



**UNIVERSIDAD DEL CAUCA PAOLA ANDREA DORADO IMBACHI**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL**  
**DEPARTAMENTO DE ESTRUCTURAS**

---

**INFORME FINAL DE PASANTIA - PRÁCTICA PROFESIONAL**  
**SUPERVISIÓN TÉCNICA ESTRUCTURAL Y CONTROL DE CALIDAD EN LA**  
**CONSTRUCCIÓN DEL PUENTE VEHICULAR SOBRE EL RIO CAUCA EN EL**  
**MUNICIPIO DE POPAYÁN**



**Pasante:**

**PAOLA ANDREA DORADO IMBACHI**

**Director de Pasantía:**

**Ing. CARLOS ARIEL HURTADO ASTAIZA**

**UNIVERSIDAD DEL CAUCA**  
**FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL**  
**DEPARTAMENTO DE ESTRUCTURAS**  
**POPAYAN**

**2015**



**NOTA DE ACEPTACION**

El director y jurado de la práctica profesional “SUPERVISIÓN TÉCNICA ESTRUCTURAL Y CONTROL DE CALIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN DEL PUENTE VEHICULAR SOBRE EL RIO CAUCA EN EL MUNICIPIO DE POPAYÁN”, realizada por PAOLA ANDREA DORADO IMBACHI, una vez evaluado el informe final y la sustentación del mismo, autorizan a la egresada para que desarrolle las gestiones administrativas para optar por el título de Ingeniero Civil.

---

**CARLOS ARIEL HURTADO**

**Director de Pasantía**

---

**ROGER ORTEGA**

**Jurado**

**Popayán, Mayo de 2015**



## TABLA DE CONTENIDO

1. TITULO DE LA PASANTIA.....	1
2. INTRODUCCION .....	2
3. RESUMEN.....	3
4. ANTECEDENTES .....	4
5. JUSTIFICACION .....	5
6. OBJETIVOS .....	6
6.1 OBJETIVO GENERAL.....	6
6.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS .....	6
7. INFORMACION GENERAL .....	8
7.1 NOMBRE DEL PASANTE .....	8
7.2 ENTIDAD RECEPTORA.....	8
7.3 TUTOR POR PARTE DE LA UNIVERSIDAD DEL CAUCA.....	9
7.4 TUTOR POR PARTE DE LA EMPRESA RECEPTORA .....	9
7.5 SEDE DE TRABAJO.....	9
7.6 PASANTIA.....	9
7.6.1 Duración Pasantía.....	9
7.6.2 Recursos de Pasantía .....	9
7.7 DETALLES PUENTE VEHICULAR.....	10
7.7.1 Contrato de obra pública no.49 -2014 .....	10
7.7.2 Entidad contratante .....	10
7.7.3 Objeto del contrato.....	10
7.7.4 Características técnicas del contrato .....	10
7.7.5 Descripción del objetivo .....	11
7.7.6 Localización general del proyecto .....	13
7.8 RECURSOS UTILIZADOS .....	14
7.8.1 Recursos humanos .....	14
7.8.2 Recursos físicos .....	14
7.9 DETALLES DEL CONTRATO.....	15
7.9.1 Adjudicación del contrato .....	16
7.9.2 Detalles del proceso .....	16
7.9.3 Fecha de inicio.....	17
7.9.4 Plazo del contrato.....	17
7.9.5 Cuantía del contrato.....	17
7.10 ESTUDIOS DE DISEÑO.....	17
7.10.1 Diseño estructural .....	17
7.11 SUPERVISION TECNICA.....	17



<b>8. PROCESO DE ACTIVIDADES EJECUTADAS.....</b>	<b>18</b>
<b>8.1 CONSTRUCCION PILA CENTRAL .....</b>	<b>18</b>
<b>8.1.1</b> Diseño estructural Pila central.....	19
<b>8.1.2</b> Despiece acero Zona central y Cajón zona vástago Pila central	20
<b>8.1.3</b> Acero de refuerzo Zona Central y Cajón Zona Vástagos Pila Central.....	24
<b>8.1.4</b> Relleno con material granular de fundición en primer nivel Pila central.....	25
<b>8.1.5</b> Formaleta metálica Cajón central y Cajón de vástagos Pila central .....	26
<b>8.1.6</b> Instalación de platinas zona Cajón central Pila central.....	28
<b>8.1.7</b> Fundición de Pantallas, cajón central y cajón vástago Pila central .....	28
<b>8.1.8</b> Retiro de Formaleta Metálica Cajón central y Cajón de Vástagos Pila central.....	30
<b>8.1.9</b> Relleno con material granular de fundición en segundo nivel Pila central.....	32
<b>8.1.10</b> Acero de refuerzo Vástagos Pila central .....	32
<b>8.1.10.1</b> Despiece Acero Vástagos Pila central .....	32
<b>8.1.10.2</b> Instalación de Acero de refuerzo Vástagos Pila central	35
<b>8.1.11</b> Formaleta metálica Vástagos Pila central .....	37
<b>8.1.12</b> Instalación de Platinas y Pernos Vástagos Pila central .....	39
<b>8.1.13</b> Fundición de Vástagos Pila Central .....	40
<b>8.1.14</b> Arreglo de Tabiques Pila central.....	41
<b>8.1.15</b> Retiro de Formaleta Metálica Vástagos Pila central.....	42
<b>8.1.16</b> Control de Calidad Fundición de vástagos Pila central.....	44
<b>8.2 CONSTRUCCION DEL ESTRIBO 3 K0+165.32 .....</b>	<b>45</b>
<b>8.2.1</b> Diseño Estructural Estribo No.3 .....	46
<b>8.2.2</b> Despiece Acero Zona Central y Cajón Zona Vástagos Estribo No. 3 .....	47
<b>8.2.3</b> Fundición de Cimentación de Vástago y Cajón Estribo No. 3 .....	51
<b>8.2.4</b> Acero de refuerzo Zona Central y Cajón Zona Vástagos Primer nivel Estribo No.3 .....	52
<b>8.2.5</b> Formaleta metálica Cajón central y Cajón de vástagos primer nivel Estribo No. 3 .....	55
<b>8.2.6</b> Fundición de Cajón central y Cajón de Vástagos Primer nivel Estribo No. 3.....	56



