Ilustración 26.- Obra Falsa.....	113
Ilustración 27.- Segundo tiempo de montaje. Llega hasta estribo central .....	114
Ilustración 28.- Escalera Marina .....	114
Ilustración 29.- Tercer tiempo de lanzado .....	115
Ilustración 30.- Obra falsa estribo C .....	115
Ilustración 31.- Lanzamiento del tramo final.....	116
Ilustración 32.- Llegada del acueducto al estribo B.....	116
Ilustración 33.- Empolinada sobre la base del estribo A .....	117
Ilustración 34.- Acueducto 1 posicionado sobre los estribos.....	119
Ilustración 35.- Montaje con teleférico .....	129

## RESUMEN

Este documento está orientado a buscar un método adecuado para lograr el montaje de acueductos o puentes vehiculares, sean estos continuos o únicos con vanos libres menores a 50m entre estribos y ubicados a una altura máxima de 25m. Tomando en cuenta suelos de baja capacidad portante y con las restricciones de accesos viales, clima, ubicación del trabajo, poblaciones cercanas y presupuestos moderados.

Después de haber realizado un minucioso análisis y estudio, en el primer capítulo se analiza toda la problemática existente en los suelos de baja capacidad portante, los cuales no cuentan con un modelo de prueba de resistencia al ensamble y montaje de puentes para acueductos, consecuencia de ello, el rendimiento del personal se ha visto afectado, por los constantes sobreesfuerzos realizados por los trabajadores, además el personal no está habilitado para cumplir efectivamente sus funciones y aportar como debiera al cumplimiento de los objetivos del proyecto.

En el segundo capítulo se fundamenta la investigación en base a los antecedentes investigativos, fundamentación filosófica, aspectos legales y fuentes bibliográficas de las variables en estudio que la investigadora ha podido recabar.

En el tercer capítulo se determina el enfoque, la modalidad el tipo de investigación, además se desarrolla la metodología con trabajo de campo y de oficina para lograr los objetivos.



El cuarto capítulo se presenta los resultados obtenidos a través del trabajo de campo y encuestas con sus respectivos análisis e interpretaciones, además se comprueban las hipótesis planteadas para la investigación.

En el quinto capítulo se desarrollaran las conclusiones y recomendaciones obtenidas, con el fin de buscar soluciones al problema objeto de estudio.

En esa virtud, se pone a disposición la presente tesis con su tema **“Ensamble y montaje de puentes para acueductos en suelos de baja capacidad portante.”**

Para poder demostrar la veracidad o falsedad de la hipótesis de esta tesis se trabaja en el proyecto denominado Acueducto 1 ramal de San Antonio ubicado en la parroquia de Ribera en un pueblo llamado Shoray, ubicado a hora y media de Azogues. Dicho proyecto fue elegido por características similares al objeto de estudio.

## PLANIFICACIÓN DEL TRABAJO POR CAPÍTULOS

### CAPITULO I:

#### **Justificación**

**El problema.-** formulación del problema, objetivos generales y específicos, hipótesis o ideas a defender y variables a considerarse.

### CAPITULO II:

**Marco conceptual.-** suelo, capacidad portante, capacidad de carga a corto y largo plazo, estructuras metálicas, acero, acero A-588, composición química de acero A-588, Acero A-36, deterioro por oxidación, vida útil, puente, diseño de puentes por el método lrfd, cargas, carga muerta, carga viva, biselado, códigos, alineación de vigas, responsabilidades, almacenamiento, grúa, excavadora, winches o malacates, rodillos de montajes, contra flecha, embanque, polines, cable, arriostre, gato hidráulico, obra falsa, tirford, escalera marinera, pila de cimentación, tensado de cables, descarrilar, pandeo, soldadores, viga I, atiezador o rigidizador, soldaduras, electrodos, proceso de soldadura FCAW, proceso de soldadura SMAW, equipos de soldadura, almacenamiento de metales y aportes, gases de protección, pruebas no destructivas, pruebas por ultrasonido, errores en la soldadura, topografía.

**Marco teórico.-** fundamentación filosófica, tipo de suelo, tipo de cimentación, descripción del acueducto 1, cantidad y peso que conforman el acueducto 1, tipo de acero, dotación y fabricación de los elementos metálicos, llegada a campo y almacenamiento de los elementos,

espacio de armado, definiciones principales de equipos y materiales a utilizarse en el ensamble y montaje.

**Marco legal.**- armado y montajes de puentes en estructuras metálicas, normativas para pintura de metal, normativa para material de aporte, tipo y tamaño, programa de inspección de soldaduras, seguimiento y medición, cronograma de ejecución, control y planificación de obra.

**Formatos de liberación.**

### **CAPITULO III:**

**Metodología.**- delimitación tempo-espacial, enfoque de la investigación, modalidad básica de la investigación, población y muestra, técnicas de recolección de información, procesamiento de datos y análisis de resultados, procedimiento.

**CAPITULO IV:** Análisis e interpretación de resultados, interpretación de datos de la encuesta, verificación de la hipótesis o de la idea a defender.

**CAPITULO V:** conclusiones, recomendaciones.

**BIBLIOGRAFÍA**

**ANEXOS**

## INTRODUCCIÓN

El sector industrial cambia constantemente para adecuarse a las nuevas exigencias de los proyectos y por ello es importante desarrollar un trabajo de investigación que permita estudiar a fondo estos problemas y permitan dar una solución oportuna y adecuada que surgen en determinadas áreas de la construcción en el país, con el propósito de mejorar la situación detectada.

Es común enfrentar el problema de importantes asentamientos en suelos destinados a grandes infraestructuras y obviamente se dificulta la construcción debido a estos problemas por lo que lo primero que se debe realizar es un mejoramiento aumentando y esto genera un aumento considerable en el costo destinado a dicha construcción.

Hidroazogues desarrolló a través del programa para el manejo del agua y el suelo, PROMAS, los estudios de pre factibilidad del aprovechamiento hidroeléctrico de los ríos Mazar y Dudas ubicados en las parroquias Taday, Pindilig y Rivera del cantón Azogues, para lo cual es indispensable fabricar y montar un conjunto de infraestructuras de hormigón armado, metálicas y otros materiales concatenadas entre sí con un solo objetivo, la generación de energía. El inmenso campo de construcción que abarca el proyecto está basado en las principales ingenierías; Civil, metal mecánica, hidráulica, eléctrica, electrónica y administrativa.

Dentro del campo de las obras civiles está la construcción de puentes carrosables y para acueductos por lo que para dar viabilidad al proyecto de tesis se pidió apoyo a las empresas

involucradas y se logró la participación directa en la fabricación y montaje de varios acueductos. Para defender la idea planteada como tema de tesis el enfoque se dará al armado y montaje del acueducto 1 ramal de San Antonio.

# CAPITULO I

## 1.1 JUSTIFICACIÓN

La razón para la implantación de este proyecto es el de proveer de infraestructura a una central hidroeléctrica.

La realización de estudios y bosquejos sobre la utilización de suelos en diferentes zonas alejadas donde se requiere ensamblar y montar puentes, formar túneles y colocar tuberías; para llegar a estos sectores contamos con carreteras de segundo orden y con bases de suelos inestables que hace imposible la utilización de métodos modernos y tradicionales como el empleado por medio de una grúa. Cuando esto sucede se buscan otras alternativas que se acoplen a las exigencias del lugar, sin separarse de la concepción técnica y de la seguridad industrial.

Por otro lado, uno de los propósitos que todo proyecto persigue es que sus trabajadores estén motivados, identificados con los objetivos y metas organizacionales. Los trabajadores a su vez necesitan estar informados y en conocimiento de los métodos que se pueden aplicar para realizar este tipo de trabajos e incrementar las posibilidades de participación, favorecer las iniciativas y movilizar la creatividad, se convierte en un factor importante para la realización del proyecto y desarrollo personal.

Previo al planteamiento de dicho proyecto los diseñadores han podido palpar la necesidad de implementar dicho componente en la hidroeléctrica teniendo como propósito proporcionar suficiente energía y desarrollo al país.

Es necesario sensibilizar, mentalizar y aplicar diferentes métodos para la realización de este tipo de ensambles y montajes siguiendo una normativa y de acuerdo a experiencias pasadas alcanzando el compromiso del éxito del mismo, esto a su vez hará que se mejore la productividad.

## **1.2 EL PROBLEMA**

El Ecuador es un país que tiene la mayor biodiversidad del mundo, a pesar de su reducido territorio, esto constituyó un factor importante para el desarrollo humano y cultural de su población.

Estos antecedentes constituyeron indudablemente un elemento propicio para el afianzamiento en el país de los diferentes proyectos que se llevan a cabo.

Los diferentes tipos de suelos en cualquier contexto tienen como soporte básico la capacidad portante. Si facilitamos los mecanismos para que se produzca de forma natural y, además, hacemos que esta capacidad de los suelos se desarrolle en los diferentes tipos de trabajos, habremos dado el primer y más importante paso de cuantas actividades se nos presentan en el mundo de los proyectos industriales.

Desde hace mucho tiempo atrás han existido los puentes metálicos los que fueron ensamblados y montados en diferentes zonas del país donde es muy complicado el acceso por su geografía. Para alcanzar este objetivo, se ha centrado los esfuerzos en canales convencionales. Su traducción práctica la hemos podido ver en resultados positivos para la comunidad y el país.

Desde la perspectiva global los ensambles de puentes son una estrategia fundamental en la organización de la comunidad y avances energéticos. Ampliar el horizonte de los puentes ensamblados en suelos de baja capacidad portante hacia la dimensión del conocimiento compartido y de las fuentes diversas de montaje, constituye una apertura y, sobre todo, una respuesta a las necesidades que tienen los nuevos proyectos y las personas que los construyen.

En la provincia de Cañar, se concentra el mayor número de proyectos hidroeléctricos del Ecuador, que ha ido creciendo en los últimos años, especialmente por su geografía, diversidad en suelos y la necesidad de instalar varios puentes metálicos vehiculares, para acueductos, peatonales, etc.

Adentrándonos en el campo de las estructuras metálicas, los diferentes tipos de suelos que existen en Cañar para realizar el ensamble y montaje de los puentes, es importante, y se lo ha llevado de una manera práctica, buscando nuevas alternativas, en donde sigue siendo vertical, en donde no permite una fluidez en la parte de los conocimientos y trabajo en equipo.

En el proyecto hidroeléctrico Mazar – Dudas, de la provincia de Cañar, el estado de los suelos o terrenos de baja capacidad portante, es amplio, en donde más bien se puede evidenciar trabajos escasos, la toma de decisiones son nulas debido a lo problemáticos que resulta ejecutar algún desarrollo del trabajo en esos campos, teniendo una rotación del personal notable, en donde ha primado elementos como cansancio físico, agotamiento muscular, dejando como una evidencia total, de una efectividad que no se puede aprovechar de buena manera.



Por otro lado al no tener un sistema definido de ensamble y montaje planteado, personal capacitado, agudizado el problema, en donde la necesidad de desarrollar este trabajo como proyecto que brinda un servicio, latente entre comunidad y país.

### **1.3 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

**¿De qué manera influyen los suelos de baja capacidad portante en el ensamble y montaje de puentes para acueductos?**

### **1.4 OBJETIVOS: GENERAL Y ESPECÍFICOS**

#### **1.4.1 Objetivo General**

- Establecer un procedimiento adecuado de ensamble y montaje de puentes para acueductos, tomando en cuenta la utilización de suelos de baja capacidad portante y sin suficiente espacio para maniobras adecuadas.

#### **1.4.2 Objetivos Específicos**

- Determinar la situación del terreno para ejecutar el ensamble de acueductos.
- Describir un procedimiento de montaje lo más cercano a la realidad del campo de ejecución.
- Establecer los riesgos y dar soluciones a los problemas que se suscitaran en el transcurso del montaje.

## **1.5 HIPÓTESIS O IDEA A DEFENDER**

### **1.5.1 Idea A Defender**

La ejecución de montajes de puentes para acueductos en suelos de baja capacidad portante se determina a partir de la inestabilidad del terreno, por lo que una vez definido qué tipo de suelo se tiene, se buscara el método más adecuado para la realización de la maniobra.

### **1.5.2 Variables A Emplearse**

El ensamble y montaje de puentes depende de las siguientes variables:

**Variable Independiente:** Capacidad portante del suelo

**Variable Dependiente:** Procedimiento adecuado de ensamble y montaje

**Variable Independiente:** Conocimiento del personal

**Variable Dependiente:** Mejoramiento de los métodos tradicionales de montajes

## CAPITULO II

### 2.1 MARCO CONCEPTUAL

**2.1.1 Suelo.-** Proviene de la palabra en latín Solum. Forma parte de la corteza terrestre que se produce al combinar o mezclar varios elementos tales como: flora, fauna, viento, agua, organismos y el ser humano que con ayuda del tiempo se logra una masa de diferentes características (tipos de suelos). Antiguamente existían solo suelos naturales pero desde que apareció la tecnología se tiene también suelos artificiales.

En resumen se puede mencionar que existen dos etapas para la formación del suelo:

- Disgregación mecánica de las rocas.
- Meteorización química de los materiales regolíticos, liberados.

**Fuente:** <https://es.wikipedia.org/wiki/Suelo>

**2.1.2 Capacidad Portante.-** en la actualidad se construyen muchas obras de ingeniería que requieren de una buena cimentación para soportar cargas de diferentes índoles, para esto es indispensable saber la fortaleza que dicho suelo tiene, la misma que es la resistencia que ofrece a la máxima presión de las cargas a las que va a ser sometido el suelo a corto y largo plazo por la influencia de cualquier estructura construida sobre el mismo.

**Fuente:** <https://es.wikipedia.org/wiki/capacidad-portante>

### 2.1.3 Capacidad de carga a corto y largo plazo

La resistencia de la cimentación, o la capacidad de carga, puede ser un problema a corto plazo tal como en el caso de la construcción de un terraplén o una presa desplantada sobre un depósito de arcilla no drenada o un problema a largo plazo en que la máxima carga sobre la cimentación puede presentarse en un tiempo desconocido.

**Fuente:** [www.igp.gob.pe/hernando.tavera/.../capacidad.../6Capacidadcarga.pdf](http://www.igp.gob.pe/hernando.tavera/.../capacidad.../6Capacidadcarga.pdf)

### 2.1.4 Estructuras metálicas

Es un sistema constructivo alternativo al hormigón armado, se cree que una construcción de estructura metálica ayuda a la situación económica por ser más rápida, dando un ahorro considerable en mano de obra. Debido a que el acero es el componente principal ayuda a dar soluciones a estructuras de gran dimensión en altura y extensión por su gran resistencia.

El acero está compuesto de hierro y carbono (entre 0.1 y 2 %) pero para mejorar la aleación se emplea en otros porcentajes el manganeso, fósforo, azufre, silicio, vanadio y cromo.

En la siguiente tabla podemos visualizar algunas composiciones de los aceros más empleados en la industria de las construcciones civiles.

**Tabla 1.- Propiedades de aceros empleados en estructuras**

	Grado A	Grado B	Grado C	Grado K
Carbono, máx.	0.19	0.20	0.15	0.17
Manganeso, máx.	0.80-1.25	0.75-1.35	0.80-1.35	0.50-1.20
Fósforo, máx.	0.04	0.04	0.04	0.04
Azufre, máx.	0.05	0.05	0.05	0.05

Silicio	0.30-0.65	0.15-0.50	0.15-0.40	0.25-0.50
Níquel, máx.	0.40	0.50	0.25-0.50	0.40
Cromo	0.40-0.65	0.40-0.70	0.30-0.50	0.40-0.70
Molibdeno, máx.	...	...	...	0.10
Cobre	0.25-0.40	0.20-0.40	0.20-0.50	0.30-0.50
Vanadio	0.02-0.10	0.01-0.10	0.01-0.10	...
Columbio	...	...	...	0.005-0.05

**Fuente: Bermúdez Mejía Carlos Alberto  
Estructuras Metálicas  
Septiembre 2011**

La presencia del hierro en estado puro logra que el acero conserve sus características y la adición de otros elementos mejora las propiedades físicas químicas.

**Fuente: [www.monografias.com](http://www.monografias.com)**

### **2.1.5 Acero A-588**

La sigla A quiere decir que proviene de las normas ASTM y la numeración es solo el código del material que refiere a un acero al carbono con aleaciones que ayudan a la resistencia de la corrosión atmosférica, por su composición química es un acero de alta resistencia y se emplea en estructuras que estén a la intemperie o que soporten grandes esfuerzos, tales como puentes y edificios. Este acero no necesita un proceso de pintura como protección de los agentes atmosféricos ya que tiene una capa de calamina que está compuesta por silicato hidratado de cinc o cinc fundido, sin embargo se ha visto que por falta de conocimiento en algunos casos se retira esta fina capa de protección y se emplea pinturas especiales encareciendo la estructura.

Otra de las bondades es que por ser un acero de alta resistencia en los diseños el peso de la estructura es menor que al emplear acero A-36, como se mencionó antes esto ocasiona un ahorro considerable en la economía.

**Fuente:** [www.spanish.phione.co.uk/products/general-structure.../astm-a-588](http://www.spanish.phione.co.uk/products/general-structure.../astm-a-588)

### **2.1.6 Acero A-36**

Es el acero más común que existe en la industria de las estructuras metálicas, tiene una aleación al carbono. La denominación A-36 fue establecida por la ASTM (American Society for Testing and Materials). Tiene una densidad de 7860 kg/m<sup>3</sup> (0.28 lb/in<sup>3</sup>). El acero A36 en barras, planchas y perfiles estructurales con espesores menores de 8 pulgadas (203.2 mm) tiene un límite de fluencia mínimo de 250 MPA (36 ksi) y un límite de rotura mínimo de 410 MPA (58 ksi).

**Fuente:** [https://es.wikipedia.org/wiki/Acero\\_A36](https://es.wikipedia.org/wiki/Acero_A36)

El acero es muy noble y puede ser laminado para conformar varias formas de acuerdo a la solicitud del mercado. Las formas más comunes son G, C, U, T, ángulos y pletinas.

**Fuente:** Hernandez de la Cruz M. G. (2008)

**“Construcción de estructuras de acero” libro de texto o prototipo didáctico (opción II)**

**México**

### **2.1.7 Deterioro por oxidación del Acero**

Es la pérdida de su estado natural o la pérdida de las propiedades físicas. Con el paso del tiempo la oxidación ocasiona corrosión y el material ya no tiene la misma resistencia, la

oxidación es ocasionada por agentes externos como el aire, basura, agua, ceniza, granizo, etc., este problema se evita dándole un tratamiento adecuado con pintura anticorrosiva.

### **2.1.8 Vida Útil**

Todo objeto tiene un periodo de duración y se refiere a la utilidad que pueda prestar antes de que se deteriore y tenga que ser remplazado por otro. Dentro de la ingeniería es indispensable saber cuál es la vida útil de una estructura debido a la prestación de servicios que esta brinde a la sociedad.

Se detalla a continuación los años de servicio de los tres elementos principales con los que la industria de la construcción diseña y fabrica sus elementos.

<b>COMPONENTES</b>	<b>AÑOS</b>
Concreto cemento Solido	75
Acero	50
Madera	25

**Tabla 2.- Vida Útil de los materiales**  
**Fuente: Bermúdez Mejía Carlos Alberto**  
**Estructuras Metálicas**  
**Septiembre 2011**

### **2.1.9 Puente**

Es una estructura que sirve para unir dos o más puntos y dar continuidad a un a un determinado elemento. En el caso de esta tesis se habla más de unir un accidente geográfico por medio de una estructura metálica conformada por varios vanos que descansan sobre estribos de hormigón armado.

La construcción y diseño pertenecen al área de la ingeniería civil, a lo largo de la historia existen varios tipos; por el material en hormigón armado, mampostería, estructura metálica, mixtos, madera, hormigón pretensado y hierro forjado. De acuerdo a la función se tiene puentes carrosables, vía ductos, acueductos, pasos elevados, colgantes y alcantarillas. De acuerdo al diseño se tiene isostáticos e hiperestáticos.

**Fuente:** <https://es.wikipedia.org/wiki/Puente>

#### **2.1.10 Diseño de puentes por el método lrfd**

Se diseña con respecto a la aplicación de los factores de Presencia múltiples de Sobrecarga:

En puente de una sola vía (3.60m) de ancho, ya no se utiliza el Factor de Presencia Múltiple

**Fuente:**<http://es.slideshare.net/narait/libro-de-analisis-y-diseo-de-puentes-por-el-mtodo-lrfd>

#### **2.1.11 Cargas que se aplica al diseño de puentes.**

Para el diseño de una estructura de un puente se deben tomar en cuenta las siguientes cargas:

- Carga muerta.
- Carga viva.
- Impacto o efecto dinámico de la carga viva.- impacto o también de frenado se determina a la fuerza excesivas producen los vehículos u otro objeto sobre el puente.
- Cargas por viento.- el viento produce una fuerza lateral que puede ocasionar volcamiento.



- Otras fuerzas, cuando existan, tales como:
- Fuerzas longitudinales
- Fuerza centrífuga.
- Fuerzas por cambios de temperatura.
- Empujes de tierra.
- Sub presión.
- Esfuerzos por contracción del concreto.
- Esfuerzos de erección.
- Presión de la corriente de agua.
- Esfuerzos por sismo.

Según (**tesis Buenaño Edison, 2011**) menciona que “Los miembros del puente se proyectaran tomando en cuenta los esfuerzos permisibles y las limitaciones del material empleado de acuerdo con las especificaciones AASHTO”.

**<http://tesis.uson.mx/digital/tesis/docs/10680/>**

#### **2.1.12 Carga muerta**

Se considera dentro de esta carga a todo el peso de la estructura cuando ya esté habilitada y la obra civil que sobre ellos descansan tales como pasamanos, banquetas y rótulos.