<b>8.2.7</b>	Retiro de Formaleta Metálica Cajón central y Cajón de Vástagos Primer nivel Estribo No.3 .....	57
<b>8.2.8</b>	Acero de refuerzo Zona Central y Cajón Zona Vástagos Segundo nivel Estribo No.3 .....	58
<b>8.2.9</b>	Formaleta metálica Cajón central y Cajón de vástagos Segundo nivel Estribo No. 3 .....	60
<b>8.2.10</b>	Instalación de platinas zona Cajón central Estribo No. 3 .....	61
<b>8.2.11</b>	Fundición de Cajón central y Cajón de Vástagos Segundo nivel Estribo No. 3.....	63
<b>8.2.12</b>	Relleno con material granular Estribo No.3 .....	64
<b>8.2.13</b>	Acero de refuerzo Vástagos Estribo No.3 .....	65
<b>8.2.13.1</b>	Despiece Acero Vástagos Estribo No.3 .....	65
<b>8.1.10.2</b>	Instalación de Acero de refuerzo Vástagos Estribo No.3 .....	68
<b>8.2.14</b>	Formaleta metálica muro de contención y vástagos Estribo No.3 .....	71
<b>8.2.15</b>	Instalación de Platinas y Pernos Vástagos Estribo No.3.....	73
<b>8.2.16</b>	Fundición Muro de Contención y Vástagos Estribo No. 3 .....	73
<b>8.2.17</b>	Retiro de Formaleta Metálica Muro de Contención y Vástagos Estribo No.3 .....	75
<b>8.2.18</b>	Control de Calidad Fundiciones del Estribo No.3 .....	77
<b>8.3</b>	<b>CONSTRUCCION DEL ESTRIBO 1 K0+065.32 .....</b>	<b>79</b>
<b>8.3.1</b>	Diseño Estructural Estribo No.1 .....	79
<b>8.3.1.1</b>	Despiece Acero Horizontal Cajón Estribo No. 1 .....	80
<b>8.3.1.2</b>	Despiece Acero Contrafuerte Cajón y Pantalla Estribo No. 1 .....	81
<b>8.3.1.3</b>	Despiece Acero Muro del vástago Estribo No. 1 .....	83
<b>8.3.2</b>	Localización y Replanteo Estribo No.1 K0+065.32.....	84
<b>8.3.3</b>	Excavación Cajón izquierdo Estribo No.1 .....	84
<b>8.3.4</b>	Fundición de Solado de limpieza Cajón izquierdo Estribo No. ....	86
<b>8.3.5</b>	Acero de refuerzo Cimentación Cajón Izquierdo Estribo No.....	87
<b>8.3.6</b>	Fundición de Cimentación de Cajón izquierdo Estribo No. 1 .....	88
<b>8.3.7</b>	Acero de refuerzo Cajón y vástago Izquierdo Nivel 1786.92 Estribo No.1 .....	90
<b>8.3.8</b>	Formaleta metálica Cajón y Muro del Vástago Izquierdo Nivel 1786.92 - Estribo No.1.....	92
<b>8.3.9</b>	Fundición de Cajón y Muro del vástago izquierdo Primer Nivel - Estribo No. 1.....	93



8.3.10 Retiro de Formaleta Metálica Cajón y muro del Vástago izquierdo Primer Nivel - Estribo No. 1 .....	95
8.3.11 Acero de refuerzo Cajón y vástago Izquierdo Nivel 1792.09 - Estribo No.1.....	96
8.3.12 Formaleta metálica Cajón y Muro del Vástago Izquierdo Nivel 1792.09 - Estribo No.1 .....	98
8.3.13 Relleno con material granular Cajón izquierdo Estribo No.1 ....	100
8.3.14 Instalación de Platinas Vástago izquierdo Estribo No.1 .....	100
8.3.15 Fundición final de Cajón y vástago izquierdo Estribo No. 1.....	101
8.3.16 Retiro de Formaleta Metálica Cajón y vástago Estribo No.1 ....	103
8.3.17 Excavación Muro de Contención Estribo No.1.....	103
8.3.18 Fundición de Solado de limpieza Muro de contención Estribo No.1 .....	104
8.3.19 Despiece Acero Muro de contención Estribo No.1.....	106
8.3.20 Instalación de Acero de Refuerzo zarpa Muro de contención Estribo No.1.....	106
8.3.21 Fundición Zarpa muro de contención Estribo No. 1 .....	106
8.3.22 Despiece Contrafuertes del Muro.....	108
8.3.23 Instalación de Acero de Refuerzo Muro de contención y contrafuertes del muro Estribo No.1 .....	109
8.3.24 Formaleta metálica muro de contención y contrafuertes del muro Estribo No.1 .....	111
8.3.25 Fundición muro de contención y contrafuertes muro Estribo No. 1 .....	112
8.3.26 Retiro de Formaleta muro de contención y contrafuertes muro Estribo No.1 .....	114
8.3.27 Excavación Cajón derecho Estribo No.1 .....	115
8.3.28 Instalación de Acero de Refuerzo Cajón derecho Estribo No.1	116
8.3.29 Control de Calidad Fundiciones del Estribo No.3 .....	118
8.4 Construcción Caseta de Vigilancia colegio Gabriela mistral.....	120
8.5 Control general de calidad.....	122
8.5.1 Plan de inspección y ensayos .....	122
8.5.2 Plan de calidad y especificaciones de construcción.....	125
8.5.2.1 Procedimiento para realizar el concreto estructural.....	125
8.5.3 Rotura de cilindros .....	137
8.5.4 Control de Calidad para el Acero.....	137
8.6 Formatos.....	138
8.7 Estructura Metálica .....	138
9. OBSERVACIONES Y ASPECTOS RELEVANTES APRENDIDOS Y PUESTOS EN PRÁCTICA EN EL DESARROLLO DE LA PASANTIA.....	141
10. CONCLUSIONES.....	142
11. RECOMENDACIONES .....	143



12. CONTROL DE HORAS .....	144
13. BIBLIOGRAFIA .....	145
14. ANEXOS .....	146

### LISTA DE IMAGENES

IMAGEN 1. LOCALIZACION GENERAL .....	13
IMAGEN 2. DIBUJO EN PLANTA Y PERFIL .....	14
IMAGEN 3. EXCAVACION SECA MATERIAL GRANULAR Y FUNDACIONES EN CONCRETO PILA CENTRAL .....	18
IMAGEN 4. INSTALACION DE ACERO DE REFUERZO Y FUNDICION EN UN PRIMER NIVEL PILA CENTRAL .....	19
IMAGEN 5 – PLANTA DE CIMENTACION PILA CENTRAL .....	19
IMAGEN 6 - DESPIECE ACERO HORIZONTAL .....	20
IMAGEN 7 – ACERO DE REFUERZO VERTICAL PARA CAJON ZONA CENTRAL PILA CENTRAL .....	21
IMAGEN 8 – ACERO DE REFUERZO VERTICAL PARA CAJON ZONA VASTAGO PILA CENTRAL .....	22
IMAGEN 9 – ACERO DE REFUERZO ZONA TABIQUES PILA CENTRAL .....	23
IMAGEN 10 – INSTALACION Y AMARRE DE ACERO DE REFUERZO CAJON Y VASTAGO PILA CENTRAL .....	24
IMÁGENES 11 – RELLENO CON MATERIAL GRANULAR PILA CENTRAL .....	26
IMAGEN 12 – INSTALACION FORMAleta METALICA PANTALLAS Y CAJON PILA CENTRAL .....	27
IMAGEN 13 – ATRAQUE DE FORMAleta CON GATOS HIDRAULICOS Y TACOS DE GUADUAS EN FUNDICION CAJON VASTAGOS Y CAJON ZONA CENTRAL - PILA CENTRAL .....	27
IMÁGENES 14 – INSTALACION PLATINAS DE TABIQUES PILA CENTRAL .....	19
IMAGEN 15 – FUNDICION CAJON VASTAGOS Y CAJON CENTRAL PILA CENTRAL .....	29
IMAGEN 16 – ILUSTRACION DE ESPACIO REDUCIDO POR PLATINA Y FORMAleta, Y LUGAR DONDE NO SE VACIO CONCRETO .....	30
IMÁGENES 17 - PROBLEMA EN TABIQUES PILA CENTRAL .....	30
IMÁGENES 18 – RETIRO DE FORMAleta PANTALLAS Y CAJON VASTAGO – PILA CENTRAL .....	31
IMÁGENES 19 – RELLENO CON MATERIAL GRANULAR SEGUNDO NIVEL – PILA CENTRAL .....	32
IMAGEN 20 – CORTE DEL VASTAGO PILA CENTRAL .....	33
IMAGEN 21 – DETALLE ESTRIBO DIAGONAL VASTAGO PILA CENTRAL .....	34
IMAGEN 22 - DETALLE ESTRIBO VERTICAL VASTAGO PILA CENTRAL .....	34
IMAGEN 23 – ACERO DE REFUERZO VASTAGO DERECHO PILA CENTRAL .....	35
IMAGEN 24 – ACERO DE REFUERZO VASTAGOS PILA CENTRAL .....	36
IMAGEN 25 - FORMAleta METALICA Y CORBATAS VASTAGO IZQUIERDO PILA CENTRAL .....	38



IMAGEN 26– ATRAQUE DE FORMALETA CON GATOS HIDRAULICOS Y TACOS DE GUADUAS EN FUNDICION VASTAGOS - PILA CENTRAL .....	38
IMÁGENES 27 – INSTALACION DE FORMALETA METALICA VASTAGOS PILA CENTRAL .....	39
IMÁGENES 28 – INSTALACION DE PLATINAS VASTAGOS PILA CENTRAL.....	39
IMÁGENES 29 – FUNDICION VASTAGO IZQUIERDO PILA CENTRAL .....	40
IMÁGENES 30 – FUNDICION VASTAGO DERECHO PILA CENTRAL .....	41
IMÁGENES 31 – ARREGLO DE TABIQUES PILA CENTRAL .....	42
IMAGEN 32 – RETIRO DE FORMALETA VASTAGOS PILA CENTRAL .....	43
IMAGEN 33 - TERMINACION PILA CENTRAL K0+ 135.32.....	43
IMAGEN 34 – EXCAVACION Y FUNDICION DE SOLADO DE LA CIMENTACION DEL ESTRIBO No. 3 K0+165.32.....	45
IMAGEN 35 – PLANTA DE CIMENTACION ESTRIBO No.3.....	46
IMAGEN 36 - DESPIECE ACERO HORIZONTAL .....	47
IMAGEN 37 – ACERO DE REFUERZO VERTICAL PARA CAJON ZONA VASTAGO ESTRIBO No. 3.....	48
IMAGEN 38 – ACERO DE REFUERZO VERTICAL PARA CAJON ZONA CENTRAL ESTRIBO No. 3.....	49
IMAGEN 39 – ACERO DE REFUERZO ZONA TABIQUES ESTRIBO No.3.....	50
IMAGEN 40 – FUNDICION DE CIMENTACION ESTRIBO No.3.....	52
IMÁGENES 41 – INSTALACION Y AMARRE DE ACERO DE REFUERZO ZONA CENTRAL Y CAJON DE VASTAGO PRIMER NIVEL ESTRIBO No. 3 .....	53
IMÁGENES 42 - INSTALACIÓN DE FORMALETA METÁLICA ZONA CENTRAL Y CAJON DE VASTAGOS PRIMER NIVEL ESTRIBO No.3 .....	55
IMÁGENES 43 – PRIMERA FUNDICION DE PANTALLAS, MURO DEL VASTAGO Y TABIQUES - ESTRIBO No. 3.....	57
IMÁGENES 44 – RETIRO DE FORMALETA METALICA 1º FUNDICION DE CAJON DE VASTAGOS Y CAJON CENTRAL ESTRIBO No. 3.....	58
IMÁGENES 45 – INSTALACION Y AMARRE DE ACERO DE REFUERZO ZONA CENTRAL Y CAJON DE VASTAGO SEGUNDO NIVEL ESTRIBO No. 3 .....	59
IMÁGENES 46 – INSTALACIÓN DE FORMALETA METÁLICA ZONA CENTRAL Y CAJON DE VASTAGOS SEGUNDO NIVEL ESTRIBO No. 3.....	60
IMAGEN 47 – ATRAQUE DE FORMALETA CON GATOS HIDRAULICOS Y TACOS DE GUADUAS EN FUNDICION CAJON VASTAGOS Y CAJON ZONA CENTRAL – ESTRIBO No.3.....	61
IMAGEN 48– DETALLE PLATINA ESTRIBO No. 3 .....	62
IMÁGENES 49 - INSTALACIÓN DE PLATINAS DE TABIQUES - ESTRIBO No. 3.....	62
IMÁGENES 50 – FUNDICION FINAL DE PANTALLAS, MURO DEL VASTAGO Y TABIQUES - ESTRIBO No. 3.....	64
IMÁGENES 51 – RELLENO CON MATERIAL GRANULAR ESTRIBO No.3 .....	65
IMAGEN 52 – CORTE DEL VASTAGO ESTRIBO No. 3.....	66
IMAGEN 53 – DETALLE ESTRIBO DIAGONAL VASTAGO ESTRIBO No. 3 .....	67
IMAGEN 54 - DETALLE ESTRIBOS - ESTRIBO No. 3.....	67
IMAGEN 55 - DETALLE ESTRIBO VERTICAL VASTAGO ESTRIBO No. 3 .....	68
IMAGEN 56 – ACERO DE REFUERZO VASTAGO DERECHO ESTRIBO No.3 .....	69
IMAGEN 57 – ACERO DE REFUERZO VASTAGO IZQUIERDO ESTRIBO No. 3 .....	69