Por lo regular al calcularse la carga muerta se consideran los siguientes pesos volumétricos:

**<http://tesis.uson.mx/digital/tesis/docs/10680/>**

### **2.1.13. Carga viva**

La carga viva es la carga móvil sobre el puente y corresponde al peso de los camiones, coches, peatones, tubería de agua y de más elementos para los que fueron construidos.

**Fuente:** <http://www.arqhys.com/articulos/cargas-vivas-muertas.html>

### **2.1.14. Soldadura**

Generalmente se da cuando se quiere unir dos elementos metálicos, esto se logra con la ayuda de un tercero elemento llamado material de aporte y la generación de energía o calor. Consiste en fundir estos elementos hasta lograr un solo elemento con características iguales o superiores a las iniciales. La soldadura puede ser peligrosa ya que el individuo que la realiza puede sufrir quemaduras para lo cual se recomienda utilizar implementos adecuados.

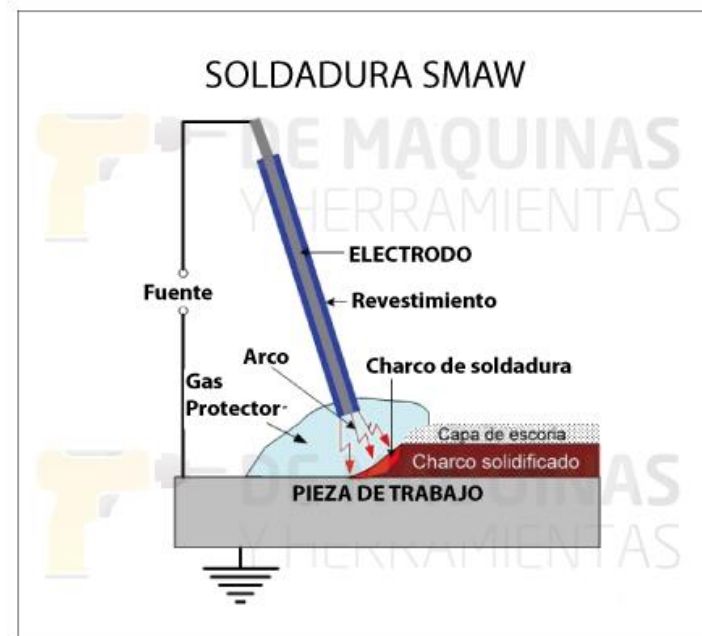
La soldadura puede realizarse en diferentes espacios; bajo el agua, en el aire y en la superficie, una buena soldadura dependerá de un adecuado proceso de trabajo.

**Fuente:** MOLERA SOLA, *Soldadura Industrial.- Clases y Aplicaciones* (Enero 1992)

- **Proceso de soldadura SMAW (Shield Metal Arc Welding).**

Llamada también soldadura manual de arco metálico, se emplea mediante el uso de electrodos revestidos. Este proceso es demorado ya que los electrodos vienen en barras pequeñas y el soldador tiene que cambiar de dotación cada que se termina, este cambio puede ocasionar que entre soldadura y soldadura queden espacios que al no tener una correcta limpieza generan poros (errores).

Pero también tiene ventajas, se pueden emplear en lugares altos por su versatilidad y fácil manipuleo, los equipos son de bajo costo, existe en el mercado disposición de electrodos y soldadura. Para un correcto fundido el soldador debe estar bien capacitado y el material de aporte (electrodos) debe tener una determinada temperatura, para ello se utilizan termos de protección



**Gráfico 1.- Proceso de soldadura SMAW**

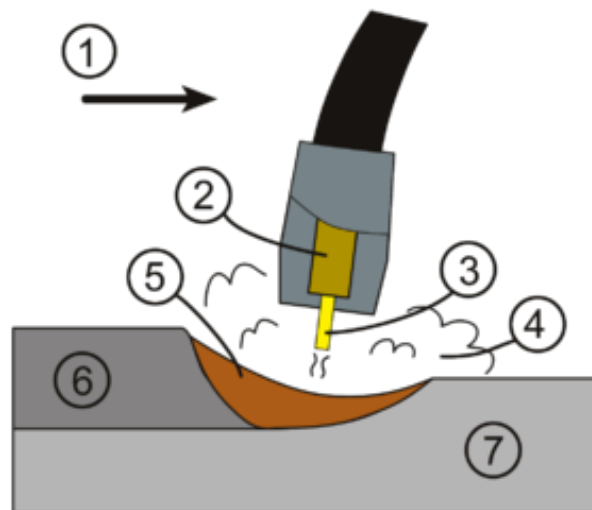
**Fuente:** <http://www.demaquinasyherramientas.com/soldadura/soldadura-smaw-que-es-y-procedimiento>

En este tipo de procedimiento el material de aporte se lo funde formando un cordón, en el momento que es soldado deja una capa de protección llamada escoria que evita que se oxide mientras se enfría. Esta capa se tiene que sacar por completo antes de proceder con la inspección de soldadura y protección mediante una pintura anticorrosiva.

- **Proceso de soldadura GMAW (Gas Metal Arc Welding).**

También conocida como MIG/MAG (Metal Inert Gas o Metal Active Gas). En este proceso el electrodo viene sin recubrimiento y en rollos, lo que permite que su aplicación sea continua, de mayor rendimiento y menor desperdicio. La protección se logra aplicando un gas inerte como argón o CO2 por lo que el proceso es aceptado por la AWS como soldadura de arco con alambre continuo bajo protección gaseosa (GMAW).

Como ventajas se pueden mencionar las dos más importantes; en este proceso no queda escoria y es más rápida que la manual, en cuestión de desventaja creo que la mayor es la sensibilidad que tiene a la presencia de corrientes de aire, por lo que si se usan en soldaduras de campo hay que tener mayor cuidado en el proceso de soldeo y proteger el área donde se encuentra el soldador para que el viento y la humedad no ingresen.



**Gráfico 2.- Proceso de soldadura GMAW**

- **Proceso de soldadura SAW (Submerged Arc Welding).**

Se trata de un proceso industrial que permite aplicar cordones de gran longitud y tamaño con bajo desperdicio y excelente calidad. El electrodo que se usa viene en rollos. Se protege la unión de la oxidación con la aplicación de un material granular reutilizable que se deposita automáticamente a medida que se va elaborando la conexión.

**Fuente: MOLERA SOLA, Soldadura Industrial.- Clases y Aplicaciones (Enero 1992)**

- **Proceso de soldadura FCAW (Flush Cored Arc Welding).**

Proceso utilizado desde la década de los 90 para ser más exactos a partir de 1920, se caracteriza por tener el fundente dentro del electrodo tubular. La producción es más rápida por lo que se ahorra en mano de obra.

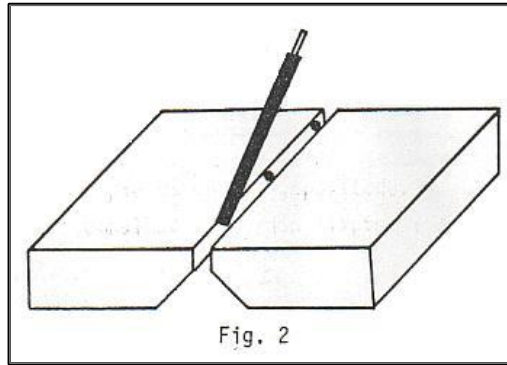
Este método acoge o combina las mejores características de los tres procesos anteriores Smaw, Gmaw y Saw.

**<http://www.monografias.com/trabajos46/soldadura-por-arco/soldadura-por-rco2.shtml>**

### **2.1.15 Chaflán o Biselado**

Cuando se necesita unir dos piezas de metal para que la soldadura penetre por completo y se logre una mayor fusión es necesario realizar biseles en los filos de las piezas a unir. Según la experiencia en campo se realizan este proceso en metales de mayor espesor a 3mm.

Mientras mayor sea el espesor de las piezas de metal se harán diferentes tipos de chaflanes o biseles para optimizar la soldadura.



**Gráfico 3.- Chaflán o Bisel**

**Fuente:**<http://www.buenastareas.com/ensayos/Corte-Bisel-y-chaflan/45622522.html>

### **2.1.16 Códigos o Normas**

Los códigos, normas y especificaciones son documentos que rigen y regulan actividades industriales. Estos documentos fueron creados en base a recopilaciones de experiencias de múltiples procesos ya realizados y tratan de normar los trabajos para que los resultados sean óptimos y seguros.

**Fuente:** <https://es.wikipedia.org/>

### **2.1.17 Maquinaria pesada (Grúa)**

Máquina diseñada para la ayuda de una construcción que sirve para levantar o transportar de un lugar a otros elementos de considerable peso. Existen grúas diseñadas para diferentes pesos que difieren en tamaño del cuerpo, del brazo y del contrapeso.

**Fuente:** <https://es.wikipedia.org/>

### **2.1.18 Excavadora**

Considerada como maquinaria pesada de diferentes capacidades, es una maquina autopropulsada, sobre neumáticos u orugas, con una estructura capaz de girar al menos 360° (en un sentido y en otro, y de forma ininterrumpida). Como su nombre indica fue creada para excavar aparte de esto también se la emplea para cargar, elevar, girar y descarga materiales.

**Fuente:** <https://es.wikipedia.org/>

### **2.1.19 Winche o malacates**

Es una maquina mecánica, compuesta por un rodillo, pueden ser de vapor, eléctrica o hidráulica que mediante cable que esta enrollado sobre un eje ayuda a subir o bajar objetos.

**Fuente:** <https://es.wikipedia.org/>

### **2.1.20 Rodillos de montaje**

Son elementos mecánicos formados por una base de estructura metálica a la que va pegado un eje, el mismo que produce deslizamiento de los objetos que pasan sobre él. Estos elementos son empleados en montajes de puentes, tubería o para trasladar elementos de considerable peso de un lugar a otro siempre que sea en un lugar horizontal sin accidentes geográficos.

### **2.1.21 Camber o contra flecha**

Curvatura convexa y ligera que se realiza en una viga o cercha para compensar cualquier flecha probable frente a la acción de una carga determinada.

**Fuente:** <http://www.construmatica.com/construpedia/Contraflecha>

### **2.1.22 Embanque de un elemento**

Se refiere a la acción de elevar un cuerpo por medio de polines de madera, gatos hidráulicos o de algún elemento parecido hasta dejar en la altura requerida.

### **2.1.23 Polines**

Pedazo de madera rectangular, que sirve para embancar objetos. Estos maderos pueden ser de varias dimensiones pero los más comunes que son utilizados en montajes de puentes son de 200x200x900 y 100x200x900.

### **2.1.24 Cable**

Un cable mecánico es un elemento formado por varios alambres entrelazados de acero o hilos de hierro que forman un cuerpo único como elemento de trabajo. Estos alambres pueden estar enrollados de forma helicoidal en una o más capas, generalmente alrededor de un alambre central, formando los cables espirales.

**<https://es.wikipedia.org/wiki/Cable>**

### **2.1.25 Arriostre**

Son elementos secundarios de las estructuras, diseñados para evitar el pandeo lateral de una estructura esbelta. Estos elementos son colocados de acuerdo al diseño estructural de



cada estructura y pueden ser de diferentes materiales como ángulos, pequeñas planchas, varillas o cables.

#### **2.1.26 Gato hidráulico**

Es una maquina empleada para la elevación de cargas que puede ser mecánica o hidráulica. Los gatos mecánicos, de cremallera (o husillo) son adecuados para la elevación de pesos pequeños, mientras que los gatos hidráulicos se emplean para la elevación de grandes pesos

**[www.ecured.cu/index.php/Gato](http://www.ecured.cu/index.php/Gato)**

#### **2.1.27 Obra falsa**

Se entenderá como obra falsa el conjunto de elementos secundarios que se encargarán de soportar y estabilizar las diferentes estructuras que durante el proceso de construcción o montaje requieren de apoyo para su ejecución.

#### **2.1.28 Tirfor**

Los aparatos Tirfor son aparatos mecánicos manuales y portátiles que ayudan a levantar cargas, tirar de ellas y desplazarlas, es como un winche manual de menor capacidad.

### **2.1.29 Escalera marinera**

Es un escalera ligera que ayuda para llegar a sitios de difícil acceso en alto y profundidad, por lo general se lo construye de tubería cuadrada o redonda. Pueden ser a base de módulos portables o en una sola dimensión, esto depende de la obra para la que se requiera.

### **2.1.30 Estribo o pila de cimentación**

Son cimentaciones de hormigón armado que soportan grandes pesos, en este caso en particular para puentes de acueductos. Pueden ser de diferentes tamaños y formas dependiendo del tipo de suelo, la carga que van a soportar y del diseñador.

### **2.1.31 Tensado de cables**

Tensar los cables significa atar fuertemente a árboles o a elementos aledaños para que una estructura quede rígida, este proceso es una ayuda para que un elemento esbelto no se desplome y mantenga su rigidez.

### **2.1.32 Descarrilar**

Salirse de una alineación que un determinado objeto seguía, en este caso se adjudica a la dirección que el puente debe seguir durante todo el proceso de lanzado.

### **2.1.33 Pandeo**

Significa que un elemento de una determinada altura se dobla o quiebra en la dirección transversal, esto sucede de acuerdo al peso a la que fue sometido dicho elemento.

### **2.1.34 Soldadores**

Para unir mediante soldadura dos elementos es necesario que existan personas capacitadas para realizar este proceso, existen dos tipos de soldadores empíricos y calificados.

Los empíricos son personas que su formación se debe solo a la experiencia mientras que los calificados a más de los conocimientos empíricos buscan cursos para complementar su formación.

### **2.1.35 Electrodo**

El electrodo por lo regular consiste en una funda de acero de bajo carbono o de aleación que rodea un núcleo de materiales fundentes y de aleación. La composición del núcleo de fundente varía de acuerdo con la clasificación del electrodo y con el fabricante.

**[www.monografias.com](http://www.monografias.com)**

### **2.1.36 Pruebas no destructivas.-**

Existen varios métodos de detección de errores en las soldaduras que ayudan que una estructura este en óptimas condiciones. Con la ayuda de aparatos y elementos es posible detectar grietas, porosidades, penetraciones incompletas, inclusiones, socavamientos y defectos similares que pueden comprometer la resistencia de la soldadura.

Como su nombre lo indica pruebas no destructivas significan métodos que no alteran las propiedades físicas químicas de los elementos soldados pero si detectan errores. Dentro de estos métodos los más usados tenemos tintas penetrantes, ultrasonido y RX, las pruebas que

se elijan será de acuerdo al dueño del proyecto. Estas pruebas son el complemento de la revisión visual.

### **2.1.37 Errores en la soldadura**

#### **a.- Grietas**

Por cráter y por esfuerzos.

#### **b.- Porosidades**

Son cavidades de aire que queda entre la soldadura, es la más común, es ocasionada por falta de limpieza, por la acción del viento y por los altibajos de la energía.

#### **c- Inclusiones De Escoria**

Puede ser debida a atrapamiento de escoria durante el proceso debido al procedimiento empleado, o bien, en cordones múltiples, no haber limpiado previamente el cordón anterior de escoria.

#### **d.- Falta De Penetración**

Este problema se da cuando no se realizan buenos biseles, por la mala posición del soldador cuando esta realizando su trabajo o cuando el cordón no alcanza el tamaño prescrito en las normas para el espesor que se esté trabajando.

**Fuente: Moler Sola, Soldadura Industrial.- Clases y Aplicaciones (Enero 1992)**

## **2.2 MARCO TEÓRICO**

### **2.2.1 Fundamentación Filosófica**

En ésta perspectiva, la función de evaluar distribuye el poder en gestión participativa y democrática de los aprendices, en decisiones que le afectan, delegando responsabilidad y compromiso a fin de autorregular su proceso. Construye y comparte criterios, claridad en metas y recursos iluminando los progresos; en condiciones de valorar lo alcanzado, estimar que falta y como superarlo.

Es muy importante detallar todos los elementos que intervienen directa e indirectamente en el diseño, la dotación de materiales, fabricación de los elementos, transporte y montaje del acueducto 1 aprovechamiento San Antonio.

El ensamble y montaje del acueducto constituye un área importante ya que en ella se estudia los diseños civiles, mecánicos o la influencia en el comportamiento de los suelos, es un área en la cual el individuo puede hacer mucho para mejorar el rendimiento y eficacia de la industria, por ello es indispensable incluir estrategia de análisis de montajes diferentes y un esfuerzo muy especial.

### **2.2.2 Tipo de suelo**

En el cuadro siguiente se detallan tanto la ubicación como las coordenadas y la profundidad de las calicatas excavadas.

<b>CALICATA N°</b>	<b>UBICACIÓN</b>	<b>COORDENADAS</b>	<b>PROFUNDIDAD (m)</b>
C-1	BOCATOMA	760610 9715270	2,20
C-2	BOCATOMA	760630 9715295	2,60 Sin ensayos
C-3	ENTRADA DESARENADOR	760760 9715315	2,10
C-4	SALIDA DESARENADOR	760710 9715285	2,30
C-5	ENTRADA ACUEDUCTO 1	760940 9715390	1,90
C-6	SALIDA ACUEDUCTO 1	761090 9715480	2,00

**Tabla 3.- Ubicación de coordenadas de calicatas**

**AUTOR: Hidroasoguez, proyecto Hidroeléctrica “Dudas-Alazan\_San Antonio”, caracterización geológica – geotécnica Aprovechamiento San Antonio.**

A continuación, se presenta la descripción de las calicatas excavadas del acueducto 1 en el aprovechamiento San Antonio.

## **Calicata 5**

Prof. Descripción

0,00 – 0,20 Cobertura vegetal con limo de baja plasticidad color café

0,20 – 0,50 Limo de baja plasticidad con esquistos descompuestos. Los planos de esquistos se encuentran transversales al Proyecto.

0,50 – 1,00 Estratos de limo de baja plasticidad y de arena limosa, con clastos sub angulares descompuestos.

1,00 – 1,80 Estratos de limo de baja plasticidad y de arena limosa, con clastos sub angulares descompuestos.

1,80 – 1,90 Esquisto firme.

## **Calicata 6**

Prof. Descripción

0,00 – 0,30 Cobertura vegetal con limo de baja plasticidad, de color café

0,30 – 0,50 Limo de baja plasticidad, de color café amarillento, con raíces. De baja humedad. Clastos esquistosos de 5 cm.

0,50 – 0,70 Limo de baja plasticidad, de color café amarillento, con raíces. De baja humedad. Clastos esquistosos de 5 cm.

0,70 – 1,00 Arena limosa con clastos y esquistos sericíticos sub angulares.

1,00 – 1,30 Arena limosa con clastos y esquistos sericíticos sub angulares.

1,30 – 1,90 Limo de baja plasticidad, con clastos cuarcíticos sub angulares.

**0+433 - 0+511.20: acueducto 1**

Este acueducto permitirá atravesar por un deslizamiento inestable y activo cuyo volumen aproximado de material involucrado es de 50.000 m<sup>3</sup>.

El estribo derecho de éste acueducto se apoyará sobre el relleno compactado anteriormente previsto, el mismo que tendrá una capacidad admisible de 20 T/m<sup>2</sup>

En el estribo izquierdo de este acueducto, se excavó la calicata C-6, en función de lo cual, la cimentación del estribo derecho de la estructura de apoyo, deberá realizarse sobre suelo residual con fragmentos de esquistos micáceos altamente meteorizados (RAM) que se halla a 1.5m de profundidad. La capacidad admisible de estos materiales (RAM), es de 20 T/m<sup>2</sup>, y la profundidad de cimentación será de 1.5m

Morfológicamente, el estribo izquierdo se encuentra en un sitio estable.

**Fuente: Hidroasoguez, Proyecto Hidroeléctrico “Dudas-Alazan\_San Antonio”, caracterización geológica – geotécnica Aprovechamiento San Antonio.**

### **2.2.3 Tipo de cimentación**

La cimentación donde descansará el acueducto consta de los siguientes estribos:





**Ilustración 1.- Estribos Acueducto 1**  
A la derecha estribo A, estribo B lado izquierdo y estribo central  
AUTOR: Miriam Quilumba

**a.- Estribo A:**

\* es un estribo o un muro de ala. (Ver en anexos planos HMD-DD-SA-E-022 y HMD-DD-SA-E-023)

\* ubicado en la abscisa 0+413.40. (Ver en anexos plano HMD-DD-SA-E-017)

\* Tamaño: consta de una base de 8.00x12.00x1.80m; pantalla 11.430x4.40x1.50m; 2 alas de 6.50x11.439x0.80m. (Ver en anexos plano HMD-DD-SA-E-022)

**b.- Estribo B:**

\* es un estribo o un muro de ala. (Ver en anexos planos HMD-DD-SA-E-022 y HMD-DD-SA-E-024)

\* ubicado en la abscisa 0+514.20. (Ver en anexos plano HMD-DD-SA-E-017)

\* Tamaño: consta de una base de 8.00x9.00x1.50m; pantalla 8.12x4.40x1.50m; 2 alas de 4.50x8.12x0.80m. (Ver anexos, plano HMD-DD-SA-E-022)

**c.- Estribo Central:**

\* es un estribo o un muro sumamente esbelto (ver en anexos planos HMD-DD-SA-E-020 y HMD-DD-SA-E-021)

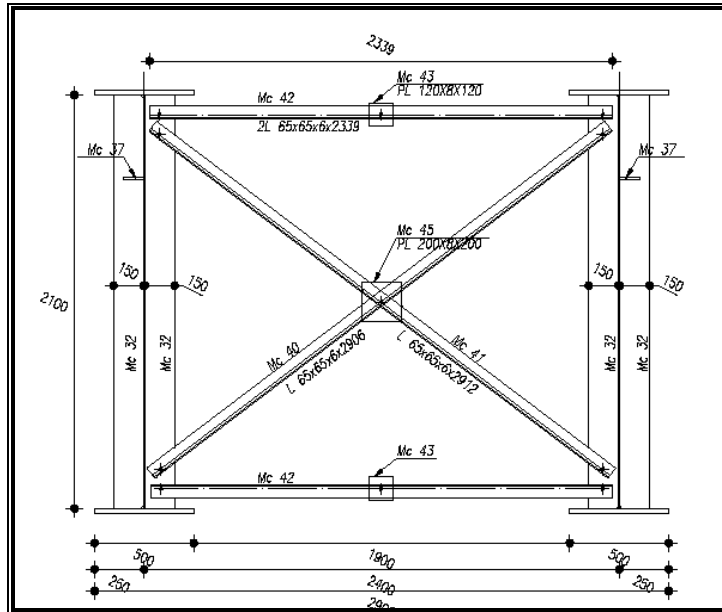
\* ubicado en la abscisa 0+463.47. (Ver anexos plano HMD-DD-SA-E-017)

\* Tamaño: consta de una base de 10.00x10.00x1.50m; pantalla 15.67x4.40x2.00m; 2 alzas de 0.40x2.00x0.60. (Ver anexos, plano HMD-DD-SA-E-020)

**2.2.4 Descripción del acueducto**

El acueducto 1 ramal San Antonio está compuesto por cuatro vigas cada una de 50m para conformar dos tramos.