IMÁGENES 58 – ADICION DE ACERO POR AMPLIACION DE VASTAGOS ESTRIBO No. 3.....	70
IMÁGENES 59 - INSTALACIÓN DE FORMALETA METÁLICA MURO Y VÁSTAGOS ESTRIBO No. 3.....	72
IMÁGENES 60 - INSTALACIÓN DE ATRAQUE EN VÁSTAGOS Y MURO DE CONTENCION ESTRIBO No. 3 .....	72
IMÁGENES 61 - INSTALACIÓN DE PLANTILLAS EN VÁSTAGOS ESTRIBO No.3 .....	73
IMAGEN 62 – FUNDICION MURO DE CONTENCION Y VASTAGO ESTRIBO No. 3 .....	74
IMAGEN 63 – FUNDICION FINAL MURO DE CONTENCION ESTRIBO No. 3 .....	74
IMAGEN 64 –RETIRO DE FORMALETA MURO DE CONTENCION Y VASTAGOS ESTRIBO No. 3.....	74
IMAGEN 65 – APLICACIÓN DE ANTI SOL ESTRIBO No.3 .....	76
IMÁGENES 66 – TERMINACION ESTRIBO No. 3 k0+165.32 .....	77
IMAGEN 67 – PLANTA DE CIMENTACION ESTRIBO No. 1.....	79
IMAGEN 68 – DESPIECE ACERO HORIZONTAL CAJON ESTRIBO No.1 .....	80
IMAGEN 69 – DESPIECE ACERO VERTICAL CAJON ESTRIBO No.1.....	81
IMAGEN 70 – CORTE DEL CONTRAFUERTE CAJON ESTRIBO No.1 .....	82
IMAGEN 71 – MURO DEL VASTAGO ESTRIBO No.1.....	83
IMAGEN 72 – LOCALIZACION Y REPLANTEO ESTRIBO No.1.....	84
IMÁGENES 73 – EXCAVACION CAJON IZQUIERDO ESTRIBO No.1 .....	85
IMAGEN 74 – ACOMPAÑAMIENTO ARQUEOLOGIA .....	85
IMAGEN 75–FUNDICIÓN DE SOLADO DE LIMPIEZA CAJÓN Y VÁSTAGO IZQUIERDO ESTRIBO No.1 .....	86
IMAGEN 76 – ACERO DE REFUERZO CIMENTACION CAJON IZQUIERDO ESTRIBO No.1.....	87
IMAGEN 77 – INSTALACION FORMALETA METALICA CIMIENTO ESTRIBO No.1 .....	89
IMÁGENES 78 – FUNDICION CIMENTACION CAJON IZQUIERDO ESTRIBO No.1.....	89
IMAGEN 79 – ACERO DE REFUERZO CAJON Y VASTAGO IZQUIERDO NIVEL PANTALLAS ESTRIBO No.1.....	90
IMÁGENES 80 – ACERO DE REFUERZO MURO DE VASTAGO Y VASTAGO IZQUIERDO ESTRIBO No.1 .....	91
IMAGEN 81 – INSTALACION DE FORMALETA METALICA CAJON IZQUIERDO PRIMER NIVEL ESTRIBO No.1 .....	92
IMÁGENES 82-INSTALACIÓN Y ATRAQUE CAJÓN IZQUIERDO PRIMER NIVEL ESTRIBO No.1.....	93
IMAGEN 83 – FUNDICION PARCIAL DE CAJON Y MURO DEL VASTAGO IZQUIERDO – RECUBRIMIENTO – ESTRIBO No.1 .....	94
IMAGEN 84 – FUNDICION PARCIAL DE CAJON Y MURO DEL VASTAGO IZQUIERDO – PASARELA – ESTRIBO No.1 .....	95
IMÁGENES 85 - RETIRO DE FORMALETA METÁLICA MURO DEL VÁSTAGO Y CAJÓN IZQUIERDO PRIMER NIVEL ESTRIBO No. 1 .....	95
IMÁGENES 86 – INSTALACION TOTAL DE ACERO DE REFUERZO CAJON Y VASTAGO IZQUIERDO – ESTRIBO No.1 .....	96
IMAGEN 87 – INSTALACION DE ACERO DE REFUERZO CAJON Y VASTAGO IZQUIERDO NIVEL VASTAGO - ESTRIBO No. 1 .....	97



IMÁGENES 88- INSTALACIÓN DE FORMALETA METÁLICA CAJÓN Y VÁSTAGO IZQUIERDO ESTRIBO No.1 .....	99
IMAGEN 89 – INSTALACION DE ATRAQUE Y PASARELAS PARA FUNDICION FINAL CAJON IZQUIERDO ESTRIBO No.1.....	99
IMÁGENES 90 -RELLENO CON MATERIAL GRANULAR CAJÓN IZQUIERDO ESTRIBONo.1.....	100
IMÁGENES 91 - INSTALACIÓN DE PLATINA VÁSTAGO IZQUIERDO ESTRIBO No.1 .....	101
IMÁGENES 92 - FUNDICIÓN PARCIAL DE VÁSTAGO Y CAJÓN ESTRIBO No.1.....	101
IMÁGENES 93 - FUNDICIÓN FINAL CAJÓN Y VÁSTAGO IZQUIERDO ESTRIBO No.1 .....	102
IMÁGENES 94 - RETIRO DE FORMALETA METÁLICA CAJÓN Y VÁSTAGO IZQUIERDO ESTRIBO No.1 .....	103
IMÁGENES 95 - EXCAVACIÓN PARA MURO DE CONTENCIÓN ESTRIBO No.1 .....	103
IMÁGENES 96 –SOLADO DE LIMPIEZA DEL MURO DE CONTENCIÓN ESTRIBO No.1 .....	104
IMAGEN 97 – CORTE DEL MURO DE CONTENCIÓN ESTRIBO No.1 .....	105
IMAGENES 98 -INSTALACIÓN Y AMARRE DE ACERO DE REFUERZO ZARPA DE MURO DE CONTENCIÓN ESTRIBO No.1 .....	106
IMÁGENES 99 -FUNDICIÓN DE ZARPA DE MURO DE CONTENCIÓN ESTRIBO No.1 .....	107
IMAGEN 100 – CONTRAFUERTE MURO DE CONTENCIÓN.....	108
IMÁGENES 101 - INSTALACIÓN Y AMARRE DE ACERO MURO DE CONTENCIÓN Y CONTRAFUERTE MURO ESTRIBO No.1 .....	109
IMÁGENES 102 - INSTALACIÓN DE FORMALETA METÁLICA MURO DE CONTENCIÓN Y CONTRAFUERTE MURO ESTRIBO No.1.....	111
IMAGEN 103 – INSTALACION FORMALETA METALICA FUNDICION DE MURO DE CONTENCIÓN ESTRIBO No.1 .....	112
IMÁGENES 104 -FUNDICIÓN DE MURO DE CONTENCIÓN Y CONTRAFUERTE MURO ESTRIBO NO.1 .....	112
IMÁGENES 105 - FUNDICIÓN FINAL MURO DE CONTENCIÓN ESTRIBO No.1 .....	113
IMÁGENES 106 – RETIRO FORMALETA METALICA MURO DE CONTENCIÓN Y CONTRAFUERTE MURO ESTRIBO No.1 .....	114
IMÁGENES 107 – EXCAVACION CAJON DERECHO ESTRIBO No.1 .....	115
IMÁGENES 108- APLICACIÓN DE AGENTE DEMOLEDOR NO EXPLOSIVO ESTRIBO No.1 .....	116
IMAGEN 109 - INSTALACIÓN Y AMARRE DE ACERO DE REFUERZO CAJÓN DERECHO ESTRIBO No.1 .....	117
IMAGEN 110 – DISEÑO DE LA VIA PUENTE VEHICULAR - VISTA EN PLANTA .....	120
IMAGEN 111 – PROCESO DE CONSTRUCCION CASETA DE VIGILANCIA COLEGIO GABRIELA MISTRAL.....	121
IMAGEN 112 – CASETA DE VIGILANCIA TERMINADA COLEGIO GABRIELA MISTRAL .....	121
IMÁGENES 113 – ROTURA DE CILINDROS.....	137
IMAGEN 114 – ALMACENAMIENTO DE ACERO .....	137