Cada viga está conformada por 5 dovelas de 10m de longitud y 2,160m de alto. Sujetas por medio de diafragmas longitudinales y transversales como muestra la figura. En cada cara se colocan atezadores o rigidizadores horizontales y verticales de acuerdo al plano de diseño.



**Gráfico 4.- Detalle de Vigas y Diafragmas de Unión**  
**FUENTE: Proyecto Mazar Dudas – Acueducto 1**  
**AUTOR: Miriam Quilumba**

Esta información fue entregada por parte de Celec que es la entidad contratante. (Ver anexo, plano HMD-DD-SA-E-018 y HMD-DD-SA-E-019)

### 2.2.5 Cantidad y pesos de los materiales que conforman el acueducto 1

Una vez que se adquiere la información en planos del objeto de estudio se procede a volver a calcular los materiales en cantidad y peso para la compra y fabricación de los elementos.

## a.- Vigas

PLANILLA DE ACEROS ACUEDUCTO N° 1 PRIMER TRAMO 50m									
COD	MARCA	DESCRIPCION	L	a	e	CANT.	L TOTAL	PESO U	P TOTAL
<b>VIGA 1</b>									
PATIN	100	PL 10300x500x30	10,3	0,5	30	2	20,6	1212,825	2425,65
ALMA	101	PL 10000x2100x8	10	2,1	8	1	10	1318,8	1318,8
ATIEZ	102	PL 2060x100x8	2,05	0,1	8	8	16,4	12,874	102,992
PESO PARCIAL									3847,442
CANTIDAD									2
<b>PESO TOTAL</b>									<b>7694,884</b>
<b>VIGA 2</b>									
PATIN	105	PL 10000x500x30	10	0,5	30	2	20	1177,5	2355
ALMA	106	PL 10000x2100x8	10	2,1	8	1	10	1318,8	1318,8
ATIEZ	107	PL 2060x100x8	2,05	0,1	8	8	16,4	12,874	102,992
PESO PARCIAL									3776,792
CANTIDAD									2
<b>PESO TOTAL</b>									<b>7553,584</b>
<b>VIGA 3</b>									
PATIN	110	PL 9400x500x30	9,4	0,5	30	2	18,8	1106,85	2213,7
ALMA	111	PL 10000x2100x8	10	2,1	8	1	10	1318,8	1318,8
ATIEZ	112	PL 2060x100x8	2,05	0,1	8	8	16,4	12,874	102,992
PESO PARCIAL									3635,492
CANTIDAD									2
<b>PESO TOTAL</b>									<b>7270,984</b>
<b>VIGA 4</b>									
PATIN	110	PL 10000x500x30	10	0,5	30	2	20	1177,5	2355
ALMA	111	PL 10000x2100x8	10	2,1	8	1	10	1318,8	1318,8
ATIEZ	112	PL 2060x100x8	2,05	0,1	8	8	16,4	12,874	102,992
PESO PARCIAL									3776,792
CANTIDAD									2
<b>PESO TOTAL</b>									<b>7553,584</b>
<b>VIGA 5</b>									
PATIN	110	PL 10300x500x30	10,3	0,5	30	2	20,6	1212,825	2425,65
ALMA	111	PL 10000x2100x8	10	2,1	8	1	10	1318,8	1318,8
ATIEZ	112	PL 2060x100x8	2,05	0,1	8	8	16,4	12,874	102,992
PESO PARCIAL									3847,442
CANTIDAD									2
<b>PESO TOTAL</b>									<b>7694,884</b>
<b>TOTAL PRIMER TRAMO DE 50m</b>									<b>37767,92</b>

**Tabla 4.- Planilla de Aceros Vigas**  
**FUENTE: Acueducto 1 – Ramal San Antonio**  
**AUTOR: Miriam Quilumba**

## b.- Rigidizadores

PLANILLA DE ACEROS ACUEDUCTO N° 1 PRIMER TRAMO 50m									
COD	MARCA	DESCRIPCION	L	a	e	CANT.	L TOTAL	PESO U	P TOTAL
<b>RIGIDIZADORES</b>									
T1		PL 2100X200X25	0,20	25,00	2,10	8	16,80	82,425	659,40
T1		PL 2100X200X8	0,20	8,00	2,10	8	16,80	26,376	211,01
T1		PL 2340X100X8	0,10	8,00	2,06	8	16,48	12,937	103,49
T1		PL 400X200X8	0,20	8,00	0,40	20	8,00	5,024	100,48
T1		PL 2300X100X8	0,10	8,00	2,30	8	18,40	14,444	115,55
T1		PL 400X100X8	0,10	8,00	0,40	18	7,20	2,512	45,22
T1		PL 2700X100X8	0,10	8,00	2,70	8	21,60	16,956	135,65
T1		PL 2500X100X8	0,10	8,00	2,50	16	40,00	15,700	251,20
									1.622,00
<b>Cantidad</b>									1,00
<b>Total</b>									1.622,00

Tabla 5.- Planilla de Aceros Rigidizadores

## c.- Diafragmas

PLANILLA DE ACEROS ACUEDUCTO N° 1 PRIMER TRAMO 50m									
COD	MARCA	DESCRIPCION	L	a	e	CANT.	L TOTAL	PESO U	P TOTAL
<b>DIAFRAGMAS VERTICALES</b>									
T1		L 75x75x8	0,08	8,00	1,38	4	5,52	8,760	48,36
T1		L 75x75x8	0,08	8,00	2,96	2	5,92	8,760	51,86
T1		L 75x75x8	0,08	8,00	2,38	4	9,52	8,760	83,40
T1		PL 500X350X8	0,35	8,00	0,50	1	0,50	10,990	10,99
<b>TOTAL</b>									194,60
<b>Cantidad</b>									11,00
<b>Total</b>									2.140,60
<b>DIAFRAGMAS HORIZONTALES EXTERIORES</b>									
T1		L 100x100x8	0,10	8,00	2,60	2	5,20	11,960	62,19
T1		PL 300X150X10	0,15	10,00	0,30	4	1,20	3,533	14,13
T1		PL 300X300X10	0,30	10,00	0,30	1	0,30	7,065	7,07
<b>TOTAL</b>									83,39
<b>Cantidad</b>									2,00
<b>Total</b>									166,77
<b>DIAFRAGMAS HORIZONTALES CENTRAL</b>									
T1		L 100x100x8	0,10	8,00	2,67	2	5,34	11,960	63,87
T1		PL 300X150X10	0,15	10,00	0,30	4	1,20	3,533	14,13
T1		PL 300X300X10	0,30	10,00	0,30	1	0,30	7,065	7,07
<b>TOTAL</b>									85,06
<b>Cantidad</b>									18,00
<b>Total</b>									1.531,11
<b>TOTAL EN DIAFRAGMAS</b>									3.838,47

**Tabla 6.- Planilla de Aceros Diafragmas**

**d.- Apoyos donde descansa la tubería.**

PLANILLA DE ACEROS ACUEDUCTO N° 1 PRIMER TRAMO 50m									
COD	MARCA	DESCRIPCION	L	a	e	CANT.	L TOTAL	PESO U	P TOTAL
<b>PESO APOYOS</b>									
1		PL 80x727x8	0,08	8,00	0,73	4	2,91	3,652	<b>14,61</b>
2		PL 80x407x8	0,08	8,00	0,41	4	1,63	2,045	<b>8,18</b>
3		PL 80x254x8	0,08	8,00	0,25	4	1,02	1,276	<b>5,10</b>
4		PL 80x175x8	0,08	8,00	0,18	4	0,70	0,879	<b>3,52</b>
5		PL 80x150x8	0,08	8,00	0,18	2	0,35	0,879	<b>1,76</b>
6		PL 180x2000x8	0,18	8,00	2,00	1	2,00	22,608	<b>22,61</b>
7		PL 735x1686x8	0,74	8,00	1,69	1	1,69	34,823	<b>34,82</b>
8		PL 180x3900x8	0,18	8,00	3,90	2	7,80	44,086	<b>88,17</b>
8'		PL 240x3900x8	0,24	8,00	3,90	2	7,80	58,781	<b>117,56</b>
9		PL 240x180x8	0,24	8,00	0,18	2	0,36	2,713	<b>5,43</b>
10		PL 200x120x8	0,20	8,00	0,12	4	0,48	1,507	<b>6,03</b>
11		PL 466x120x8	0,47	8,00	0,12	8	0,96	1,137	<b>9,09</b>
12		PL 200x2846x8	0,20	8,00	2,85	2	5,69	35,746	<b>71,49</b>
<b>TOTAL</b>									<b>388,37</b>
<b>Cantidad</b>									<b>46,00</b>
<b>PESO TOTAL APOYOS</b>									<b>17.865,09</b>

**e.- Resumen de pernos de conexión.**

Para la realización del armado del puente es indispensable contar con pernos de conexión, los mismos que son retirados una vez concluido con la formación del acueducto. En otras ocasiones se dejan como ayuda a las conexiones soldadas.

Todo se realiza bajo supervisión y autorización de la fiscalización.

RESUMEN DE PERNOS COLOCADOS EN ACUEDUCTO1	
DESCRIPCION	CANTIDAD
PERNOS Ø 5/8" x 2.5" (ARRIOSTRAMIENTO INFERIOR)	200,00
PERNOS Ø 5/8"x2.5" (DIAFRAGMAS )	176,00
PERNOS Ø 3/4" x 7" (CUNAS )	96,00
<b>TOTAL PERNOS</b>	<b>376,00</b>

**Tabla 7.- Planilla de Pernos (Cantidad)**

**FUENTE:** Acueducto 1 – Ramal San Antonio  
**AUTOR:** Miriam Quilumba

## f.- Resumen de pesos Acueducto 1.

PESO TOTAL DE CADA TRAMO DE 50M	=	43.242,9
PESO TOTAL DEL PUENTE DE 100M	=	86.485,8
PESO DE CUNAS	=	17.865,1
PESO TOTAL DE ACUEDUCTOS	=	104.350,94

kg.

**Tabla 8.- Planilla de Pernos (Pesos)**

**FUENTE:** Acueducto 1 – Ramal San Antonio

**AUTOR:** Miriam Quilumba

### 2.2.6 Tipo de Acero empleado para la formación de las vigas del acueducto

Los perfiles de acero estructural, las placas y las barras cumplirán con la norma ASTM A-588 como muestra en los planos.

Los remaches y pernos serán fabricados con acero tipo ASTM A-502, grado 8.

### 2.2.7 Dotación y fabricación de los elementos metálicos Acueducto 1

La empresa Kubiec se encargó de la dotación del material necesario y la conformación de cada elemento antes del ensamble del acueducto.

Se tomaron en cuenta los siguientes detalles:

a.- Para el armado de las vigas se elaboró planos de taller o detalles de corte de cada elemento para la respectiva aprobación de la entidad contratante antes de proceder con la conformación de los mismos.

b.- Para cada proceso es necesario que fiscalización de su visto bueno en el taller de la empresa responsable.

c.- Cuando las vigas ya están conformadas se realiza en taller un simulacro de armado para evitar problemas en campo ya que la fabricación se las realiza en la ciudad de Guayaquil y el proyecto está situado a dos horas de la ciudad de Cuenca.

d.- En Taller se verifica que la pintura cumpla con las especificaciones técnicas solicitadas en adherencia y espesor.

e.- Una vez que los elementos metálicos estaban conformados y completamente liberados por parte de los supervisores se despacha a obra.

f.- Kubiec adjunta un dossier de fabricación juntamente con el producto terminado ya que es un requisito indispensable.

### **2.2.8 Llegada a campo y almacenamiento de los elementos**

- Para que los elementos lleguen a campo, es necesario contar con un espacio nivelado y compactado. Se tienden polines para que las vigas no estén en contacto directo con el suelo debido al clima lluvioso de la zona.





**Ilustración 2.- Almacenamiento de vigas**

**FUENTE:** Acueducto 1 – Ramal San Antonio

**AUTOR:** Miriam Quilumba

- Con la ayuda de una máquina de izaje que puede ser un brazo hidráulico o una excavadora se descarga los elementos del tráiler.

- Para el manipuleo se emplea una faja que tenga la capacidad suficiente para alzar el elemento y transportarlo al sitio de almacenaje.



**Ilustración 3.- Manipulación de vigas**

**FUENTE:** Acueducto 1 – Ramal San Antonio

**AUTOR:** Miriam Quilumba

- Se procede a revisar cada elemento por si tienen fallas ocasionadas en el momento de subirlas al tráiler en el taller y bajarlas en campo.
- El lugar de almacenamiento será aproximadamente a 60m cerca de lugar del lanzamiento por facilidad del montaje cuando el acueducto este ensamblado.

### **2.2.9 Espacio de armado del acueducto**

El lugar donde se va a realizar el armado del puente será detrás del estribo A, abscisa 0+413.40. Por parte de obra civil se entregará un relleno compactado en capas de 40cm hasta llegar a la cota mencionada. Ver fotos



**Ilustración 4.- Estribo A sin relleno**

**FUENTE: Acueducto 1 – Ramal San Antonio**  
**AUTOR: Miriam Quilumba**

El suelo para el relleno se trajo desde una cantera aledaña y se mezcló con suelo excavado del mismo proyecto.

Por causa del clima la compactación duro dos meses, pues para una buena práctica constructiva es necesario gozar de un buen clima.

## **2.2.10 Definiciones principales del equipo y materiales a utilizarse en el ensamble y montaje del acueducto 1**

### **a) Serie de la soldadura:**

La soldadura a emplearse será con electrodo de la serie de 80 o alambre tubular 81-T1, en posición vertical ascendente como se solicita en planos estructurales. ref.: AAHSTO/AWS D1.5M/2002 ANEXO II T / ver anexos plano HMD-DD-SA-E-018 y HMD-DD-SA-E-019

### **b) Proceso de soldadura**

En lo referente a soldadura se realizara un proceso de elaboración y calificación del proceso de soldadura en taller (FCAW y SMAW) (WPS/PQR) AWS 1.5.

Se realizara la calificación de los soldadores en las posiciones (2G) horizontal, vertical ascendente (3G), y de cabeza (4G), este proceso se lo realizará mediante la subcontratación con la empresa SINDES ECUADOR SA. La cual estará encargada de realizar el proceso de elaboración y calificación de soldadura y de los soldadores, en taller y en campo así como también entregara los certificados correspondientes los mismos que estarán abalizados por un CWI de la sociedad americana de soldadura. (Ver anexos de los procesos enviada por SINDES ECUADOR SA.)

Se adjunta la calificación del procedimiento y la calificación de los soldadores, ver anexo 4 y anexo 5.

### c) Procedimiento de soldadura a ser utilizado

El proceso de soldadura a ser aplicable tanto en la construcción de las vigas en taller y la unión y montaje de las mismas se utilizara el proceso (SMAW) y (FCAW) según lo indicado en la norma AWS D1.5-2008 capítulo 5. Ya que es el más idóneo genera mayor rendimiento y menores distorsiones dimensionales.

### d) Diseño de las soldaduras

PROCESOS	DETALLE	PRUEBAS
WPS	Se elaborará un documento escrito donde conste todos los procedimientos que estará a cargo de la empresa SINDES ECUADOR SA	
PQR	Se registrara mediante fichas las calificaciones de soldadura	
WPQ	Se registrara mediante fichas las calificaciones a los soldadores y de pruebas de doblado en las posiciones 2G, 3G, 4G. según AWS D1.5	WPQ-AWS D1.5 (Se obtiene 2 por WPQ, aprobadas visualmente). (2G), (3G), (4G)

**Tabla 9.- WPS, PQR y WPQ**

**FUENTE: Acueducto 1 – Ramal San Antonio**

**AUTOR: Miriam Quilumba**

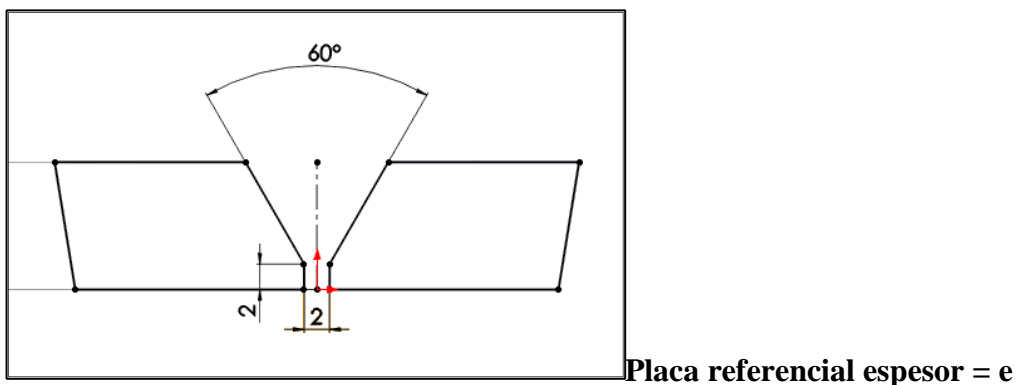
### e) Electrodo a ser utilizados

Los electrodos a utilizarse son E8018-C3 según designación de tabla 4.1- AWS D1.5, para el pase de raíz, relleno y pase final, difiere de las especificaciones solicitadas en el plano estructural debido a que dicha soldadura ya no se encuentra en el mercado.

Se empleara también alambre tubular 81-T1

### f) Biseles y Chaflanes

Como muestra la figura entre patín y patín se dejara una separación de unos 2mm y en la raíz unos 2mm, esto y el corte generan un ángulo de  $60^\circ$ , el espesor del material esta detallado en planos estructurales (ref. Ver anexo plano HMD-DD-SA-E-018 y HMD-DD-SA-E-019).



**Gráfico 5.- Bisel y Chaflán**

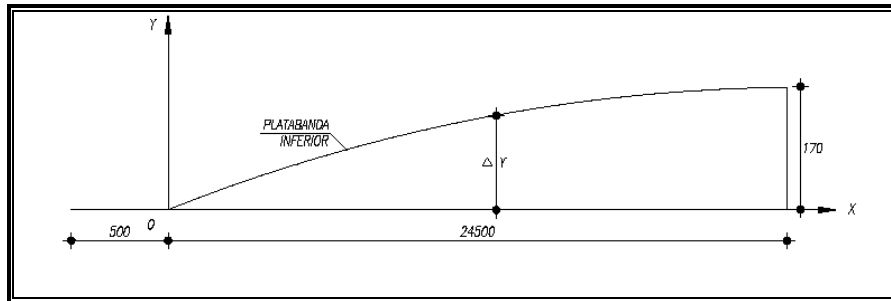
**FUENTE: Acueducto 1 – Ramal San Antonio**

**AUTOR: Miriam Quilumba**

Se procede con este bisel para que haya mayor penetración entre la soldadura y el material que conforma la viga.

**g) Contra flecha o camber**

La contra flecha o cámbel es de 17cm al centro de cada tramo de 50m, este requisito es de acuerdo al peso que va a resistir el acueducto 1 cuando ya esté trabajando.



**Gráfico 6.- Contra flecha o Cámbel**

**FUENTE: Acueducto 1 – Ramal San Antonio**

**AUTOR: Miriam Quilumba**

CAMBER VIGA	
X	$\Delta Y$
0	0
2000	27
4000	51
6000	73
8000	93
10000	110
12000	126
14000	139
16000	150
18000	158
20000	164
22000	168
24000	170
24500	170

### **Tabla 10.- Datos de Contra Flecha o Cámbel**

**FUENTE:** Acueducto 1 – Ramal San Antonio

**AUTOR:** Miriam Quilumba

#### **h) Maquinaria, Equipos y Herramientas.**

Como el armado y montaje que se propone es manual se empleó lo siguiente:

- ✓ 3 Moto Soldadoras lincón V350 y V250 PRO con un alimentador.
- ✓ 3 Soldadoras mig amigo 453
- ✓ 2 soldadoras para armado
- ✓ termos para mantener los electrodos en la temperatura adecuada.
- ✓ 3 tecles con capacidad de 5 tn. Cada uno.
- ✓ 1 tirford de 3 tn
- ✓ 1 tilford de 5tn.
- ✓ Combos pequeños y grandes, barras, palas y picos.
- ✓ 500 m de cable de acero  $\frac{3}{4}$ .
- ✓ pórtico de patio conformado de UPN
- ✓ Equipo de pintura.
- ✓ 8 Rodillos que soportan 10tn de peso.
- ✓ 1 excavadora 340.
- ✓ 1 generador 125 kvas
- ✓ 2 motor tool.
- ✓ Arnés para seguridad industrial
- ✓ Tanques de Oxigeno
- ✓ Tanques de Co2
- ✓ Un oxicorte

- ✓ 4 amoladoras grandes y 4 pequeñas
- ✓ Ganchos de metal preparados en campo.
- ✓ Us, Grilletes, abrazaderas y juego de desarmadores
- ✓ Un camión para transportar los materiales y equipos.
- ✓ 4 gatos hidráulicos para alzar y bajar el acueducto.
- ✓ 50 polines de madera, 30 de 20x20 cm y 20 de 10x20cm.
- ✓ Nivel de mano y escuadras.
- ✓ Una cinta de 50m.
- ✓ Una manguera transparente de 55m.
- ✓ Una plancha de 2000x1000x20mm para fabricar orejas y llaves de metal.
- ✓ 1 tecla Camarón de 2 tn de capacidad.