**IMAGEN 115 - ARMADO Y SOLDADURA DE VIGAS DE RIGIDEZ PUENTE SECUNDARIO138**  
**IMAGEN 116 – COLOCACION DE VIGAS DE RIGIDEZ PUENTE SECUNDARIO..... 139**  
**IMAGEN 117 –VIGAS Y VASTAGO ESTRIBO No.3 ..... 139**  
**IMAGENES 118 –SOLDADURA CON PLATINA DE TABIQUES PILA CENTRAL..... 139**  
**IMAGENES 119 – MONTAJE DE VIGAS PUENTE SECUNDARIO ..... 140**  
**IMAGENES 120 –PUENTE SECUNDARIO EN VIGAS METALICAS..... 140**

### **LISTA DE TABLAS**

**Tabla 1. CARACTERISTICAS TECNICAS DEL PROYECTO .....10**  
**Tabla 2. CANTIDAD DE ACTIVIDADES PRINCIPALES .....12**  
**Tabla 3 – CANTIDADES DE ACERO INSTALADO PANTALLAS Y CAJON DE VASTAGOS PILA CENTRAL.....25**  
**Tabla 4 – VOLUMEN DE CONCRETO FUNDICION CAJON CENTRAL Y CAJON VASTAGO PILA CENTRAL.....28**  
**Tabla 5. CANTIDAD DE ACERO INSTALADO EN VASTAGOS PILA CENTRAL.....37**  
**Tabla 6 – VOLUMEN DE CONCRETO FUNDICION VASTAGOS PILA CENTRAL..... 40**  
**Tabla 7. RESUMEN DE RESULTADOS DE LOS ENSAYOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO EMPLEADA PARA LA FUNDICION DE LA PILA CENTRAL.....44**  
**Tabla 8. CANTIDAD DE ACERO INSTALADO EN LA CIMENTACION DEL ESTRIBO No. 3.....46**  
**Tabla 9 – VOLUMEN DE CONCRETO FUNDICION CAJON CENTRAL Y CAJON VASTAGO PILA CENTRAL.....51**  
**Tabla 10 – CANTIDADES DE ACERO INSTALADO PANTALLAS, CAJON DE VASTAGOS PRIMER NIVEL ESTRIBO No. 3.....54**  
**Tabla 11 – VOLUMEN DE CONCRETO 1° FUNDICION CAJON CENTRAL Y CAJON VASTAGO ESTRIBO No. 3 .....56**  
**Tabla 12 – CANTIDADES DE ACERO INSTALADO PANTALLAS, CAJON DE VASTAGOS SEGUNDO NIVEL ESTRIBO No. 3.....59**  
**Tabla 13 – VOLUMEN DE CONCRETO 2° FUNDICION CAJON CENTRAL Y CAJON VASTAGO ESTRIBO No. 3 .....63**  
**Tabla 14. CANTIDAD DE ACERO INSTALADO EN VASTAGOS ESTRIBO No.3 .....70**  
**Tabla 15 – VOLUMEN DE CONCRETO FUNDICION MURO DE CONTENCIÓN Y VASTAGOS ESTRIBO No. 3 ..... 75**  
**Tabla 16. RESUMEN DE RESULTADOS DE LOS ENSAYOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO EMPLEADA PARA LA FUNDICION DEL ESTRIBO No. 3..... 78**  
**Tabla 17 – VOLUMEN DE CONCRETO FUNDICION SOLADO VASTAGO IZQUIERDO ESTRIBO No. 1 ..... 87**  
**Tabla 18 – CANTIDADES DE ACERO INSTALADO CIMIENTO VASTAGO IZQUIERDO ESTRIBO No. 1.....88**  
**Tabla 19 – VOLUMEN DE CONCRETO FUNDICION CIMIENTO CAJON IZQUIERDO ESTRIBO No.1.....88**



<b>Tabla 20 – CANTIDADES DE ACERO INSTALADO PANTALLAS, CONTRAFUERTE, VASTAGO - PRIMER NIVEL ESTRIBO No. 1.....</b>	<b>91</b>
<b>Tabla 21 – VOLUMEN DE CONCRETO FUNDICION CAJON Y MURO DEL VASTAGO IZQUIERDO PRIMER NIVEL ESTRIBO No.1 .....</b>	<b>94</b>
<b>Tabla 22 – CANTIDADES DE ACERO INSTALADO CONTRAFUERTE, MURO DEL VASTAGO, VASTAGO - NIVEL 1792.09 ESTRIBO No. 1.....</b>	<b>98</b>
<b>Tabla 23 – VOLUMEN DE CONCRETO FUNDICION FINAL CAJON Y MURO DEL VASTAGO IZQUIERDO ESTRIBO No.1 .....</b>	<b>102</b>
<b>Tabla 24 – VOLUMEN DE CONCRETO FUNDICION SOLADO MURO DE CONTENCIÓN ESTRIBO No. 1 .....</b>	<b>104</b>
<b>Tabla 25 – VOLUMEN DE CONCRETO FUNDICION ZARPA ESTRIBO No.1.....</b>	<b>107</b>
<b>Tabla 26 – CANTIDADES DE ACERO INSTALADO MURO DE CONTENCIÓN Y CONTRAFUERTE MURO ESTRIBO No. 1 .....</b>	<b>110</b>
<b>Tabla 27 – VOLUMEN DE CONCRETO FUNDICION MURO DE CONTENCIÓN Y CONTRAFUERTE MURO ESTRIBO No.1 .....</b>	<b>113</b>
<b>Tabla 28 – CANTIDADES DE ACERO INSTALADO CAJON DERECHO ESTRIBO No. 1 .....</b>	<b>117</b>
<b>Tabla 29. RESUMEN DE RESULTADOS DE LOS ENSAYOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO EMPLEADA PARA LA FUNDICION DEL ESTRIBO No. 1 .....</b>	<b>118</b>
<b>Tabla 30 – FORMATO PERSONAL CONTROL DE HORAS PASANTIA .....</b>	<b>144</b>



**1. TITULO DE LA PASANTIA**

**SUPERVISIÓN TÉCNICA ESTRUCTURAL Y CONTROL DE CALIDAD EN LA  
CONSTRUCCIÓN DEL PUENTE VEHICULAR SOBRE EL RIO CAUCA EN EL  
MUNICIPIO DE POPAYÁN**



## **2. INTRODUCCION**

La modalidad escogida para el desarrollo del trabajo de grado es pasantía o práctica profesional, con el ánimo de poner en práctica el conocimiento adquirido en el proceso de formación académica, y de desarrollarse íntegramente como Ingeniero Civil.

Para su consecución, la Unión Temporal Puentes del Cauca ha implementado un sistema de pasantías en su empresa, desarrollando labores de supervisión técnica, por ello se hace posible la participación en la construcción del puente vehicular sobre el río Cauca; construcción importante para el municipio de Popayán por la necesidad de mejorar la movilidad entre el centro y norte de la ciudad, facilitar el paso de vehículos de carga pesada y cumplir con el Sistema Estratégico de Transporte Público a cargo de la entidad Movilidad Futura S.A.S.

Debido al alcance y la magnitud del proyecto se espera contribuir en generar nuevos conocimientos y poner en práctica los conocimientos teóricos aprendidos para optar al título de ingeniera civil.

En virtud de las obligaciones contraídas, se describe en el presente documento información sobre las labores realizadas en el transcurso de la pasantía, sustentada por registros fotográficos de actividades ejecutadas.



### **3. RESUMEN**

El trabajo de grado en la modalidad de pasantía se desarrolló de septiembre a diciembre de 2014, y de enero a febrero de 2015 en la construcción del puente vehicular sobre el río Cauca.

Las actividades ejecutadas para el cumplimiento de los objetivos propuestos se realizaron de manera objetiva en el transcurso del tiempo propuesto, destacando principalmente la oportunidad de desarrollar, aplicar y fortalecer los conocimientos aprendidos durante la formación académica y la experiencia para la formación integral.

Toda la información aquí descrita es el resultado de la observación y experiencia adquirida en el transcurso de la ejecución de la pasantía y la información que aquí se presenta en forma de anexo fue facilitada por la Unión Temporal Puentes Del Cauca.



#### **4. ANTECEDENTES**

La finalidad de la pasantía es brindar un apoyo técnico a la entidad en el campo de ingeniería civil orientado en supervisión técnica estructural y gestión de calidad, para lo cual se llevara un control de materiales y equipos utilizados en la construcción del puente, con el propósito de realizar un manejo adecuado y eficaz del presupuesto, mejorar las condiciones exigidas por la supervisión de interventoría y que sea de mayor claridad todos los procesos ejecutados en la obra.

Para la ejecución de la práctica es necesario conocer lo estipulado en el capítulo I de supervisión técnica de la NSR 10 y aplicar los conocimientos teóricos aprendidos en la academia como lo es formulación de actas y presupuestos metodologías para informes, procesos constructivos, cálculo de cantidades de obra, interpretación de planos, conocimientos de ensayos de laboratorio en materiales estructurales e interpretación de resultados. Lo cuál será de gran utilidad para involucrarse en el campo laboral y profesional del ingeniero civil.





## **5. JUSTIFICACION**

La consecución de la pasantía, se realiza teniendo como base lo establecido por la Universidad del Cauca en el acuerdo número 051 de 2001 del Consejo Superior y la resolución número 281 del 10 de junio de 2005 del Consejo de Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad del Cauca, en el cual se establece el trabajo de grado como requisito para optar al título de Ingeniero Civil, reglamenta tres modalidades para presentar el trabajo de grado, siendo estas:

- Trabajo de Investigación
- **Pasantía o Practica Profesional**
- Practica social

Lo más importante por lo cual se desarrolla la modalidad de pasantía es por contribuir a los conocimientos teóricos por medio de actividades prácticas, además de incentivas para formarse en un ámbito profesional y en razón al aporte y la importancia de la obra en la movilidad futura para el municipio de Popayán.



## **6. OBJETIVOS**

### **6.1 OBJETIVO GENERAL.**

- Realizar una supervisión técnica estructural que garantice la calidad de la obra enfocada en el área de ingeniería civil para la construcción del puente vehicular sobre el río Cauca.

### **6.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS.**

- DE ACUERDO CON EL TITULO I DE SUPERVISIÓN TÉCNICA
- Realizar controles exigidos para los materiales estructurales empleados, (Normas técnicas, ensayo de materiales)
- Inspeccionar que la obra se ejecute de acuerdo a los planos y diseños.
- Llevar un registro fotográfico de la construcción.
- Informar a la empresa oportunamente acerca de daños, falta de suministros, posibles deficiencias en materiales estructurales, procesos constructivos, equipos, mano de obra o cualquier otro factor que pueda afectar la construcción, y vigilar que se tomen los debidos correctivos.
- Elaborar informes mensuales acerca del avance de la obra y las labores realizadas por el contratista.
- Realizar documento escrito que contenga las especificaciones de construcción y control de calidad de los materiales de acuerdo con el Código Colombiano de Construcciones Sismo Resistentes.



- DE ACUERDO CON EL CONTROL DE CALIDAD EN LA OBRA
  - Llevar el control de materiales en obra y almacén.
  - Llevar el control de acarreo de materiales
  - Apoyo en cálculo de cantidades de obra ejecutada y presupuesto
  - Llevar el registro de las compras diarias en la obra y en seguridad industrial.
  - Llevar inventario de materiales y equipos, y el tiempo de permanencia en la obra.
  - Elaboración de APU



## **7. INFORMACION GENERAL**

### **7.1 NOMBRE DEL PASANTE**

Paola Andrea Dorado Imbachi

### **7.2 ENTIDAD RECEPTORA**



Unión Temporal Puentes del Cauca

NIT: 900695988-8

#### **MISION:**

Contribuir al bienestar y desarrollo de la comunidad a través de la planeación, diseño y construcción de obras civiles que apoyen su ordenamiento social, garantizando la seguridad de las obras, la satisfacción de nuestros clientes y el cumplimiento de presupuestos y especificaciones técnicas, como a los requerimientos del Ente Gestor del sistema de transporte público de la ciudad de Popayán; contando con mano de obra calificada y haciendo el mejor uso de la tecnología, para generar rentabilidad y bienestar a las zonas de influencia del proyecto, bajo un marco de respeto y preservación del medio ambiente .

#### **VISION:**

Consolidarnos como la Unión Temporal, de mayor proyección en el mercado; excediendo las expectativas de nuestros clientes y del Ente Gestor del sistema de transporte público de la ciudad de Popayán, en cuanto a calidad de las obras, aplicación de alta tecnología, en armonía con el medio ambiente y el eficaz desarrollo de los procedimientos.

#### **POLITICA DE CALIDAD:**

La UT Puentes del cauca, garantiza un equipo de trabajo comprometido y calificado con una alta vocación de servicio que actúa con transparencia y oportunidad; logrando altos estándares de desempeño, cumpliendo las especificaciones técnicas, los requisitos legales, reglamentarios y de calidad que



le apliquen al objeto de este proyecto, que promulga el respeto entre todos, el entorno que lo rodea y la lealtad a sus clientes, proveedores, inversionistas y la comunidad en general.