#### Tanques de oxígeno y arnés



#### Motosoldadora – Amoladora





## Ilustración 5.- Equipos y Materiales

FUENTE: Acueducto 1 – Ramal San Antonio

AUTOR: Miriam Quilumba

### i) Rodillos para el montaje

Los rodillos para el montaje se diseñaron y se enviaron a fabricar de acuerdo a la necesidad, cada rodillo soporta 10tn.

LISTA DE MATERIALES PARA RODILLOS DE LANZAMIENTO			
NUMERO	DESCRIPCION DEL ELEMENTO	TIPO DE PLACA	CANTIDAD
1	PLACAS PARA CUERPO PRINCIPAL	PL. 210 X 1120 X 8	2
2	PLACA DE FORRO CUERPO PRINCIPAL	PL. 272 X 620 X 8	1
3	PLACA BASE DE CUERPO PRINCIPAL	PL. 450 X 450 X25	1
4	PLACAS RIJIDIZADORAS DE PLACA BASE DE CUERPO PRINCIPAL	PL. 130 X 350 X 16	1
5	COJINETE ESCAMOTEABLE PARA PLACA BASE	PL. 50 X 100 X 25	2
6	TUBO PARA RUEDAS LOCAS	Ø 160 x 230 x 8	3
7	RODELAS PARA COJINETE DE REFUERZO	Ø 144 x 16	6
8	COJINETE DE REFUERZO PARA RUEDAS	Ø 60 x 50 x 25	6
9	EJE DE RUEDAS	Ø 32 x 280	3
10	EJE ESCAMOTEABLE	Ø 60 x 390	1
11	PLACAS DE REFUERZO PARA EL CUERPO PRINCIPAL	PL. 260 X 300 X 8	4
12	VARILLAS DE REFUERZO PARA PLACA ESCAMOTEABLE	Ø VR. 19	2

Tabla 11.- Lista de materiales para Rodillos

FUENTE: Acueducto 1 – Ramal San Antonio

AUTOR: Miriam Quilumba

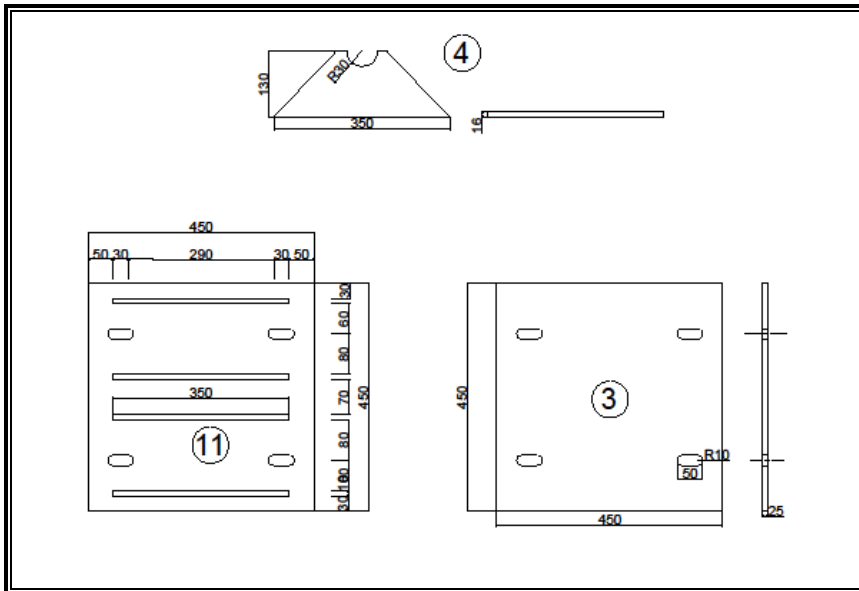
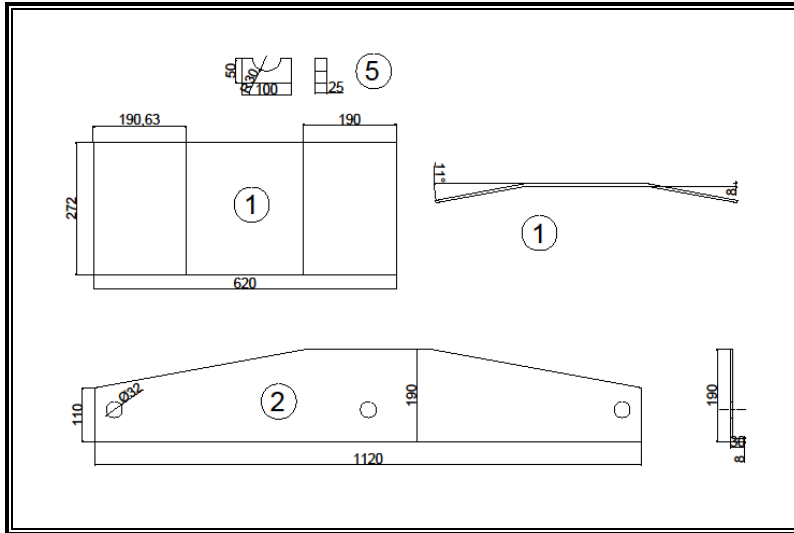
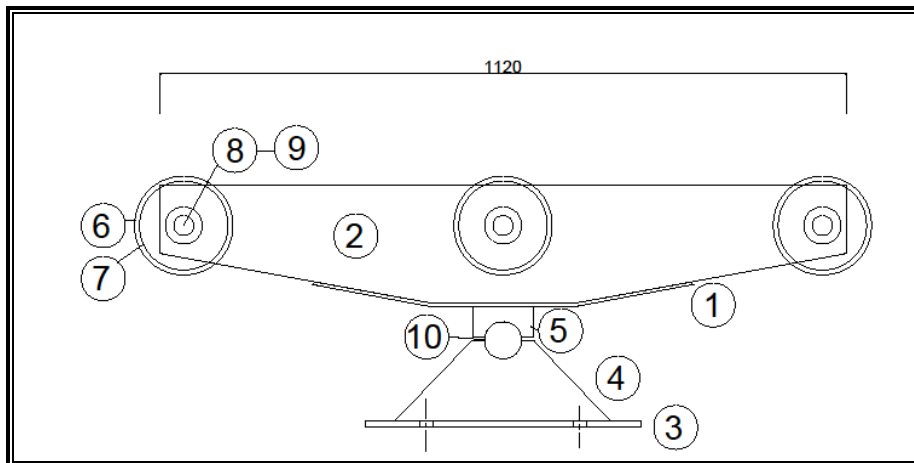
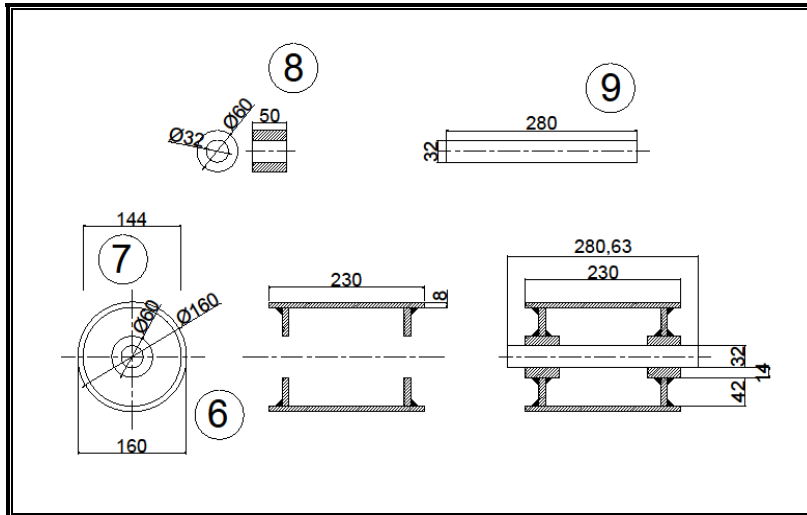


Gráfico 7.- Diseño de rodillos por piezas ver componentes en tabla 11

FUENTE: Acueducto 1 – Ramal San Antonio

AUTOR: Miriam Quilumba

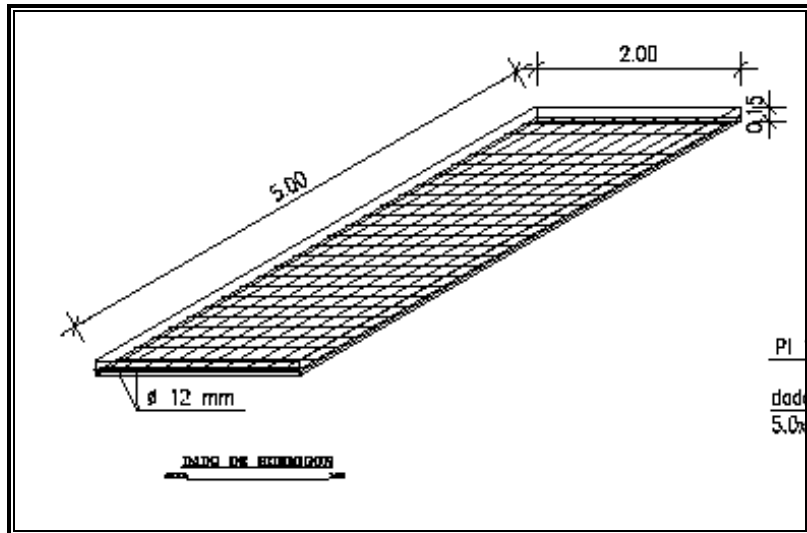


**Gráfico 8.- Ensamble de rodillos ver componentes en tabla 11**

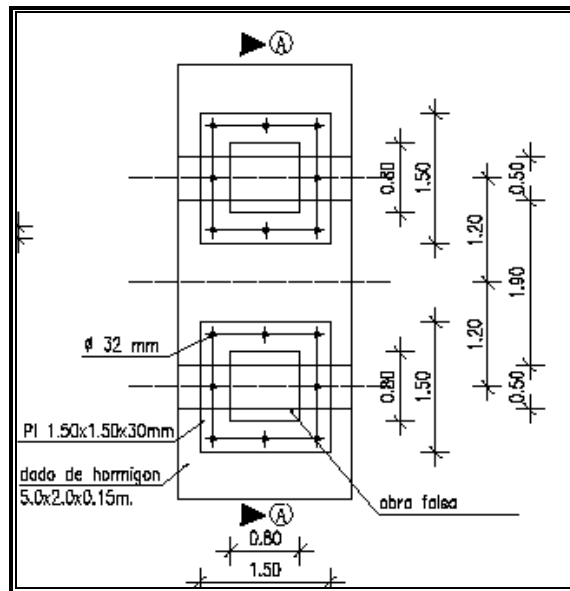
**FUENTE: Acueducto 1 – Ramal San Antonio  
AUTOR: Miriam Quilumba**

### **j) Obra falsa**

La cimentación para la obra falsa consta de un enrocado de 7x3x2m y sobre este se fundirá una plancha de hormigón armado con varilla de 12mm, en el hormigón se fundirán 8 varillas de 32mm para anclaje de la placa base para su sujeción. (Ver figura)



DETALLE DE ARMADURA



VISTA EN PLANTA

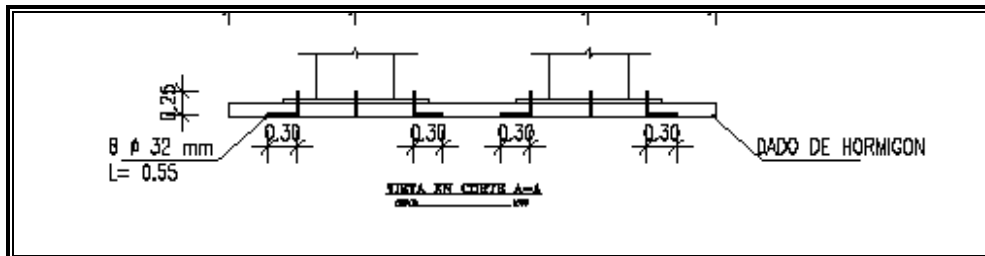
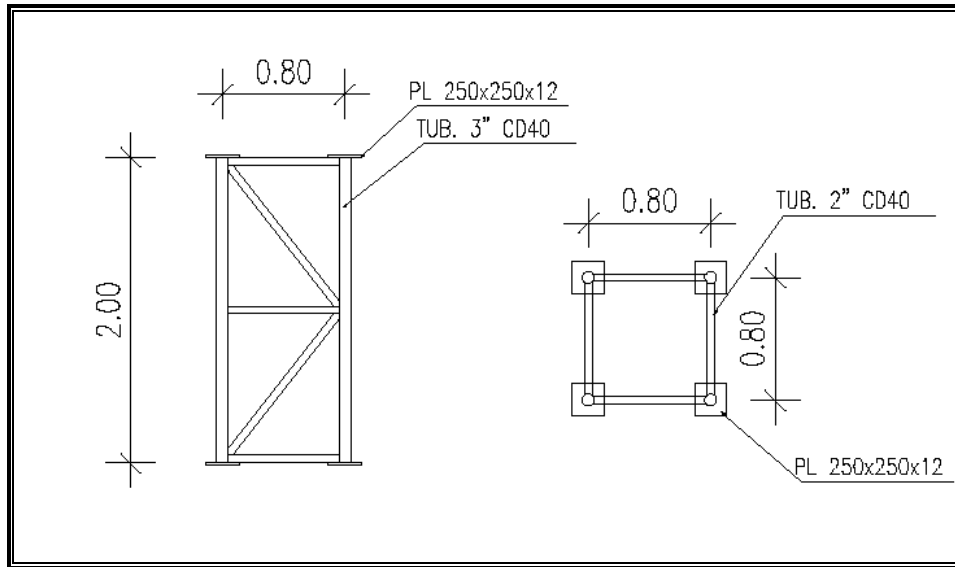


Gráfico 9.- Diseño de Obra Falsa (Hormigón)

FUENTE: Acueducto 1 – Ramal San Antonio

AUTOR: Miriam Quilumba

La obra falsa consta de tubería 3" tubo cedula 40 en los 4 pilares y refuerzos o riostras en tubería cedula 40 de 2" formando un dado de 800x800x2000.



**Gráfico 10.- Diseño de Obra Falsa (Acero)**

**FUENTE:** Acueducto 1 – Ramal San Antonio

**AUTOR:** Miriam Quilumba

Se fabricaron 28 módulos de 2.00m y 4 módulos de 1.00m para los remates en la parte superior.

Peso por cada modulo de 2m				Peso de cada columna	
Descripcion	peso/m	Long.	peso Total		
tub. 2" cedula 40	5,44	21,6	117,504		
tub. 3" cedula 40	11,29	8	90,32		
PI 250x250x12	5,8875	8	47,1		
<b>Peso total =</b>			<b>254,924</b>	8	2039,392
Peso por cada modulo de 1m					
Descripcion	peso/m	Long.	peso Total		
tub. 2" cedula 40	5,44	12,4	67,456		
tub. 3" cedula 40	11,29	4	45,16		
PI 250x250x12	5,8875	8	47,1		
<b>Peso total =</b>			<b>159,716</b>	1	159,716
				<b>P. col.</b>	<b>2199,108</b>

**Tabla 12.- Planilla de Acero (Obra Falsa)**

**FUENTE:** Acueducto 1 – Ramal San Antonio

**AUTOR:** Miriam Quilumba

Estos módulos conformaran dos columnas de 18m y cada columna fue diseñada para soportar 25tn, es decir que cada tubo longitudinal soportara 6.25tn.

En la parte superior de cada columna de la obra falsa se colocara una plancha de 20mm como base para la sujeción del rodillo y que la carga puntual del puente se transforme en carga distribuida y se divida en 4 cargas puntuales que serán transmitidas para cada columna que forma la obra falsa.

Para que las dos columnas funciones como un solo elemento se arriostra con IPNs en la cabeza y pie de las mismas y se forma una sola estructura y para evitar el volcamiento lateral se tensa con cables de  $\frac{3}{4}$  las 4 aristas de la obra falsa como muestra la foto.



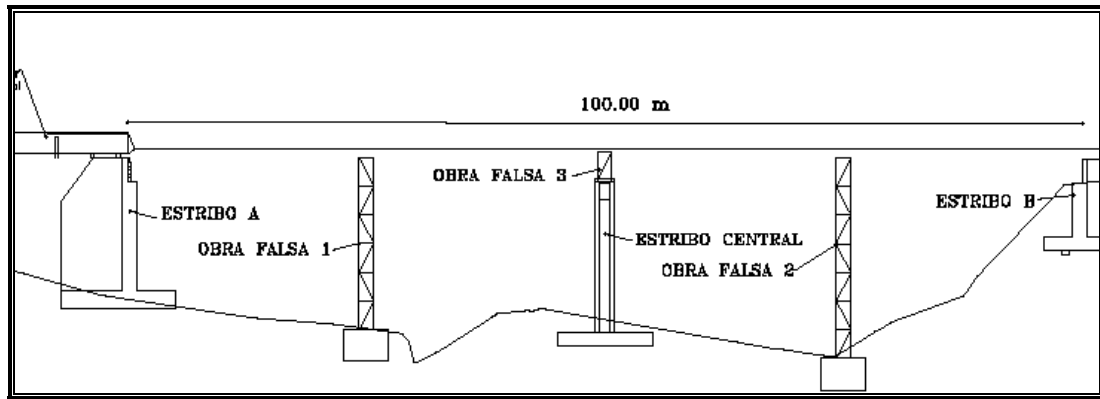
**Ilustración 6.- Trabajo que realiza la obra falsa**

**FUENTE: Acueducto 1 – Ramal San Antonio**

**AUTOR: Miriam Quilumba**

La obra falsa fue colocada en tres sitios, en el centro entre el estribo A y el estribo central, en el centro entre la pila central y el estribo B.

Y para completar la longitud sobre la pila central para que el puente pase sobre la misma y se asiente en la segunda obra falsa.



**Gráfico 11.- Sistema de obra falsa**

**FUENTE: Acueducto 1 – Ramal San Antonio**

**AUTOR: Miriam Quilumba**

Cada columna de la obra falsa se asienta sobre una plancha de metal para transmisión de esfuerzos a la cimentación. Dicha plancha va emperrada a la base de hormigón para sujeción de la misma.

### **k) Escalera Marinera**

No se disponía de ingreso para acceder a la cima del estribo central y colocar la segunda obra falsa que se necesita para el lanzamiento del puente.

Por lo que se diseñó y construyó una escalera marinera que costaba de tubos de 1 ½” de 16m de longitud, con anclajes cada dos metros.

Los anclajes van empernados al estribo central para evitar que la escalera se caiga y el personal pueda subir y bajar con seguridad. Ver fotografía



**Ilustración 7.- Escalera Marina**

**FUENTE: Acueducto 1 – Ramal San Antonio**

**AUTOR: Miriam Quilumba**

### **1) Ensayos no destructivos**

Los ensayos no destructivos a emplearse de acuerdo a las especificaciones y solicitudes de acuerdo al contratista para este tipo de material y aporte son las tintas penetrantes y ultrasonido con haz angular. Desarrollado en el literal 2.3.4 del marco legal.



#### **m) Proceso de pintura**

Cuando ya esté liberado las sueldas se procede con una limpieza con chorro de agua mediante una maquina llamada hidro lavadora, deja y una escoba para sacar el lodo y polvo que se pega a los elementos cuando se almacena y se arma el acueducto.

Luego en los lugares que este visible la oxidación se procederá a realizar una limpieza manual con grata donde la moladora y el trabajador puedan realizar su desempeño adecuadamente y en las zonas que no sean accesibles se empleara desoxidante.

Se levantara también la pintura que por motivo de montaje y remate de sueldas se haya dañado, luego se procederá a dar el fondo en las partes afectadas por soldadura y montaje.

En las vigas la pintura se realizara de forma manual con rodillos hasta alcanzar el espesor requerido, el color de la pintura será la solicitada mediante especificaciones técnicas.

Para los elementos pequeños como son los ángulos, las placas y las esquinas se emplea un compresor.

La pintura con compresor en elementos pequeños da mayor rendimiento en avance de trabajo y en áreas amplias el rendimiento es mayor con rodillos.

Se darán cuantas manos de pintura se requieran hasta que el espesor y la adherencia sean las adecuadas.



**Ilustración 8.- Pintura en vigas**  
**FUENTE: Acueducto 1 – Ramal San Antonio**  
**AUTOR: Miriam Quilumba**

TIPO	DESCRIPCION	PREPARACION DE SUPERFICIES	PINTURA EN FABRICA	PINTURA EN EL SITIO
a.	Acero estructural y misceláneos (elementos al interior o a cielo abierto, excepto acero galvanizado).	Limpiar con chorro de arena al grado SSPC-SP10.	Una capa de base de pintura inorgánica rica en zinc. ECS mínima por capa: 75 micras.	Dos capas de pintura epóxica vinílica modificada. ECS mínima por capa: 90micras. Color final según código por aprobarse.
b.	Rejillas de piso y tapas de inspección	Limpiar con baño químico y luego neutralizar.	Baño de zinc, aplicación mínima: 600 gr/m <sup>2</sup> .	Limpiar al cepillo con disolvente. Una capa de base de pintura epóxica para las superficies galvanizadas. ECS mínima: 50micras.
c.	Equipo (superficies al interior y a cielo abierto).	Limpiar con chorro de arena al grado SSPC-SP10.	Una capa de base de pintura inorgánica rica en zinc. ECS mínima por capa: 75 micras.	Dos capas de pintura epóxica vinílica modificada. ECS mínima por capa: 90micras. Color final según código por aprobarse.
c.1.	Tableros eléctricos de control: superficies internas	Limpiar con baño químico, lavar y fosfatizar.	Dos capas de pintura epóxica vinílica modificada. ECS mínima por capa: 30 micras.	
c.2.	Tableros eléctricos de control: superficies externas	Limpiar con baño químico, lavar y fosfatizar.	Dos capas de pintura epóxica vinílica, modificada. ECS mínima por capa: 50 micras.	
d.	Motores eléctricos	Según la norma del fabricante	Según la norma del fabricante	Según la norma del fabricante. Color final según código por aprobarse.
f.	Tuberías (incluyendo apoyos colgantes, soportes y válvulas):			
f.1	Superficies externas (al interior o a cielo abierto)	Limpiar con chorro de arena al grado SSPC-SP10	Una capa de base de pintura inorgánica rica en zinc. ECS mínima: 75 micras	Dos capas de pintura epóxica vinílica modificada. ECS mínima por capa: 90micras. Color final según Código por aprobarse.
f.2	Superficies sumergidas permanentemente o periódicamente en agua dulce (incluyendo superficies internas de tuberías).	Limpiar con chorro de arena al grado SSPC-SP10	Una capa de base de pintura inorgánica rica en zinc, o poliuretano, zinc ECS mínima: 75 micras.	Dos capas de pintura epóxica al alquitrán. ECS mínima por capa: 200micras.
f.3	Tuberías diámetro interno menor aproximadamente 200 mm	Limpiar con baño químico y neutralizar.	Protección con baño de pintura epóxica. ECS mínima total 400 micras.	
g.	Superficies en contacto con	Limpiar con chorro de	Dos capas de	

Tabla 13.- Especificación Técnica para Pintura

FUENTE: Acueducto 1 – Ramal San Antonio  
AUTOR: Miriam Quilumba

Se espera mínimo 8 horas para que su adherencia sea la correcta y se procederá a pintar con el color solicitado por la fiscalización, en este caso ral 60-25.

Los espesores solicitados son 180micras (u) en almas y patines. De fábrica las vigas vienen con 80u por lo que en campo se dará 100 micras que representa 3 manos de pintura.

En cada elemento que conforma la viga se tomarán 5 muestras de espesor de pintura y adherencia. Como son 10 vigas se tendrá 10 formatos uno de cada uno. Ver anexo del formato y su liberación.

Las lecturas serán tomadas de la siguiente forma: 5 lecturas en la cara superior del patín inferior de la viga derecha e izquierda, 5 lecturas en la cara inferior del patín inferior en las dos vigas, 5 lecturas en la cara externa el alma de la viga derecha, 5 lecturas en la cara interna del alma derecha, 5 lecturas en la cara interna del alma de la viga izquierda, 5 lecturas en la cara externa del alma de la viga izquierda, 5 lecturas en la cara superior del patín superior de las dos vigas y 5 lecturas en la cara inferior del patín superior en las vigas derecha e izquierda.

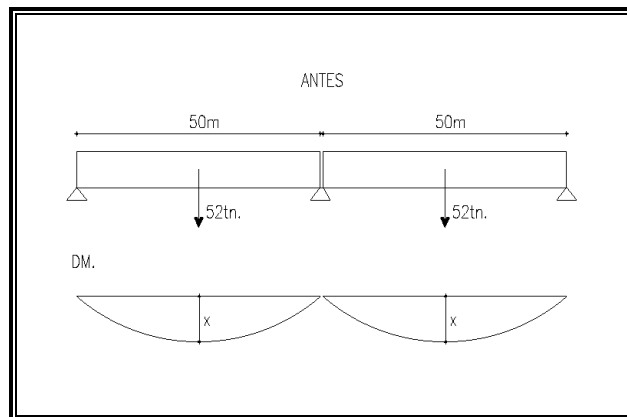
Se da dos manos de pintura antes del montaje y la mano final se la dará una vez que el acueducto este en su posición ya que en el proceso de lanzado aunque se haga con el mayor cuidado saldrán más fallas que corregir.

Una vez que se proceda al montaje se volverá a chequear que la pintura no esté dañada y de haber fallas se procederá de la forma anterior para corregirlas.

Las pruebas de adherencia y de espesor solicitado por la fiscalización, se realizara después del montaje.

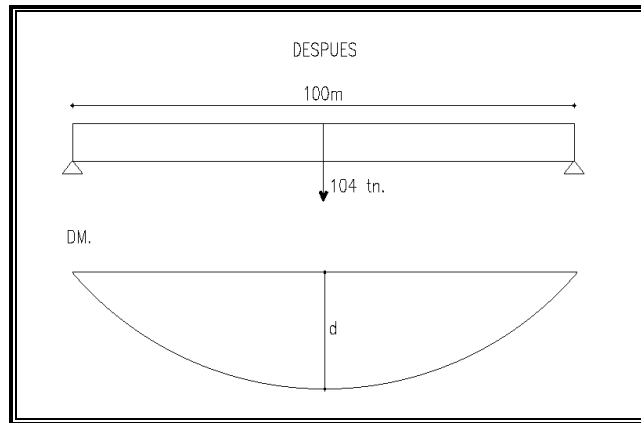
**n) Análisis del tipo de lanzamiento:**

- Se realiza un lanzamiento manual contando con una excavadora como método de empuje y retención, otro método de retención será un tilford en la parte frontal. Para el deslizamiento se cuenta con 8 rodillos de capacidad 10tn antes descritos y la obra falsa que se diseñó exclusivamente para este caso.
- Se unirán los dos tramos para lograr un solo cuerpo y que trabaje con un peso global de 104tn, esto nos beneficiara en el momento que se realice el montaje.
- Se analiza el comportamiento de la estructura para lo que fue diseñado y una vez que sea un solo cuerpo como funciona ahora.



**Gráfico 12.- Diagrama de Momentos de la viga (50 metros)**

**FUENTE: Acueducto 1 – Ramal San Antonio  
AUTOR: Miriam Quilumba**



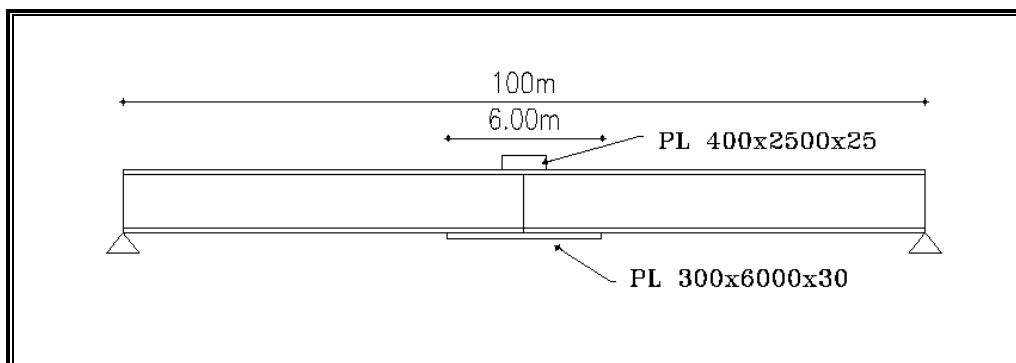
**Gráfico 13.- Diagrama de Momentos de la viga (100 metros)**

**FUENTE: Acueducto 1 – Ramal San Antonio**

**AUTOR: Miriam Quilumba**

Este tramo ahora viene a ser el centro de gravedad por lo que se sueldan placas de refuerzo en la cara superior del patín inferior y en la cara superior del patín superior para transmisión de los esfuerzos puesto que ahora el final e inicio de cada tramo trabajara como centro del nuevo cuerpo. Ver esquemas.

La placa que se coloca como refuerzo es del mismo espesor del patín en el centro del patín inferior.



**Gráfico 14.- Placas de respaldo**

**FUENTE: Acueducto 1 – Ramal San Antonio**

**AUTOR: Miriam Quilumba**

Y en el centro del patín superior se coloca una placa del mismo espesor del patín pero en forma vertical para que ayude cuando el acueducto ejerza fuerza al subir las obras falsas.

Se pretende realizar el montaje en 4 tiempos:

- Primer tiempo se lanzará 30m quedando en medio del estribo A y el estribo central para utilizar el mismo puente y elevar la obra falsa A.
- Segundo tiempo llegará hasta el estribo Central.
- Tercer tiempo avanzará hasta los 75m que queda en el centro entre el estribo central y el estribo B y de igual manera que en la obra falsa A se utilizara el puente para elevar la obra falsa C.
- Cuarto tiempo se completa el lanzamiento hasta el estribo B.

**o) Responsabilidades.**

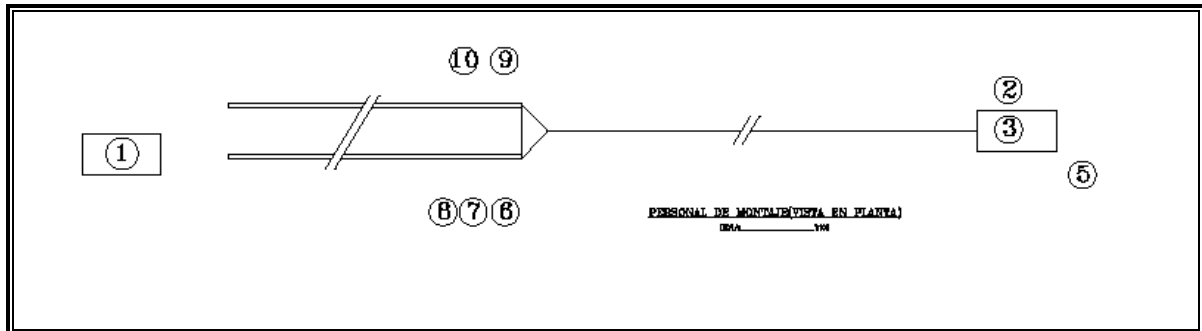
**Mano de Obra:** Ingeniero Coordinador, Ingeniero Residente, Supervisor en seguridad, salud y medio ambiente, armadores, maestro de obra, soldadores ayudante de soldadura, topógrafo, operadores, chofer, control de calidad.

Los responsables principales durante el armado y montaje son:

- Tlga. Miriam Quilumba – **Coordinador de Proyectos Metal mecánicos**
- Ing. Iván Silva – **Residente**
- Welder Wilman Manguia – **Maestro de montaje**
- Welder Juan Pilamunga – **Maestro Armador**

- Welder Edison Mera – **Maestro rematador**
- Welder Fernando Garofalo – **Maestro rematador**

**p) Diagrama de personal de montaje**



**Gráfico 15.- Diagrama de personal de montaje**

**FUENTE: Acueducto 1 – Ramal San Antonio**  
**AUTOR: Miriam Quilumba**

<b>CUADRO PERSONAL DE MONTAJE</b>	
<b>POSICIONES</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>
1	OPERADOR DE EXCAVADORA
2	RESIDENTE
3	CHOFER DE AMBULANCIA
5	TÉCNICO SEGURIDAD INDUSTRIAL
6	COORDINADOR
7	TÉCNICO SEGURIDAD INDUSTRIAL



8	AYUDANTE DE SUELDA
9	MAESTRO DE MONTAJE
10	AYUDANTE DE SUELDA

**q) Planos de referencia.**

Planos de referencia estructural para fabricación y montaje.

VER EN ANEXOS – LOS SIGUIENTES PLANOS:

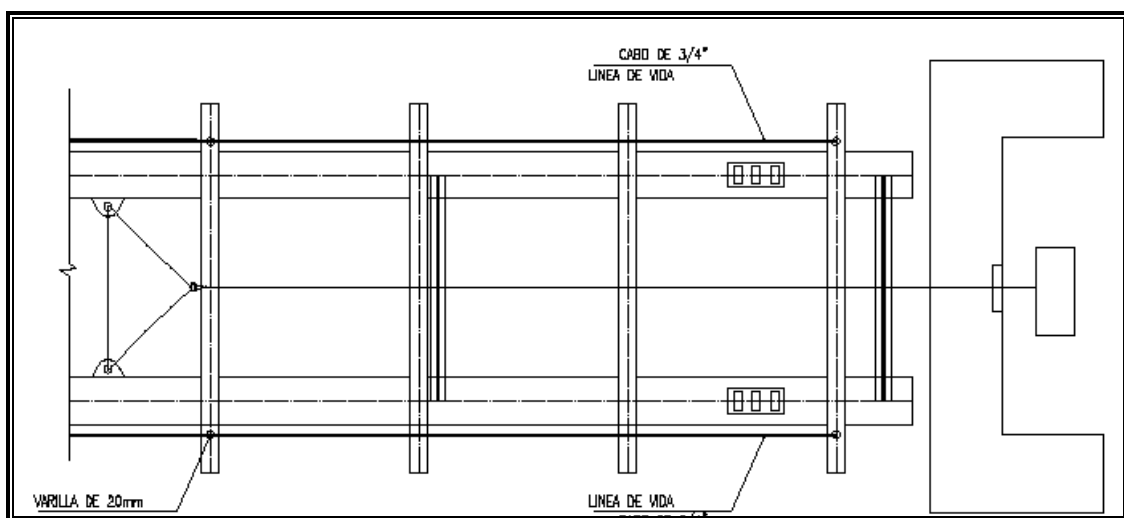
- HMD-DD-SA-E-017
- HMD-DD-SA-E-018
- HMD-DD-SA-E-019
- HMD-DD-SA-E-020
- HMD-DD-SA-E-021
- HMD-DD-SA-E-022
- HMD-DD-SA-E-023
- HMD-DD-SA-E-024

**r) Procedimiento de seguridad básica.**

Se implementará las medidas preventivas que son la supervisión de las actividades a realizar como inspección de área de trabajo, alistar equipos y herramientas, verificación de los accesos etc., supervisión del uso adecuado de EPPS, se verificará si son necesarios los equipos de seguridad básicos de acuerdo a las actividades que se realicen como son tapones auditivos, lentes protectores de los ojos u algún tipo de guantes especiales , Se realizarán

charlas de pre jornadas de capacitación del personal en utilización de equipos y normas de seguridad.

Se colocarán líneas de vida en los dos lados del puente como muestra en la figura (con cable de acero, grilletes y parantes de varilla).



**Gráfico 16.- Ubicación de líneas de vida**

**FUENTE: Acueducto 1 – Ramal San Antonio**

**AUTOR: Miriam Quilumba**

### **s) Equipos de seguridad para el personal**

El Contratista proveerá a su personal y al personal de los subcontratistas, así como al personal de la Fiscalización y visitantes de las obras, con un equipamiento apropiado de seguridad.

El personal, que entrará en el área de trabajos a cielo abierto o en subterráneo, llevará un casco de protección de aluminio o de material plástico resistente.

El personal, que desarrolla su actividad en lugares donde hay peligro de clavos dispersos, tendrá que llevar zapatos de seguridad con refuerzo metálico en la puntera y en la suela.

El personal, que se expone a niveles de ruido dañosos, en particular durante los trabajos de perforación, tendrá que llevar protectores para las orejas.

El personal, que desarrolla su actividad en ambientes donde hay polvos, tendrá que llevar una máscara protectora provista de filtros contra el polvo.

El personal, que desarrolla trabajos peligrosos para los ojos o la cara, tendrá que llevar lentes de protección, gafas de protección o máscaras.

El personal que trabaja en alturas se dotara de arnés o cinturones de seguridad que van a estar sujetos a una línea de vida previamente colocada.

Se instalará cerramientos provisionales que delimite las Áreas de Trabajo en sus diferentes frentes de obra.

### **2.3 MARCO LEGAL.**

Para control de la calidad se debe tomar en cuenta el cumplimiento de todas las especificaciones del proyecto en cuanto a características o normas (ACI, ASTM, MANUAL DE DISEÑO DE PUENTES. Etc.) Haciendo uso, para el control de las mismas, de todas las pruebas establecidas.

### **2.3.1 Armado y montaje de puentes en estructura metálica**

Las siguientes normas se emplean para el armado y montaje.

- ASTM A365M(American Society for Testing Materials)
- AASHTO/AWS D1.5M/DA.5:2002 (American Association of State Highway and Transportation Officials)
- AASHTO/AWS D1.1-2002 (American Association of State Highway and Transportation Officials)
- AISC 360-10 (American Institute of Steel Construction)
- AISC 303-10 (American Institute of Steel Construction code of standard Practice for Steel Building and Bridges )
- ASME sección 8 división 1.1 (American Society of Mechanical Engineers)
- AWS D1.1-2002(American Welding Society)

### **2.3.2 Normativa para pintura en metal**

- AASHTO division II-section 13-painting(American Association of State Highway and Transportation Officials)
- SSPC. (Steel Structures Painting Council) THE SOCIETY FOR PROTECTIVE COATINGS

### **2.3.3 Normativa para material de aporte, tipo y tamaño**

- Todos los materiales de aporte deben acogerse a una de las siguientes normas (Especificaciones):

- NTC 2191 (AWS A.5.1)
- NTC 3572 (AWS A.5.2)
- NTC 2253 (AWS A.5.5)
- NTC 2677 (AWS A.5.17)
- NTC 2632 (AWS A.5.18)
- NTC 4041 (AWS A.5.20)
- NTC 3570 (AWS A.5.28)
- NTC 4039 (AWS A.5.29)

Los metales de aporte que no se ajusten a las normas (especificaciones) anteriores pueden ser usados previendo que los procedimientos de soldeo que contemplan su uso sean calificados.

#### **2.3.4 Programa de inspección de las soldaduras (ensayos destructivos y no destructivos a ser aplicados)**

El programa de inspección de soldaduras estará a cargo de la empresa Sindes Ecuador S.A quien estará a cargo de realizar el 100% inspección visual en toda la obra, liberación de soldadura del patín inferior, y el 50% del patín superior y del 25% del alma de las vigas. Según lo establece la norma AASHTO / AWS D1.5-D1-5M-2002 “BRIDGE WELDING CODE” referente a puentes. De igual manera la parte de ensayos destructivos y no destructivos q deban ser aplicados en este caso ultrasonido en Haz angular.

Los procedimientos y ensayos no destructivos de **ultrasonido haz angular** los realizar Sindes S.A.