### **7.3 TUTOR POR PARTE DE LA UNIVERSIDAD DEL CAUCA**

Ing. Carlos Ariel Hurtado Astaiza

### **7.4 TUTOR POR PARTE DE LA EMPRESA RECEPTORA**

- Ing. Jesús Ancizar Calvo  
Director de obra
  
- Ing. Leidy Diana López Cortázar  
Ingeniera Residente de obra

### **7.5 SEDE DE TRABAJO**

Carrera 6ª # 43N-165 Barrio/ La Ximena

### **7.6 PASANTE**

#### **7.6.1 Duración Pasantía**

La modalidad adoptada tiene una duración de 640 horas para cumplir con el requisito de trabajo de grado, Inicio el 28 de agosto de 2014 y culmino el 18 de febrero de 2015.

#### **7.6.2 Recursos de pasantía**

El desarrollo de la pasantía se realizó con trabajo en obra y trabajo de oficina, para el cumplimiento de los objetivos propuestos y ejecutar las actividades, se contó con un computador portátil, y una cámara fotográfica.



## 7.7 DETALLES PUENTE VEHICULAR

### 7.7.1 Contrato de obra pública no. 49 – 2014

### 7.7.2 Entidad contratante:

Sistema Estratégico de Transporte Público de Pasajeros de Popayán “Movilidad Futura S.A.S”

### 7.7.3 Objeto del contrato:

Construcción del puente vehicular sobre el río Cauca, los accesos y el espacio público, en la Carrera 6, a partir de la Calle 46N.

### 7.7.4 Características técnicas del contrato

El proyecto contempla la construcción de un puente en estructura metálica sobre el río Cauca que va a reemplazar el puente histórico en arco existente en Popayán desde hace más de 230 años, el nuevo puente contará con doble carril y una longitud de 100m, diseñado para todo tipo de vehículos, que permitirá la movilidad entre el centro y norte de la ciudad de una manera más rápida. La superestructura del puente principal es un arco metálico, mientras que para el puente menor se usarán vigas metálicas. El puente contará con una calzada de 9,3m y 2 andenes de 1,5m para un ancho total de tablero 12,3m

Tabla 1. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL PROYECTO

TRAMO	LONGITUD PRELIMINAR (m)	ANCHO PROMEDIO CALZADA (m)	ANCHO PROMEDIO DE ANDÉN (m)
TRAMO K0+000 AL K0+065	65	9,30	1.50
TRAMO K0+065 AL K0+165	100	9,30	1,50
TRAMO K0+165 AL K0+200.	35	9,30	1,50



### **7.7.5 Descripción del objetivo**

La realización del contrato en general se comprende de actividades tales como:

- Localización y replanteo.
- Demolición de andén, sardinel, sumideros y pavimento flexible existente.
- Excavación de material granular.
- Conformación y compactación de la sub-rasante.
- Sub-base granular.
- Pavimento de concreto hidráulico MR=4.2 MPa.
- Relleno con material seleccionado para base de andén.
- Andén.
- Paradero demarcado.
- Cimentación e infraestructura puente.
- Superestructura puente
- Línea de demarcación y marca vial con pintura termoplástica.
- Señalización vertical.
- Poste, anclajes, pedestal para equipos de control de la red de semaforización

Debido al alcance del proyecto y el término de duración de la pasantía, En la siguiente Tabla 2. Se representan las principales cantidades del contrato, que se realizaron en la pasantía.



Tabla 2. CANTIDAD DE ACTIVIDADES PRINCIPALES

<b>CONTRATO No :</b>	49 de 2014			
<b>OBJETO:</b>	CONSTRUCCIÓN DEL PUENTE VEHICULAR SOBRE EL RÍO CAUCA, LOS ACCESOS Y EL ESPACIO PÚBLICO, EN LA CARRERA 6, A PARTIR DE LA CALLE 46N			
<b>CONTRATISTA:</b>	UNION TEMPORAL PUENTES DEL CAUCA			
<b>CONDICIONES ORIGINALES</b>			<b>CONDICIONES ACTUALIZADAS ACTA MODIFICACION No.3</b>	
<b>ITEM DE PAGO</b>	<b>UND</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>VALOR</b>
<b>CAPITULO 11.1. PRELIMINARES PUENTE</b>				
Localización y replanteo (Puente)	m2	1,230.00	1,230.00	\$ 4,642,555.00
Nivelación terreno (Puente)	m3	1,350.00	1,350.00	\$ 2,935,265.00
Rellenos estructurales (Puente) (NORMA INVIAS CAP. 610)	m3	1,200.00	609.00	\$ 37,462,477.00
Retiro de sobrantes (Puente)	m3	950.00	950.00	\$ 5,105,870.00
<b>CAPITULO 11.2. CIMENTACIÓN E INFRAESTRUCTURA PUENTE</b>				
Excavaciones secas a mano en mat granular (Puente)	m3	180.00	4,180.00	\$ 92,365,188.00
Excavaciones húmedas en mat granular (Puente)	m3	410.00	462.36	\$ 17,451,478.00
Rellenos con mat granular (Puente)	m3	430.00	1,430.00	\$ 26,410,784.00
Cajones en concreto $f'c=3000$ psi (Puente)	m3	384.00	324.00	\$ 278,698,417.00
Fundaciones de muros en concreto $f'c=3000$ psi (Puente)	m3	143.00	127.00	\$ 77,664,534.00
Vástago en concreto $f'c=3000$ psi (Puente)	m3	180.00	173.50	\$ 141,611,793.00
Elevaciones en concreto reforzado de $f'c=3000$ psi (Puente)	m3	363.00	180.20	\$ 147,080,375.00
Acero de refuerzo (Puente)	Kg	52,000.00	83,500.00	\$ 289,054,539.00
<b>CAPITULO 11.3. SUPERESTRUCTURA PUENTE</b>				
Montaje estructural Puente vehicular	kg	291,000.00	372,000.00	\$ 1,357,056,000.00
Losa de piso en concreto 3000 psi (Puente)	m2	1,230.00	1,230.00	\$ 176,867,825.00
New Jersey concreto de $f'c=3000$ psi (Puente)	m3	30.00	30.00	\$ 17,465,007.00
FABRICACIÓN, PINTURA Y TRANSPORTE HASTA EL SITIO DE LA OBRA	kg	291,000.00	372,000.00	\$ 2,579,834,880.00





### 7.7.6 Localización general del proyecto

El proyecto se ejecutará en la carrera 6 a partir de la calle 46 Norte de la ciudad de Popayán, capital del Departamento del Cauca, se encuentra localizada en el Valle de Pubenza entre las cordilleras Central y Occidental.

El proyecto permitirá mejorar el tráfico de vehículos en los dos sentidos norte y sur de la ciudad, además el mismo hace parte del sistema estratégico de transporte público a implementarse en el marco de mejorar la movilidad en toda la ciudad.