### 2.3.5 Seguimiento y medición.


<b>INDICADOR</b>	<b>FORMA DE CÁLCULO</b>	<b>RESPONSABLE</b>
Almacenaje de vigas	Por espacio	Residente
Armado de vigas y arriostres	Por unidad	Residente
Liberación de contra flecha	Cuando el puente este armado 100%	Residente
Remate de dovelas	Por pegas cantidad 8	Residente
Liberación de soldadura	Por pegas cantidad 8	Sindes
Pintura y liberación	Por micras 185u pintura rall 60-25	Residente
Montaje	De acuerdo a la metodología	Residente

**Tabla 14.- Seguimiento y Medición**

**FUENTE:** Acueducto 1 – Ramal San Antonio  
**AUTOR:** Miriam Quilumba

### 2.3.6 Ejecución de actividades.

PROYECTO: HIDRO AZOGUES MAZAR - DUDAS																																			
CRONOGRAMA - ESTRUCTURA METÁLICA GEORFORCE S. A. ACUEDUCTO 1																																			
		MES 1																																	
		M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J			
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31			
<b>TRABAJO ACUEDUCTO 1</b>																																			
<b>DOS CUADRILLA DE TRABAJO CADA UNA DE: 10 PERSONAS</b>																																			
<b>Encargado: Maestro Wilman Manguía</b>																																			
Stock del material en sitio		■	■	■	■																														
Armado y remate tramo 1			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■																				
Armado y remate tramo 2						■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■																	
Liberación de formatos para proceder con la unión de los dos tramos																			■	■	■														
Direccionamiento para unir los dos tramos de 50m																				■	■	■													
Unión de los dos tramos 1 y 2																					■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
Limpieza de tramo 1 para pintura																						■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
Armado y remate de cunas para tubería																																			



RESPONSABLE  
TLGA. MIRIAM QUILUMBA


<b>PROYECTO: HIDRO AZOGUES MAZAR - DUDAS</b>																														
<b>CRONOGRAMA - ESTRUCTURA METÁLICA GEOFORCE S. A.</b>																														
		<b>MES 2</b>																												
		S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	
<b>TRABAJO ACUEDUCTO 1</b>																														
<b>UNA CUADRILLA DE TRABAJO: 12 PERSONAS</b>																														
<b>Encargado: Maestro Wilman Manguia</b>																														
Fundición de bases para obra falsa		■	■	■																										
Limpieza de tramo 2 para pintura		■	■	■	■	■	■	■	■	■																				
Pintura en tramo 1 y 2 (tramo unido L=100m)				■	■	■	■	■	■	■	■																			
Limpieza y pintura en cunas				■	■	■	■	■	■																					
Soldo de cunas sobre puente										■	■	■	■	■																
Preparación y lanzamiento de primer tramo(30m)												■	■																	
Remate de módulos de obra falsa								■	■	■	■	■	■	■	■	■	■													
Armado, elevación y sujeción de módulos de obra falsa A													■	■	■	■	■	■	■											
Elevación y sujeción de la escalera marinera																		■	■	■	■									
Armado, elevación y sujeción de módulos de obra falsa b																				■	■	■	■	■	■	■				
Preparación y lanzamiento del puente llega hasta el estribo B																										■	■	■		
Armado de módulos de obra falsa C																											■	■	■	■



RESPONSABLE  
TLGA. MIRIAM QUILUMBA



PROYECTO: HIDRO AZOGUES MAZAR - DUDAS																																
CRONOGRAMA - ESTRUCTURA METÁLICA GEOFORCE S. A. ACUEDUCTO 1																																
		<b>MES 3</b>																														
		S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
<b>TRABAJO ACUEDUCTO 1</b>																																
<b>CUADRILLA DE TRABAJO: 12 PERSONAS</b>																																
<b>Encargado: Maestro Wilman Manguia</b>																																
Lanzamiento del puente llega hasta la obra falsa C																																
Elevación de módulos de obra falsa C																																
Preparación y sujeción de módulos de obra falsa C																																
Se concluye el lanzamiento del puente llega hasta estribo C																																
Bajado de extremo A hasta la cota del estribo y comprobación de cotas																																
Remate y pintura de abrazaderas para tubería																																



RESPONSABLE  
TLGA. MIRIAM QUILUMBA

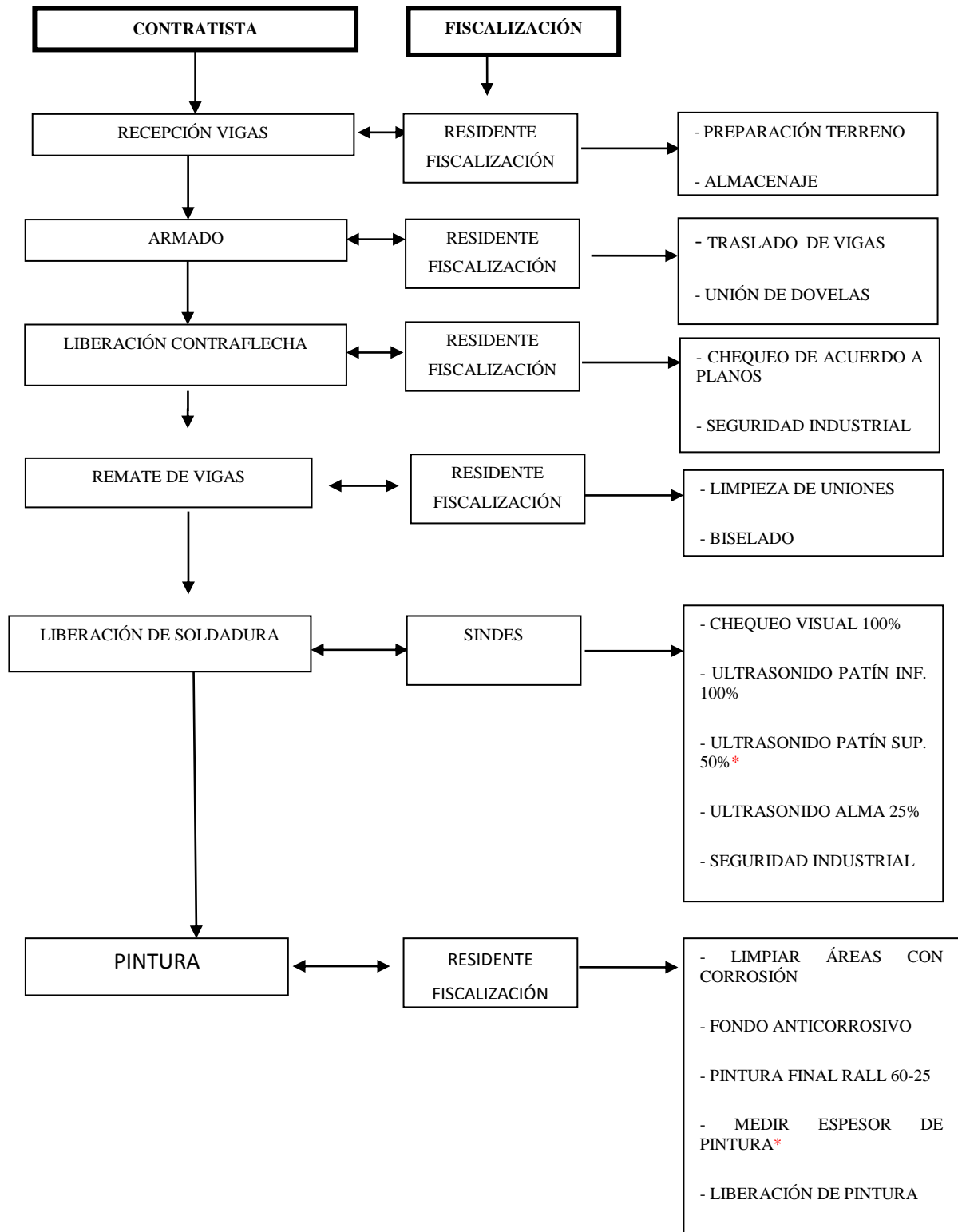
Tabla 15.- Cronograma de actividades

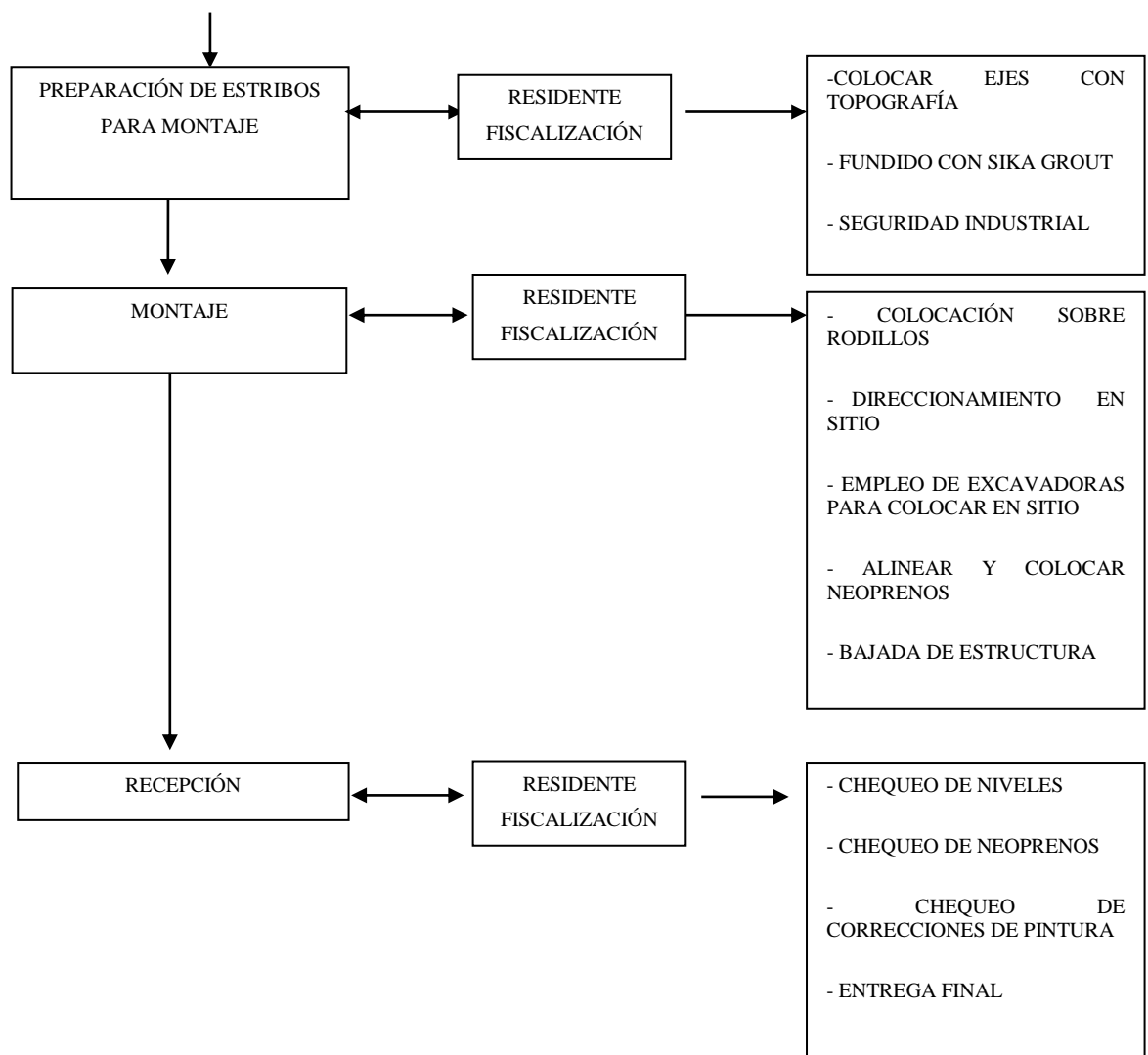
FUENTE: Acueducto 1 – Ramal San Antonio

AUTOR: Miriam Quilumba

### 2.3.7 Control y planificación de obra

Para la ejecución de este tipo de proyecto se debe responder a este tipo de diagrama de flujo





**Gráfico 17.- Control y Planificación de obra**  
**AUTOR: Miriam Quilumba**

### 2.3.8 Formatos de liberación

- Formato Liberación CAMBER ver anexo 2 libro de obra
- Formato Liberación soldadura ver anexo 6

## **CAPITULO III**

### **3.- METODOLOGÍA**

#### **3.1 DELIMITACIÓN TEMPO - ESPACIAL**

##### **3.1.1 Ubicación**

Se encuentra a 2.518 metros sobre el nivel del mar, la ciudad tiene una población de 33.848 habitantes. El estudio se realizara en el Acueducto 1, el mismo que se encuentra en el Aprovechamiento San Antonio ubicado en la provincia del Cañar, aproximadamente 260 km en distancia horizontal al sur de la ciudad de Quito, capital de la República del Ecuador, a 30 km al NE de la ciudad de Azogues, capital de la provincia, en la parroquia Rivera.

##### **3.1.2 Clima**

Es un clima frio de alta montaña muy lluvioso en la mayoría de meses del año, por lo que es difícil realizar los trabajos en esta zona y hay que acomodarse a las exigencias del medio.

##### **3.1.3 Carreteras**

Desde Azogues hasta el pueblo de Rivera se cuenta con una carretera de primer orden de dos carriles, la geografía de la zona hace que sea con curvas pronunciadas. Para el ingreso al acueducto 1 se realizó una carretera compactada del material de la zona por lo que cuando llueve hay deslizamientos y se dificulta el ingreso.



**Ilustración 9.- Carretera de ingreso**

**FUENTE: Acueducto 1 – Ramal San Antonio**

**AUTOR: Miriam Quilumba**

### **3.1.4 Temperatura**

Su temperatura media es de 17°C. Se encuentra en el valle de un pequeño río, el Burgay, a la salida de la hoya del Paute, del cual dicho río es afluente.

## **3.2 ENFOQUE DE LA INVESTIGACIÓN**

Crítico propositivo

El paradigma de la investigación es crítico – propositivo como una alternativa para la investigación social que se fundamenta en el cambio de esquemas sociales.

Es crítico porque cuestiona los esquemas sociales y es propositivo cuando la investigación no se detiene en la observación de los fenómenos sino plantea alternativas de solución en un

clima de actividad, esto ayuda a la interpretación y comprensión de los fenómenos nacionales en su totalidad.

La presente investigación se alinearán a una plataforma axiológica del rendimiento, y las líneas de diseños, lo cual le permitirá un clima de trabajo potencializado hacia el alcance de metas y objetivos.

Se aplicará una metodología, inductiva y deductiva, aplicando encuestas a los involucrados directos, que permita conocer con una realidad el problema estudiado. La misma debe ser cuali cuantitativa, que nos ayude a la interpretación y comprensión de esquemas sociales planteando alternativas de solución en un clima de actividad. Cuantitativo porque se recabó información que será sometido a análisis estadístico y estos resultados pasaron con soporte del Marco Teórico.

Estos enfoques son parte de la investigación científica, definidas como un proceso metódico y sistemático dirigido a la solución de problemas o preguntas científicas, mediante la producción de nuevos conocimientos, los cuales constituyen la solución o respuesta a tales interrogantes.

Dichas investigaciones exponen que el ambiente de aprendizaje más óptimo es aquel donde existe una interacción dinámica entre los públicos internos y las actividades de diseños que proveen oportunidades para crear una propia actitud de conciencia, participación y desempeño profesional, gracias a la interacción del individuo y con la organización en los diferentes frentes de trabajo donde se efectúan los ensambles y montajes. Esta teoría, por lo

tanto, enfatiza la importancia de la cultura industrial, el individuo y su contexto, para construir un adecuado proceso de montajes.

En el plano industrial, se refleja en una corriente didáctica que estimula la participación favoreciendo el desarrollo de la empresa y sujeto para que éste asimile la realidad de su contexto y su ambiente con sus problemas y posibles soluciones, considerando especialmente la capacidad que toda industria posee para ello.

### **3.3 MODALIDAD BÁSICA DE LA INVESTIGACIÓN**

#### **3.3.1 Bibliográfica-documental.**

Se utilizó para esta investigación, información a través de libros, revistas, módulos, textos, periódicos, internet, con el propósito de obtener mayor conocimiento acerca del problema objeto de estudio, que nos sirvió para informarnos y debatir las principales cuestiones de los ensambles y montajes de puentes en suelos de baja resistencia.

Esto también puede ayudar a tener bases para la investigación porque se tendrá sustentos bibliográficos de datos estadísticos, históricos como causas consecuencias y posibles soluciones.

#### **3.3.2 Trabajo Experimental o de campo.**

La investigadora acudirá a recabar información en el lugar donde se produce los hechos, para así poder actuar en el contexto y transformar una realidad

En esta investigación el problema radica en: “la dificultad de montajes de puentes en suelos de baja capacidad portante”, razón por la cual la implementación de este tipo de investigaciones contribuirá a fomentar y encontrar posibles soluciones

En cuanto a la investigación de campo, gracias a la observación, a la entrevista y a la encuesta lograremos alinear prospectos de un beneficio común teniendo en cuenta la complejidad de los procesos de armado y la responsabilidad y compromiso de llegar a realizarlo. Ver anexo 7 Encuestas

### **3.4 POBLACIÓN Y MUESTRA**

Para determinar si es posible o no realizar este tipo de trabajos en las condiciones que se nos presenta se tienen que realizar encuestas. La población involucrada son técnicos de vasta experiencia, proveedores de maquinaria pesada y maestros de montaje.

### **3.5 TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN**

#### **3.5.1 Técnicas**

##### **a.- Fuentes primarias**

**Técnica de observación:** Consistirá en obtener información mediante la inspección que se realiza en el sitio donde se va a realizar el ensamble y el montaje para encontrar las fortalezas y debilidades que se tienen en campo.



**Técnica de la encuesta:** Es una técnica que permite al investigador conocer información de un hecho a través de las opiniones certeras que reflejan ciertas maneras y formas de asimilar los trabajos similares antes realizados en diferentes lugares de difícil acceso. Las personas encuestadas son técnicos y obreros con experiencia y especializados en el tema. Ver anexo 7 (Encuestas.)

#### **b.- Fuentes secundarias**

**Técnica documental:** Es el procedimiento de recolección, obtención e interpretación de la información referente al tema determinado; basado en la revisión de libros, folletos, documentos, manuales, revistas e internet.

### **3.6 PROCESAMIENTO DE DATOS Y ANÁLISIS DE RESULTADOS.**

#### **3.6.1 Técnicas de procesamiento de datos**

Los procesos para el desarrollo del proyecto de ensamble y montaje de puentes son:

#### **3.6.2 Antecedentes históricos**

Este punto se realiza con visitas a diferentes profesionales técnicos y operarios para investigar todo lo referente al ensamble y montaje de puentes, los métodos y maniobras más comunes que se realizan, maquinaria a utilizarse, tipos de suelo en el que se realiza el trabajo, infraestructura apropiada de ser necesaria, condiciones económicas y sociales.

De acuerdo a lo recopilado se puede evidenciar los tipos más comunes de montajes para acueductos que se pueden realizar:

**a.- Con la ayuda de un winche de tractor.-** es una maquinaria pesada que ayuda a alar mediante un cable un objeto de gran peso. Obviamente para que la winche llegue al lugar adecuado debe haber un buen acceso y en trabajos de esta naturaleza por lo general no se tiene.

**b.- Mediante la utilización de una grúa.-** este es el método más común y rápido, pero este tipo de montajes son en lugares alejados y de difícil acceso. Las grúas de gran capacidad solo las podemos encontrar en las grandes ciudades por lo que el traslado de las mismas representan un costo excesivos. Para que la grúa trabaje de una manera adecuada es necesario que el suelo donde se posesionara este compactado y cuando se tienen suelos de baja capacidad portante hay que invertir en el mejoramiento.

Para este trabajo mínimo se debe preveer dos unidades por lo que el costo se duplica.

**c.- Con la construcción de un teleférico.-** para este tipo de montajes se debe construir una estructura adicional lo suficiente para soportar el peso del puente o acueducto que se desea lanzar. Obviamente el costo de la estructura adicional se ve reflejado en el costo del montaje.

**d.- Montajes manuales mediante excavadora y winches manuales.-** si bien es cierto es un método más demorado pero según las entrevistas es el más adecuado ya que se emplea una excavadora que puede llegar a lugares de difícil acceso y puede transportar los equipos necesarios para la ejecución del trabajo.

Es por eso que para sustentar el tema de investigación **“Ensamble y montaje de puentes para acueductos en suelos de baja capacidad portante.”** se escogió este método pero únicamente con el empleo de una excavadora debido a la restricción de espacio en uno de los extremos, como objeto de estudio se trabajó en el armado y montaje del acueducto 1 en el ramal de San Antonio, ubicado en la parroquia de Rivera a dos horas de la ciudad de Mazar.

### **3.6.3 Trabajo de campo**

Una vez que ya se logró definir el método para sustentar el tema de investigación se analiza cada uno de los elementos involucrados para desarrollar y demostrar la hipótesis planteada.

Para esto se tomó en cuenta los siguientes parámetros que están desarrollados en el marco teórico desde el literal 2.2.2

- a.- El estudio de suelos realizado en el sitio objeto de estudio.
- b.- El espacio que se tiene para ejecutar maniobras.
- c.- Los equipos y maquinarias de la que se dispone para ejecutar el trabajo.
- d.- El personal con el que se cuenta.
- e.- Estructuras adicionales para lograr el trabajo.

## **3.7 PROCEDIMIENTO**

Para el proceso de armado el puente, es necesario que el espacio donde se va a armar este totalmente nivelado y compactado (suelo), de igual manera la revisión y liberación de la

Contra Flecha de cada tramo será muy estricto antes de proceder al remate de almas y patines; el proceso de pintura también será un punto importante previo al lanzamiento del puente.

### **3.7.1 Procedimiento de armado de vigas tramo 1 y tramo 2 del acueducto 1 ramal San Antonio**

**a.-** Se procede con el armado del primer tramo de 50m, para lo cual se utiliza durmientes de madera los necesarios para que el puente este a una altura adecuada, en este caso 70cm del piso. Este requisito es para poder dar la contra flecha requerida  $h= 17\text{cm}$ . Ref. HMD-DD-SA-E-018 y explicada en el literal 2.2.10 literal g. Por otro lado este requisito es para que el soldador pueda realizar su trabajo de manera adecuada cuando tenga que rematar los patines inferiores como se muestra en las fotos adjuntas.



**Ilustración 10.- Altura sobre suelo en armado de dovelas**  
**FUENTE:** Acueducto 1 – Ramal San Antonio  
**AUTOR:** Miriam Quilumba

**b.-** Con la ayuda de la excavadora se irá uniendo de dos en dos dovelas, cada unión de vigas se va verificando tres cosas: la contra flecha, niveles y alineación (Con manguera y/o topografía)

**c.-** Del primer tramo se empieza con las vigas PHM-TR-1 y PHM-TR-2, se utilizan los ángulos rigidizadores de otros tramos para que las vigas se queden aplomadas.

**d.-** Para el armado de los diafragmas horizontales se une con placas a las dovelas, las mismas que son biseladas para que la soldadura cumpla con su función de formar un solo cuerpo.



**Ilustración 11.- Unión placa - viga - diafragma horizontal**

**FUENTE:** Acueducto 1 – Ramal San Antonio

**AUTOR:** Miriam Quilumba

**e.-** En campo se dificulta la utilización de equipos sofisticado por lo que se armó un pórtico de patio para mantener el plome de las vigas hasta armar el primer par de vigas y colocar los diafragmas horizontales y verticales.



**Ilustración 12.- Armado de vigas con pórticos de patio**

**FUENTE:** Acueducto 1 – Ramal San Antonio  
**AUTOR:** Miriam Quilumba

**f.-** Mediante pernos se arman los diafragmas horizontales y laterales internos a las dovelas para rigidizar la estructura y continuar con los siguientes elementos.

**g.-** Cuando ya están listas las primeras dovelas con la ayuda de la excavadora se procede a colocar el siguiente par de vigas PHM-TR-3 y PHM-TR-4 y se continúa de acuerdo a lo antes mencionado con la ayuda del pórtico de patio.



**Ilustración 13.- Unión de vigas 3 y 4**  
**FUENTE:** Acueducto 1 – Ramal San Antonio  
**AUTOR:** Miriam Quilumba

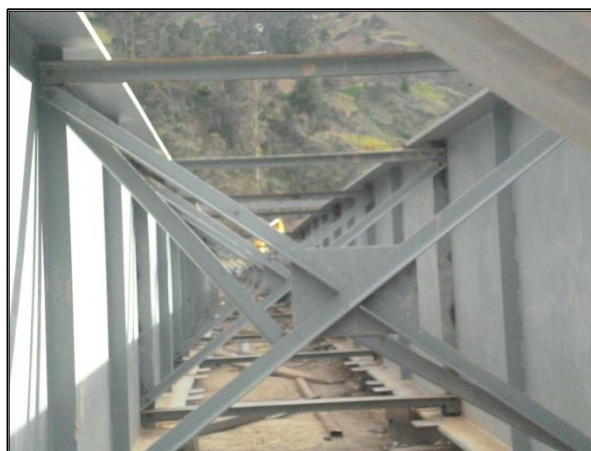
**h.-** Entre la unión de las vigas se deja un espacio de 2mm a 3mm para que la soldadura penetre por completo y la unión sea el adecuado.

**i.-** En campo se prepara elementos de metal llamados cuñas u orejas que se sueldan en forma alternada entre las dos almas para ir halando poco a poco y dejar el espacio adecuado.

**j.-** Para el armado de las vigas, los diafragmas y los rigidizadores se empleara electrodo 70-18 ya que el tipo de material del puente es A-588 y de acuerdo a las especificaciones dadas en los planos estructurales y en los códigos este el mínimo tipo de electrodo que se debe emplear.

**k.-** Este proceso se repite 5 veces hasta colocar las vigas PHM-TR-5 y PHM-TR-6, PHM-TR-7 y PHM-TR-8, el último par de vigas son PHM-TR-9 y PHM-TR-10.

**l.-** Al final cuando ya está el acueducto armado se coloca las placas centrales en los diafragmas verticales.



**Ilustración 14.-** Vista central – placas y diafragmas

**FUENTE:** Acueducto 1 – Ramal San Antonio

**AUTOR:** Miriam Quilumba

**m.-** Antes de proceder con el remate de los elementos se comprueba una vez más la contra flecha ya que cada vez que se va armando los pares de dovelas se libera la misma. Este chequeo es por seguridad ya que el terreno es inestable a pesar de la compactación del suelo con el peso del acueducto se mueven los polines.

**n.-** Con dos soldadores calificados API y sus respectivos esmeriladores se procede al remate de los elementos.

**o.-** Para soldar las dovelas se empleara alambre tubular 81-T1, la resistencia del material es mayor al solicitado en planos (electrodo 80-16 C2) ver mayor detalle en el numeral 2.3.10 literal a y e.

**p.-** Como es una zona lluviosa para proceder con el remate de las uniones se construye carpas para protección del área y la producción no pare. Los electrodos tienen que estar completamente secos y a una determinada temperatura, para mantenerlos así se utiliza termos y sopletes para precalentar el material base.



**Ilustración 15.- Preparación de vigas para remate (uso de carpas de protección)**

**FUENTE: Acueducto 1 – Ramal San Antonio**

**AUTOR: Miriam Quilumba**



**q.-** Una vez que el puente este completamente rematado, se realizara inspección de soldadura desarrollado en el numeral 2.2.10 literal b hasta el e.

**r.-** El chequeo de soldadura se realizara 24 horas después de haber terminado los remates.

**s.-** Los ensayos no destructivos solicitados por las especificaciones técnicas del dueño del proyecto fue el ultrasonido con haz angular. Detallado en el numeral 2.3.4



**Ilustración 16.- Realización de ultrasonido de Juntas Soldadas**

**FUENTE: Acueducto 1 – Ramal San Antonio**

**AUTOR: Miriam Quilumba**

**t.-** Con la liberación de la soldadura se procede a pintar, descripción que se realiza en el numeral 2.3.10 literal m.

**u.-** El procedimiento de armado del tramo 2 será exactamente igual a los detallados en los literales anteriores de la **a** hasta la **t**.

### 3.7.2 Procedimiento de montaje del acueducto 1 ramal San Antonio

a.- Como se describe en el numeral 2.2.10 literal n. se procede con la unión de los dos tramos.

b.- Se tiene un espacio compactado de 100m por lo que el tramo 1 se le pasara 5m sobre el estribo A para que sobre espacio en la parte posterior del acueducto y la excavadora pueda maniobrar. El acueducto 1 ahora será un solo cuerpo de 100m solo por efectos de montaje.

c.- Cada tramo de 50 m fue armado a 100m de distancia del estribo A y para lograr ubicarlos en forma alineada sobre el espacio que se determinó para la unión de los dos tramos se hará rodar sobre rodillos.

d.- El tramo 1 por falta de espacio fue armado con una dirección distinta de la trayectoria de los estribos para direccionar se forma una bancada de polines en el centro del tramo 1 para que el puente quede en equilibrio y con la ayuda de la excavadora se ala de la parte posterior dándole el ángulo e giro requerido.



**Ilustración 17.- Bancada de Polines**  
**FUENTE: Acueducto 1 – Ramal San Antonio**  
**AUTOR: Miriam Quilumba**

**e.-** En la parte posterior se sueldan elementos de metal que en campo se llaman orejas, las mismas que por medio de un cable son sujetas a la excavadora y pueda maniobrar direccionando el puente.



**Ilustración 18.- Detalle de direccionamiento con la ayuda de la excavadora**

**FUENTE: Acueducto 1 – Ramal San Antonio**

**AUTOR: Miriam Quilumba**

**f.-** Una vez que se direcciona el puente se coloca 6 rodillos tres en cada viga, al inicio, al final y en el centro para que cuando el puente recorra no se caiga y siempre tenga pista. Los otros dos rodillos serán colocados a una distancia prudente de los primeros para que reciban al acueducto cuando los rodillos de la parte posterior salgan.

**g.-** Se cuenta siempre con un juego de rodillos extra para cuando el puente vaya desplazándose salgan y sean reubicados en la parte frontal.

**h.-** Este procedimiento se puede emplear desde cualquier distancia siempre y cuando haya un camino que seguir.

**i.-** Se procede a empujar con la excavadora, de esta manera se logra llevar los 100m hasta posicionarlo sobre el estribo A, se chequea la trayectoria cada 5m de recorrido para evitar que se descarrile de los rodillos.

**j.-** Si se descarrilara más de dos cm es necesario corregir la dirección, con la ayuda de un gato hidráulico de 50tn. Elevamos el puente y liberamos el rodillo para direccionar nuevamente y continuar. Este proceso se realizara las veces que sean necesarias.

**k.-** Se suelada una placa ancha en la parte posterior del tramo 1 como base para que el cucharón de la excavadora ejerza presión y el acueducto pueda desplazarse sin que la estructura se vea directamente afectada.



**Ilustración 19.- Detalle de empuje y direccionamiento**

**FUENTE:** Acueducto 1 – Ramal San Antonio

**AUTOR:** Miriam Quilumba

**l.-** Una vez que se tienen los dos tramos uno seguido del otro, se unirán formando un solo cuerpo de 100m. Con esto logramos un contrapeso para el lanzamiento de los primeros 30

metros. Con la ayuda del pórtico de patio y la excavadora se unen los dos tramos para proceder con la soldadura.

**m.-** Este tramo ahora viene a ser el centro de gravedad por lo que se sueldan placas de refuerzo en la cara superior del patín inferior y en la cara superior del patín superior para transmisión de los esfuerzos puesto que ahora el final e inicio de cada tramo trabajara como centro del nuevo cuerpo. Ver detalles en numeral 2.2.10 literal **n**

**n.-** A la placa de refuerzo que se coloca en la parte inferior se tiene que realizar un bisel para evitar que choque con el rodillo cuando el acueducto siga avanzando en el momento del lanzamiento. Dicho bisel será en un ángulo de 20 grados y esto se logra desde una distancia de 60cm antes del final de la placa.



**Ilustración 20.- Vista inferior patín inferior - rodillos**

**FUENTE: Acueducto 1 – Ramal San Antonio**

**AUTOR: Miriam Quilumba**

Cuando ya todo está verificado y revisado equipos, maquinarias y personal se inicia con el lanzamiento.

**o.-** Momentos antes del lanzamiento se dan tres charlas: primeros auxilios, lenguaje de señas y utilización de radio y los más importantes lugares y tareas encomendadas en el lanzamiento. Estas charlas son indispensables para que todo el personal obrero y técnicos sepan que se va a realizar en el transcurso del lanzamiento y no haya tareas cruzadas.

**p.-** Se inicia el proceso de lanzado con los primeros 30m, para lo cual se soldaran unas orejas de metal en la parte interna de las dos vigas para amarrar un cable (como muestra la fotografía) a unos 30m desde la parte frontal para la sujeción del tilford, el mismo que trabajara como retención y estará ubicado en el estribo central, esto es como requisito de seguridad industrial ya que el puente no se caerá debido al peso ya que su punto de equilibrio está situado a los 50m.



**Ilustración 21.- Soldado de orejas para sujeción**

**FUENTE: Acueducto 1 – Ramal San Antonio**

**AUTOR: Miriam Quilumba**

**q.-** Una vez que este embancado sobre rodillos, se procederá a empujar el puente con la ayuda de una excavadora. La misma placa que se colocó para llevar cada tramo de 50m ahora servirá como protección donde la excavadora hará presión para empujar el puente y no

se dañe los ángulos de arriostre. Cada tramo que se empuje se irá chequeando la alineación del puente como se mencionó al direccionar el tramo de 50m, esto es en el caso que tome una dirección errada, si esto sucede se empleara gatos hidráulicos y polines para embancar y acomodar los rodillos hasta dar la dirección adecuada y seguir con el montaje, el operador de la excavadora juega un papel muy importante ya que de él depende la presión de rodaje para el avance del acueducto.



**Ilustración 22.- Empleo de rodillos**

**FUENTE: Acueducto 1 – Ramal San Antonio  
AUTOR: Miriam Quilumba**

r.- Con la ayuda de un topógrafo se colocan varillas guía para que el acueducto no se descarrile y se pueda controlar con la dirección que pasa sobre el estribo A.



**Ilustración 23.- Empleo de varillas (maestras) para alineación del acueducto**

**FUENTE: Acueducto 1 – Ramal San Antonio**

**AUTOR: Miriam Quilumba**

s.- El acueducto sobre los rodillos está a 1m del suelo, esto es para que cuando llegue a los 30m de lanzado se pueda bajar la parte posterior a la altura del rodillo (40cm) para tener un ángulo de lanzado por el peso durante el recorrido va perdiendo horizontalidad y va bajando. Esto también es otro punto de control cada vez que el acueducto llegue a los estribos. Con este método en 50m de recorrido del puente de acuerdo al peso del mismo baja 70cm. Y al finalizar el montaje llega a 40cm sobre la base del estribo B.

t.- Tiempo de lanzado 5 horas



**Ilustración 24.- Montaje de los primeros 30 metros**

**FUENTE: Acueducto 1 – Ramal San Antonio**

**AUTOR: Miriam Quilumba**



u.- Previo a esto se armó las dos columnas de obra falsa cada una de 18m cerca de la base de hormigón.

v.- Inmediatamente después del lanzado de los primeros 30m., se procede a elevar la obra falsa que pesa 2.2tn cada columna descripción indicada en literal 2.2.10 numeral “j”. Se tiene estipulado elevar de columna en columna por lo que se ancla un tilford de 5 ton., a la parte frontal de la viga derecha para levantar la obra falsa de ese tramo, se cambia de posición el tilford a la viga izquierda para subir la columna de ese lado.



**Ilustración 25.- Elevación de obra Falsa**

**FUENTE: Acueducto 1 – Ramal San Antonio**

**AUTOR: Miriam Quilumba**

w.- Cuando ya están elevadas se alinearan en forma vertical para soldar las riostras de IPN en la parte superior e inferior y formar un solo cuerpo sobre la base de hormigón.

Luego se sueldan las bases con las varillas ancladas o embebidas en el dado de hormigón, se procede a tensarla con cables de acero para poder estabilizarla.

El trabajo que el cable ejercerá en la obra falsa será como la de una pluma para tensarla, cuya fuerza está calculada que soporte 20tn. El cable a emplearse es de 20mm con sus respectivos grilletes.



**Ilustración 26.- Armado de obra Falsa entre estribo A y central**

**FUENTE: Acueducto 1 – Ramal San Antonio**

**AUTOR: Miriam Quilumba**

**x.-** La obra falsa consta de tubería en 2” y 3” de alta resistencia cedula 40 detallada en el numeral 2.2.10 literal “j”.

**y.-** Sobre la obra falsa se coloca los rodillos y se comprueba que el puente este en la dirección correcta para continuar con el segundo tiempo de lanzamiento.

**z.-** Con la ayuda de la excavadora y siguiendo la misma logística del primer lanzamiento se procede a que el acueducto llegue hasta el estribo central. Tiempo aproximado del segundo lanzamiento 5 horas.



**Ilustración 27.- Segundo tiempo de lanzamiento llega hasta estribo central**

**FUENTE:** Acueducto 1 – Ramal San Antonio

**AUTOR:** Miriam Quilumba

**A.-** Con la ayuda del acueducto se eleva una escalera marinera para tener acceso al estribo central siguiendo el mismo procedimiento de la obra falsa A. Con este acceso se logra subir módulos de obra falsa sobre el estribo central para armar la obra falsa B



**Ilustración 28.- Elevación de escalera marinera para obtener acceso al estribo central**

**FUENTE:** Acueducto 1 – Ramal San Antonio

**AUTOR:** Miriam Quilumba

**B.-** En la pila central se arma la obra falsa B de 1,3 de altura, para que se rigidice se tensa cables a los costados. Se suelda tubos (guía) para que el puente no se descarrile y continuar con el tiempo tres de lanzamiento hasta llegar a los 75m. Tiempo de armado de la obra falsa, colocación de rodillos y alineación del acueducto 1 día.



**Ilustración 29.- Tercer tiempo de lanzado**

**FUENTE: Acueducto 1 – Ramal San Antonio**

**AUTOR: Miriam Quilumba**

C.- El proceso de izaje de la obra falsa C es el mismo descrito en el literal “u hasta la x” que describe la elevación de la obra falsa A. y continuar con el lanzamiento del cuarto tiempo hasta llegar al estribo B. Tiempo de armado de la obra falsa, colocación de rodillos y alineación del acueducto 2 días. La obra falsa estará en los tramos intermedios de cada vano de 50m, para ayudar a que la estructura no se pandee por peso propio y pueda cruzar sin ningún problema.



**Ilustración 30.- Elevación de obra falsa C**

**FUENTE: Acueducto 1 – Ramal San Antonio**

**AUTOR: Miriam Quilumba**

**D.-** Se procede con el cuarto tiempo o lanzamiento final hasta llegar al estribo B y se quede asentado sobre polines para el respectivo descenso hasta las cotas requeridas por el proyecto.  
Tiempo de lanzamiento 3 horas.



**Ilustración 31.- Lanzamiento del tramo final o cuarto tiempo hasta el estribo B**

**FUENTE:** Acueducto 1 – Ramal San Antonio

**AUTOR:** Miriam Quilumba



**Ilustración 32.- Llegada del acueducto al estribo B**

**FUENTE:** Acueducto 1 – Ramal San Antonio

**AUTOR:** Miriam Quilumba

**E.-** Todo el lanzamiento será ejecutado con la ayuda de una excavadora la misma que empujara al puente para ir cumpliendo con los tramos antes descritos.

**F.-** La retención en la parte frontal con el tirfor hará juego con el movimiento de la excavadora (empuja – suelta).

**G.-** Cuando llega el acueducto al estribo B se chequea la caída vertical que sufrió por causa del peso de la estructura, en este caso llega a una altura de 40cm sobre la cota de posicionamiento del estribo B.

### **3.7.3. Procedimiento de ubicación en las cotas requeridas del acueducto 1 ramal San Antonio**

**a.-** Una vez que las vigas lleguen sobre las cabezas de los estribos A y B se colocara una bancada de polines debajo de cada viga y se colocan nuevamente los rodillos para que el acueducto se posicione en el lugar que se debe quedar.

**b.-** El filo del acueducto debe quedar a 20cm de la cara del estribo A y de igual manera en el estribo B.



**Ilustración 33.- Empolinada sobre la base del estribo A**

**FUENTE:** Acueducto 1 – Ramal San Antonio

**AUTOR:** Miriam Quilumba

**c.-** Para el proceso de bajar el acueducto se utilizan 4 gatos hidráulicos de 50tn cada uno que van colocados uno bajo cada viga sobre los estribos.

**d.-** Lo primero que se retira son los rodillos y se deja directamente sentado sobre polines. Se procede a bajar alternadamente es decir primero se baja 40cm de la viga derecha del estribo A, luego se baja los mismos 40cm de la viga izquierda del estribo central. La altura que el acueducto debe bajar en el estribo A es de 2.00 metros y en el estribo central es de 1.50m. El motivo por el que se baja poco a poco en forma alternada es para evitar que el puente se asiente de forma brusca o en su defecto se vuelque. Este proceso duro 2 días hasta dejar en la cota requerida.

**e.-** Se procede a cortar la unión que se realizó por cuestión de montaje entre los dos acueductos y a desplazar el segundo tramo de 50m hacia el estribo B, pues en el centro también entre acueducto y acueducto debe quedar 20cm de distancia por la dilatación del acero cuando ya trabaje.

**f.-** Cuando ya esté posicionado se alza con gatas para colocar los neoprenos sobre los cuales descansaran las vigas.

**g.-** todo el trabajo que se haga de referencias de cotas y ejes serán revisados por topografía de la contratista y comprobados con la topografía del contratante.



**Ilustración 34.- Acueducto 1 posicionado sobre los estribos**

**FUENTE:** Acueducto 1 – Ramal San Antonio

**AUTOR:** Miriam Quilumba

### **3.8 TRABAJO DE OFICINA**

Para el procesamiento de la información obtenida se realizará:

#### **3.8.1 Plan de procesamiento de la información**

- Revisión crítica de la información recogida; es decir, limpieza de información defectuosa: contradictoria, incompleta, no pertinente, etc.
- Repetición de la información, en ciertos casos individuales, para corregir fallas de contestación.
- Tabulación o cuadros.
- Estudio estadístico de datos para la presentación de resultados.
- Recopilación y clasificación de fotos para la presentación
- Creación de cronogramas y día a día ver cumplimientos.
- Diseños de los elementos secundarios para la ejecución del montaje.



- Solicitar permisos y que todo este legal con las entidades contratantes y contratistas.
- Realizar nuevamente los planillajes de acero para que no haya errores en el momento que se compre el material y los consumibles.
- Revisar los planos existentes y de haber problemas buscar las soluciones.
- La elaboración de planos secundarios que se necesitan para esclarecer el método de montaje.
- Cotizaciones de los elementos a comprar y fabricar, tales como rodillos, obras falsas, equipos y maquinarias necesarios para el montaje.
- Elaboración de formatos de liberación para recopilar datos en el campo.
- Comparaciones de los resultados con otros montajes similares para ver en que se mejora.
- Cuadros comparativos de costos y análisis de resultados.

## CAPITULO IV

### 4.1 ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

De los resultados del trabajo de campo realizado y con el fin de resolver el problema planteado y alcanzar los objetivos de la investigación se utilizará análisis estadísticos para su explicación e interpretación, los que aportarán para dar soluciones efectivas.

Para el análisis de resultados se deberá:

Analizar los resultados que están relacionados con los objetivos o la idea a defender.

Interpretación de los resultados, con el apoyo del marco teórico.

La encuesta de trabajo del sector tiene varias preguntas, que permitirán obtener conclusiones para el desarrollo de ésta propuesta.

### 4.2 INTERPRETACIÓN DE DATOS DE LA ENCUESTA

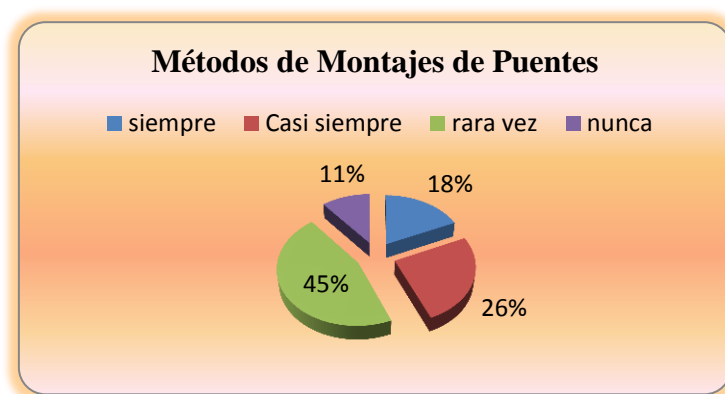
1.- **¿Qué método se debe realizar en el montaje de puentes en suelos de baja capacidad portante?**

Opciones	Frecuencias	Porcentaje
Manual con excavadora y winche eléctrico o manual	33	60%
Con Winche de tractor	14	25%

Teleférico	7	13%
Grúa	1	2%
TOTAL	55	100%

**Tabla 16.- Métodos de montajes de puentes (Encuesta P1)**

Fuente: Encuesta realizada a técnicos y obreros especialistas  
Elaborado por: Miriam Quilumba



**Gráfico 18.- Métodos de montaje (Encuesta P1)**

Fuente: Encuesta realizada a técnicos y obreros especialistas  
Autor: Miriam Quilumba

### **Análisis e interpretación de los datos obtenidos en la encuesta**

Según los resultados obtenidos de la encuesta el 60% de los especialistas técnicos y obreros consideran que se debe utilizar un método manual con excavadora, con una winche manual o en su defecto con las dos, para este tipo de trabajos son los equipos y maquinarias más idóneos ya que permite ir realizando paso a paso el montaje e ir corrigiendo errores de ser necesario. Otro de los puntos que los técnicos recalcan es la ubicación de este tipo de proyectos, por lo general se ubican en zonas montañosas de difícil acceso donde hay muchas restricciones por la protección ambiental y no se pueden realizar accesos adecuados.

El 25% de las personas encuestadas cree que un montaje con winche de tractor pero en ocasiones no se cuenta con un camino para que el winche de tractor ingrese y al igual que una grúa su costo de alquiler es elevado.

El 13% responde con teleférico, pero de acuerdo a las personas entrevistadas se puede dar cuenta que tienen conocimientos técnicos y los trabajos de campo deben ser tratados de la misma manera por lo que el personal es más costoso, la estructura adicional que se debe construir para que soporte el peso del acueducto tiene un costo similar al costo del acueducto por lo que este es el método más costoso.

El 2% opina que es necesaria una grúa, este tipo opinan es porque la tecnología ha avanzado tanto y los métodos manuales según comentan ya están en el pasado. Por otro lado el tiempo de montaje se reduce a horas lo que no sucede con los demás métodos.

Según los resultados obtenidos de la aplicación de la encuesta la mayoría han respondido que el método manual es el que se debe utilizar para el montaje de puentes en suelos de baja capacidad portante y fue probado con el trabajo de campo realizado para defender el trabajo de titulación.

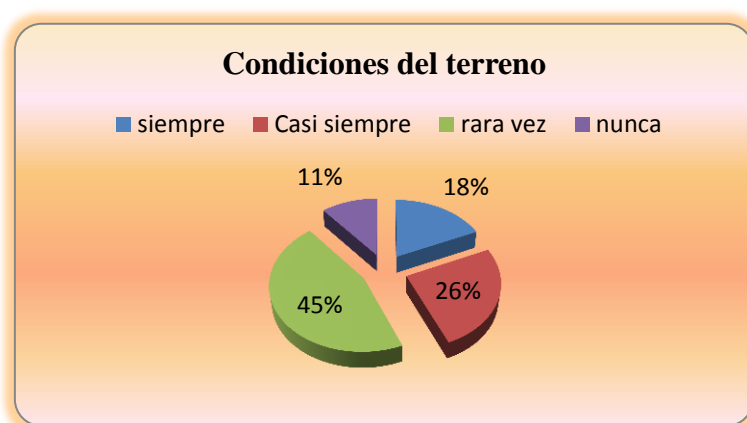
## 2.- ¿Dependiendo de las condiciones del terreno se detiene o retrasa el montaje?

Opciones	Frecuencias	Porcentaje
Siempre	10	18%
Casi siempre	14	26%

Rara vez	25	45%
Nunca	6	11%
TOTAL	55	100%

**Tabla 17.- Condiciones del terreno (Encuesta P2)**

**Fuente: Encuesta realizada a técnicos y obreros especialistas  
Elaborado por: Miriam Quilumba**



**Gráfico 19.- Condiciones del terreno (Encuesta P2)**

**Fuente: Encuesta realizada a técnicos y obreros especialistas  
Autor: Miriam Quilumba**

### **Análisis e interpretación**

El personal especialista encuestado opina sobre las condiciones del terreno consideran que:

El 45% menciona que rara vez las condiciones del terreno detiene o retrasa el montaje ya que siempre hay métodos a emplear.

El 26% casi siempre, a pesar de que se puede buscar métodos alternativos siempre se pierde tiempo y eso representa economía.

18 % responde siempre ya que los estudios de factibilidad que se realizan antes de que una empresa ingrese no siempre son correctos pues en el camino van saliendo imprevistos que representan tiempo y esto se transforma en costo.

El 11% piensan que nunca influye ya que las alternativas son múltiples en un mundo con la tecnología que se tiene. Una de las respuestas más memorables que escuche fue “siempre hay como”, las excusas son de gente negligente.

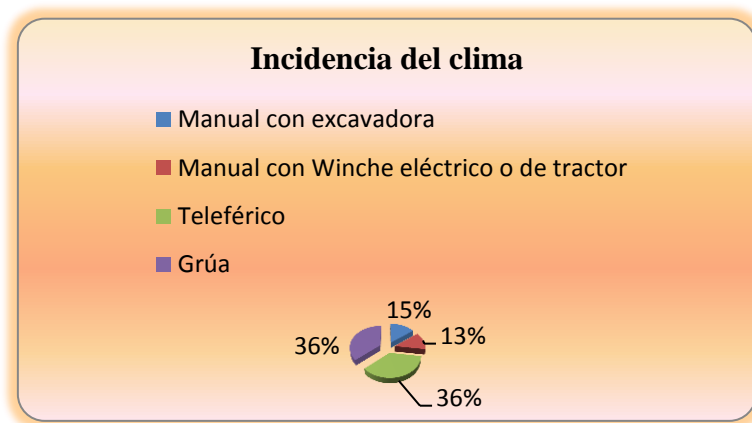
En conclusión las opiniones vertidas por parte de la mayoría de los técnicos y obreros consideran que las condiciones del terreno rara vez detienen o retrasan los montajes de puentes, lo que significa que tranquilamente se puede trabajar en suelos de baja capacidad portante solo hay que analizar que el método de trabajo sea el adecuado.

### 3.- ¿El Clima del lugar trae incidencias en el proceso de montaje?

Opciones	Frecuencias	Porcentaje
Siempre	34	62%
Casi siempre	14	25%
Rara vez	5	9%
Nunca	2	4%
TOTAL	55	100%

**Tabla 18.- Incidencia del clima (Encuesta P3)**

Fuente: Encuesta realizada a técnicos, obreros especialistas y principales autoridades del lugar  
Elaborado por: Miriam Quilumba



**Gráfico 20.- Incidencia del clima (Encuesta P3)**

Fuente: Encuesta realizada a técnicos y obreros especialistas  
 Autor: Miriam Quilumba

### **Análisis e interpretación de los datos obtenidos en la encuesta**

El clima es un factor muy importante para el armado y montaje ya que todo se realiza a campo abierto, de acuerdo a las encuestas se tiene que el 34% de los especialistas técnicos y principales autoridades del lugar consideran que siempre el mal clima influye en el trabajo pues en un puente de estructuras metálicas el clima húmedo y frío ocasiona problemas en la soldadura por lo que de acuerdo a la normativa no se trabaja en estas condiciones, esto retrasa el tiempo que se predestino al inicio del trabajo.

El 25% dijo que casi siempre, pues hay un pequeño margen de economía que siempre ayuda a arreglar este problema.

El 9% dijo que rara vez influye el clima pues se pueden fabricar carpas como protección de los trabajos y dos materiales que se emplean en este tipo de trabajos.

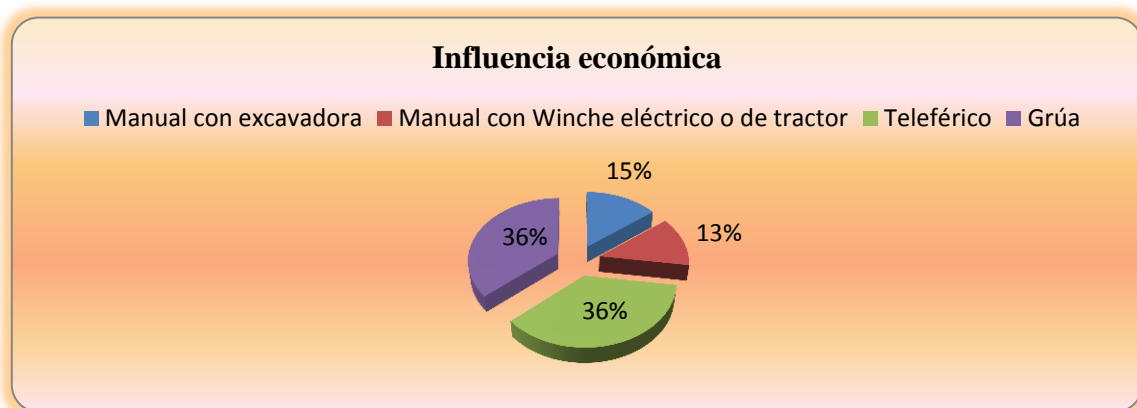
Y solo el 4% dijo que no ya que el tiempo que se propone en el presupuesto no puede variar y hay que ingeniarse el método que mejor se ajuste para el trabajo en estas condiciones.

**4.- ¿En cuestiones económicas que influencia tiene en el montaje de acueductos?**

Opciones	Más costoso	Porcentaje
Manual con excavadora	8	15%
Manual con Winche eléctrico o de tractor	7	13%
Teleférico	20	36%
Grúa	20	36%
TOTAL	55	100%

**Tabla 19.- Influencia económica (Encuesta P4)**

Fuente: Encuesta realizada a Técnicos y por análisis de costos reales incurridos en el montaje  
Elaborado por: Miriam Quilumba



**Gráfico 21.- Influencia económica (Encuesta P4)**  
Fuente: Encuesta realizada a técnicos y obreros especialistas  
Autor: Miriam Quilumba



## **Análisis e interpretación de los datos obtenidos en la encuesta**

El factor económico es el más incidente ya que el presupuesto que se maneja para este tipo de montajes de acuerdo al financiamiento gubernamental es bajo, pero se debe realizar el trabajo. El 15% está de acuerdo que el montaje manual con excavadora es uno de los más económicos, en este tipo de proyectos tan alejados esta máquina es la más común por lo que aun cuando no es un método muy conocido los técnicos y experimentados indicaron que la diferencia de tiempo en el montaje es compensado con la de costos, este resultado se da ya que la mano de obra encarece pero el alquiler diario de una excavadora es menor que la de una grúa.

El montaje con winche de tractor es el más económico con un 13%, según los técnicos y especialistas se basan en que alar con una winche es más factible que ser empujado con una excavadora, pero en el campo se pudo constatar que el difícil acceso para que la winche ingrese es una gran dificultad, por lo que en las conclusiones de este trabajo se describirán los resultados.

Mientras que en resultados iguales con el 36% están el montaje con teleférico y con Grúa. El costo elevado del montaje con teleférico es por causa de la estructura que soporta el peso del puente para realizar el trabajo, básicamente es realizar una nueva estructura para montar otra. A esto se suma el hincado de pilotes antes y después del acueducto empleando maquinaria especial debido a que son elementos altos y pesados a esto se suma el sistema especial de poleas y cables, también, la mano de obra que se emplea en este tipo de montajes es calificada y con experiencia para saber cuál es el comportamiento de la estructura. Por

otro lado antes del lanzamiento se exige una prueba de carga el mismo que se demora, ocasionando costos adicionales.

Al sumar todo esto el costo se duplica del trabajo inicial.



**Ilustración 35.- Montaje con teleférico**

**FUENTE: Acueducto 1 – Ramal San Antonio**

**AUTOR: Miriam Quilumba**

El montaje con grúa es costoso debido a que el costo de la misma empieza desde que sale de su ciudad de origen y como son maquinaria especial para este tipo de montaje solo existen en las grandes ciudades como Quito y Guayaquil.

Para este tipo de montaje es necesario contar con dos grúas de mínimo 80 tn cada una y un brazo de 80m de altura, para elevar el acueducto de cada extremo.

Para mayor claridad se muestra la tabla número 5 con costos reales de los diferentes montajes que se mencionan en el cuadro y la encuesta.

DETALLE DE COSTOS REALES POR ARMADO Y MONTAJE EN CADA CASO									
Descripcion	Costo/kg						costo/kg.	peso/m	costo total
	material	mano o.	consumibles	armado	montaje	pintura			
Manual con excavadora	1,0	0,9	0,2	0,5	0,3	0,12	3,02	104350,9	315139,84
Manual con Winche de tractor	1,0	0,8	0,2	0,5	0,5	0,12	3,12	104350,9	325574,93
Teleférico	1,0	0,8	0,2	0,5	1	0,12	3,62	104350,9	377750,40
Grúa	1,0	0,6	0,2	0,5	1	0,12	3,42	104350,9	356880,21

**Tabla 20.- Costos de armado y montaje**

**Fuente: Datos reales de montaje**

**AUTOR: Miriam Quilumba**

Estos ya son datos reales comprobados con cotizaciones y montajes reales

El proyecto consta de cinco acueductos:

Acueducto 1 ramal San Antonio, montaje manual con excavadora y obra falsa, en diferencias de costos se tiene que:

**a.-** La diferencia con un montaje de grúa es de 41740,37 dólares más económico.

**b.-** Con relación al montaje manual con winche de tractor es de 10435,09 dólares, con este montaje no es mucha la diferencia, pero la misma se da por que el winche de tractor al igual que la grúa es cobrada desde que sale de su ciudad de origen hasta que vuelve.

**c.-** El montaje con teleférico es 62610,56 dólares más caro pues como se menciona antes consiste en realizar una segunda estructura que soporte el peso del acueducto. Estos datos son comprobados ya en campo y con cotizaciones reales.

Para estar más seguros de la propuesta que se menciona, se realizaron los siguientes trabajos de montaje:

Acueducto 2, montaje con teleférico

Acueducto 3, montaje manual con excavadora y obra falsa.

Acueducto 4, montaje manual con excavadora.

Acueducto 5, montaje manual con winche de tractor.

### **4.3 VERIFICACIÓN DE LA HIPÓTESIS O LA IDEA A DEFENDER**

Después del estudio realizado y durante la socialización con los técnicos y obreros especialistas en armado y montajes de puentes se pudo determinar que existen varios métodos que regularmente se utilizan para este tipo de trabajos en zonas montañosas y tomando en consideración las condiciones del terreno para no tener inconvenientes, por tanto es necesario utilizar el método manual y por restricciones geográficas se realizó con el empleo de una excavadora.

La mayor parte de las personas encuestadas tienen conocimiento del trabajo a realizar y saben de los riesgos que ocasionará utilizar el método manual lo cual proporcionará un mejor desarrollo del trabajo tomando en cuenta todas las precauciones necesarias.

Una de las razones justificables para realizar el montaje de forma manual con excavadora, se basa en las condiciones del terreno y su capacidad portante, la falta de vías de acceso y el costo elevado que representa las adecuaciones para los montajes tradicionales con grúa.

Por todo lo manifestado en párrafos anteriores se puede emitir la siguiente conclusión: que el ensamble y montaje de puentes en suelos de baja capacidad portante por el método manual es el más conveniente aun cuando se demore. La realización de un montaje manual es más detallista por lo mismo se logra mejorar los trabajos realizados en este tipo de terrenos.

## CAPITULO V

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 5.1 CONCLUSIONES

- Al realizar la evaluación de los diferentes métodos para el montaje de puentes para acueductos se determina que no todos los métodos son los más eficientes y no todos pueden garantizar el buen funcionamiento de los trabajos, el método más idóneo fue el manual, al mismo que se realizó múltiples variantes para mejorar el desarrollo de la labor.
- Con el fin de satisfacer el proyecto se ha realizado una metodología total tomando en consideración las deficiencias y riesgos que se producirán para el mejoramiento del mismo.
- Para un suelo de baja capacidad portante con restricciones de ubicación y economía se establecen que el mejor sistema de montaje debe ser realizado de forma manual en este caso se empleó una excavadora y personal especialista garantizando la estabilidad y la continuidad del trabajo a realizar.
- En estudios preliminares el suelo donde se iba a realizar el montaje del acueducto 1 era menor a  $8t/m^2$ , por lo que se realizó un mejoramiento a base de nuevo material y compactación para adquirir una nueva capacidad portante. Ese fue el primer trabajo que se hizo para realizar maniobras de montaje.
- Contar con personal calificado y especialista en montajes ayudará al buen desarrollo y disminuirá el tiempo del sistema a utilizar.
- De acuerdo al diseño, longitud y peso de los puentes se considera utilizar tipos de apoyos alternativos como son las obras falsas y rodillos para mejorar y facilitar el desarrollo del montaje.

- De acuerdo al estudio realizado se pudo sacar como conclusión que la maquinaria pesada más utilizada en lugares de difícil acceso es una excavadora, razón por la cual se emplea en el método que se describe en la tesis.
- Como es un método manual donde se emplea una máquina de empuje para deslizar el puente sobre rodillos hay que tomar en cuenta lo siguiente:
  - a.- la fuerza que ejerce la maquina debe ser constante para ir regulando la dirección del puente, el mínimo descuido ocasiona que cambie de dirección. Para controlar este problema cada 3 metros de empuje se debe chequear que el eje del rodillo coincida con el eje del patín inferior de la viga si no es así se procede a direccionar nuevamente con la ayuda de un gato hidráulico, pero esta vez con la maestra que está al otro lado del puente, este proceso se debe realizar cuantas veces sea necesario y con todos los rodillos involucrados en el procedimiento.
  - b.- para este tipo de lanzamiento es indispensable considerar un ángulo de lanzamiento que depende directamente del peso y de la distancia del puente. En este caso se inició con un metro, pero en 100m de longitud perdió una altura de 2.00m, eso significa que hay que considerar una altura mayor al iniciar el lanzamiento.
  - c.- El acueducto para llegar al segundo estribo se deslizó a una altura de 18m sobre el nivel del suelo por lo que hay que respetar el punto de equilibrio. En este caso se dejó un margen de seguridad de 20m y se consideró 30m en el primer lanzamiento. Punto de equilibrio del acueducto a los 50m.

## 5.2 RECOMENDACIONES

- Hay que realizar un estudio previo para cada caso de montaje en el sitio: que capacidad portante del suelo tiene el lugar, los principales accesos para llegar con maquinaria y materiales, el clima que goza el lugar, las maquinarias pesadas que se disponen, la mano de obra y lo más importante del presupuesto que se maneja para el montaje.
- Es recomendable llevar un adecuado registro sobre la capacitación al personal encargado de realizar este tipo de trabajos.
- De igual manera con los registros de los mantenimientos de los equipos y maquinaria que se utiliza para evitar retrasos en el montaje.
- La construcción de apoyos intermedios (torres falsas) proporciona un mejor desarrollo en el montaje, divide la longitud y brinda soporte a los acueductos en el desplazamiento. En este caso la estructura planteada se describe en el numeral 2.2.10 literal “j”, cada torre fue calculada para un peso máximo de 13 tn y las dos torres unidas soportaran 26tn. Para una altura máxima de 25m y considerando una distancia máxima de 50m entre estribo y estribo en obra civil.
- Los rodillos, explicados en el numeral 2.2.10 literal “i” son de una capacidad máxima de 20tn. Si se pretende realizar otro tipo de montaje se debe realizar un estudio de capacidad de carga.
- Con la finalidad de evitar daños en los puentes se recomienda la utilización de retenciones las cuales brindarán un mejor soporte mientras se realiza el montaje. Las retenciones son indispensables como preventivas por la posibilidad de que pase alguna situación imprevista, es decir por seguridad.
- Es necesario realizar un procedimiento de seguridad y organización del personal para evitar los riesgos que se presenten en estos trabajos, es decir que todo el equipo de trabajo maneje



una sola versión. También en el lenguaje de señalética, visual y corporal empleado por todos los integrantes.

- Las improvisaciones pueden ser bondadosas y destructivas dependiendo de la situación por lo que en el tiempo del montaje no se las admiten.
- Antes de proceder con el montaje se debe revisar equipos y maquinarias empleados para evitar que se paralice por falta de repuestos o de mal funcionamiento. Hay que recordar que estos montajes están en lugares alejados a las principales ciudades y las adquisiciones de los elementos faltantes toma mínimo un día, ocasionando demoras que luego se ve reflejado en el aumento de costo.
- De la misma manera antes del montaje hay que observar si cada uno de los integrantes del equipo involucrado en el trabajo esté en óptimas condiciones físicas y emotivas para que las actividades encomendadas sean ejecutadas de una manera correcta.
- Una vez que se inicia el montaje de la estructura es necesario concluirla debido las condiciones climáticas del lugar.

### 5.3 BIBLIOGRAFÍA

\* Calavera, J. (2005) antema Ediciones

Recuperado en: [www.intermac.es/](http://www.intermac.es/)

Fecha de consulta: 30-11-2014

- Ultrasonic Non Destructive Testing - Advanced Concepts and Applications (National Instruments). (Turoria).
- Automatic Inspection of Welded Pipes with Ultrasound. (Tutorial).
- Ultrasonic Reference Blocks. (Catálogo de productos)
- Harisonic Ultrasonic Transducer Catalog.

Fecha de consulta: 30-11-2014

- Roberto Arellano Bueno(1998), **Diseño de estructuras de acero Parte I**

Fecha de consulta: 10-01-2015

- Guillermo Muños, **Estructuras para arquitectos y constructores** primera edición.  
Capitulo XII

Fecha de consulta: 20-02-2015

- Gabriel Valencia Clemente, **Estructuras de Acero**-Introducción al diseño

Fecha de consulta: 20-02-2015

- AASHTO No.: M 222, **Designation: A 588/A 588M – 01** American Association State Highway and Transportation Officials Standard

Fecha de consulta: febrero, marzo y abril 2015

- Ernesto Seminario Manrique, Piura( 25 de Febrero de 2004), **Guía para el diseño de puentes con vigas y losas**
- Hidroasoguez, proyectos hidroeléctricos “Dudas-Alazán-San Antonio” caracterización geológica – geotécnica(aprovechamiento San Antonio)

Fecha de consulta: enero hasta mayo 2015

- **Código AWS D1.5, Bridge Welding code, soldaduras y ensayos no destructivos**
- COMPENDIO DE NORMAS PARA PRODUCTOS DE ACERO(año 2000), Tercera Edición

Fecha de consulta: enero hasta mayo 2015

**ANEXO 1: PLANOS DE REFERENCIA**  
**ACUEDUCTO 1 RAMAL SAN**  
**ANTONIO**

# **ANEXO 2: AVANCES DIARIOS DE MONTAJE**

## **ANEXO 3: FORMATOS DE LIBERACIÓN DE PINTURA**

# **ANEXO 4: CALIFICACIÓN DE PROCEDIMIENTOS DE SOLDADURA**

# **ANEXO 5: CALIFICACIÓN DE SOLDADORES**



**ANEXO 6: ENSAYOS NO  
DESTRUCTIVOS EN UNIÓN DE  
VIGAS**

## **ANEXO 7: ENCUESTAS**

# **ANEXO 8: AUTORIZACIÓN PARA USO DE INFORMACIÓN**