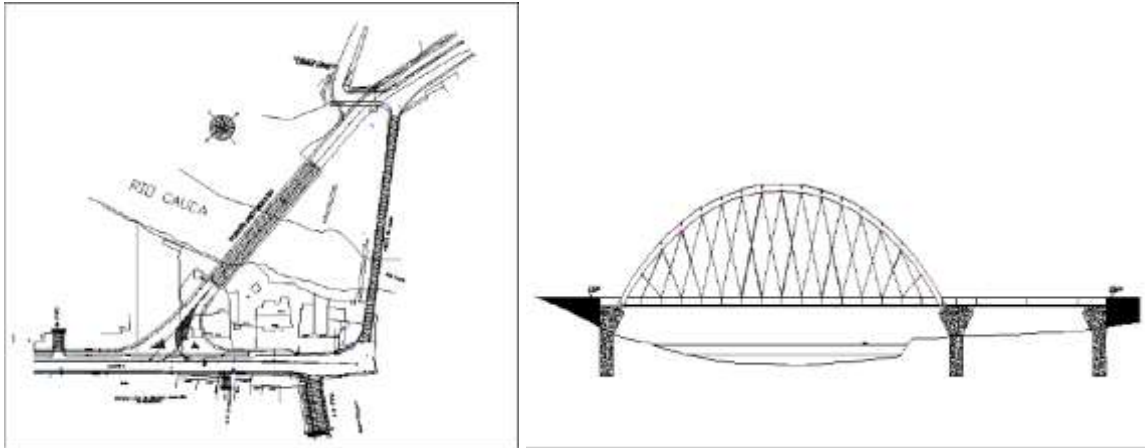
En la siguiente figura se muestra la localización general del proyecto en la ciudad de Popayán.



**IMAGEN 1: LOCALIZACIÓN GENERAL**



Dibujo en planta y perfil del proyecto.



**IMAGEN 2: DIBUJO EN PLANTA Y PERFIL**

## **7.8 RECURSOS UTILIZADOS**

### **7.8.1 Recursos humanos**

#### **7.8.1.1 Unión temporal puentes del cauca**

La Unión Temporal Puentes del Cauca cuenta con un equipo de personal calificado y profesionales, conformado por:

- Representante Legal
- Director de obra
- Ingeniero Residente de Obra
- Ingeniero Residente Ambiental
- Ingeniero Residente Siso
- Ingeniero de Calidad
- Ingeniero Forestal
- Residente Social
- Topógrafo



- Cadenero primero
- Personal administrativo
- Contador

#### **7.8.1.2 Interventoría**

PLANES S.A, Interventoría externa integral (técnica, administrativa, financiera, contable, jurídica y ambiental) del contrato de obra pública No. 50 de 2014. Es la encargada de supervisar, coordinar y dirigir las actividades desarrolladas en la obra, El valor del contrato de interventoría con IVA: \$842.429.700.00, cuenta con los siguientes profesionales:

- Director de Obra
- Ingeniero Residente Coordinador
- Ingeniero Auxiliar de Calidad
- Ingeniero Residente Ambiental
- Ingeniero Residente Siso
- Inspector de obra
- Residente Social
- Personal Administrativo

#### **7.8.2 Recursos Físicos**

##### **7.8.2.1 Administración**

Para el desarrollo del proyecto se requirió de la documentación técnica del proyecto correspondiente a los estudios y diseños entregada por Movilidad Futura S.A.S y elaborada por la Universidad del Cauca, la cual corresponde a:

- Topografía.
- Estudios hidrológicos.
- Estudios hidráulicos
- Estudios de socavación



- Presupuesto
- Fuentes de materiales.
- Estudios geotécnicos
- Diseño del puente
- Plan de Manejo Ambiental.

## **7.9 DETALLES DEL CONTRATO**

### **7.9.1 Adjudicación del contrato**

Adjudicación del proceso Número **LP-01-2013**, mediante selección objetivo ajustada a la legislación.

### **7.9.2 Detalles del proceso**

- Tipo de proceso: Licitación publica
- Régimen de contratación: Estatuto General de Contratación
- Departamento y Municipio de Ejecución: Cauca : Popayán
- Fecha y Hora de Apertura del Proceso: 06-11-2013 08:00 a.m.
- Fecha y Hora de Cierre del Proceso: 17-12-2013 11:00 a.m.
- Nombre ó Razón Social del proponente seleccionado: UNIÓN TEMPORAL PUENTES DEL CAUCA
- Identificación del contratista: Nit de persona jurídica No. 900695988-8
- Numero de contrato: 49 de 2014
- Cuantía definitiva del contrato: \$7.857.311.388 pesos colombianos.
- Porcentaje de Anticipo: 10%
- Fecha de firma del contrato: 24 de Febrero de 2014

### **7.9.3 Fecha de inicio**

Acta de inicio: 18 de marzo de 2014



#### **7.9.4 Plazo del contrato**

Doce (12) meses desde la suscripción del acta de inicio, previa legalización del contrato.

#### **7.9.5 CUANTIA DEL CONTRATO**

El valor de inversión para la ejecución del contrato fue de \$7.857.311.388 pesos colombianos.

#### **7.10 ESTUDIOS DE DISEÑO**

##### **7.10.1 Diseño Estructural**

Diseño y planos estructurales, diseñados para soportar las cargas gravitacionales y resistir las fuerzas horizontales, se comprenden de 15 planos para la construcción del puente vehicular.

#### **7.11 SUPERVISION TECNICA**

De acuerdo con la NRS 10 se entiende por supervisión técnica la verificación de la sujeción de la construcción de la estructura a los planos, diseños y especificaciones realizadas por el diseñador estructural, por lo cual el supervisor técnico tiene la obligación de realizar controles de calidad para los diferentes materiales estructurales utilizados en la construcción del sistema estructural.



## 8. PROCESO DE ACTIVIDADES EJECUTADAS

Las actividades se desarrollaron para el cumplimiento de los objetivos propuestos en el transcurso del tiempo definido, fortalecer conocimientos con el aprendizaje de la práctica laboral, siendo como prioridad la obtención de la mejor calidad de la obra.

### 8.1 CONSTRUCCION PILA CENTRAL K0+135.32

La construcción de la pila central ya estaba iniciada en el momento en que se empezó con la práctica profesional, se habían realizado trabajos de excavación para la cimentación mostrada en la Imagen 3 margen izquierdo y fundición de cimentación mostrada en la Imagen 3 margen derecho.



**IMAGEN 3 – EXCAVACION SECA MATERIAL GRANULAR Y FUNDACIONES EN CONCRETO PILA CENTRAL**

Instalación de acero de refuerzo mostrado en las Imágenes 4 margen izquierdo y fundición en un primer nivel con altura de 2.4 m en cajones y cajón de vástagos, mostrado en la Imagen 4 margen derecho.



IMAGEN 4 – INSTALACION DE ACERO DE REFUERZO Y FUNDICION EN UN PRIMER NIVEL  
PILA CENTRAL

### 8.1.1 Diseño Estructural Pila Central

Diseño estructural del puente vehicular realizado por los Ingenieros: Phd. Juan Manuel Mosquera, Msc. Carlos Ariel Hurtado, Msc. José Rivera Vásquez

En la siguiente Imagen 5 se muestra el diseño visto en planta de la pila central.

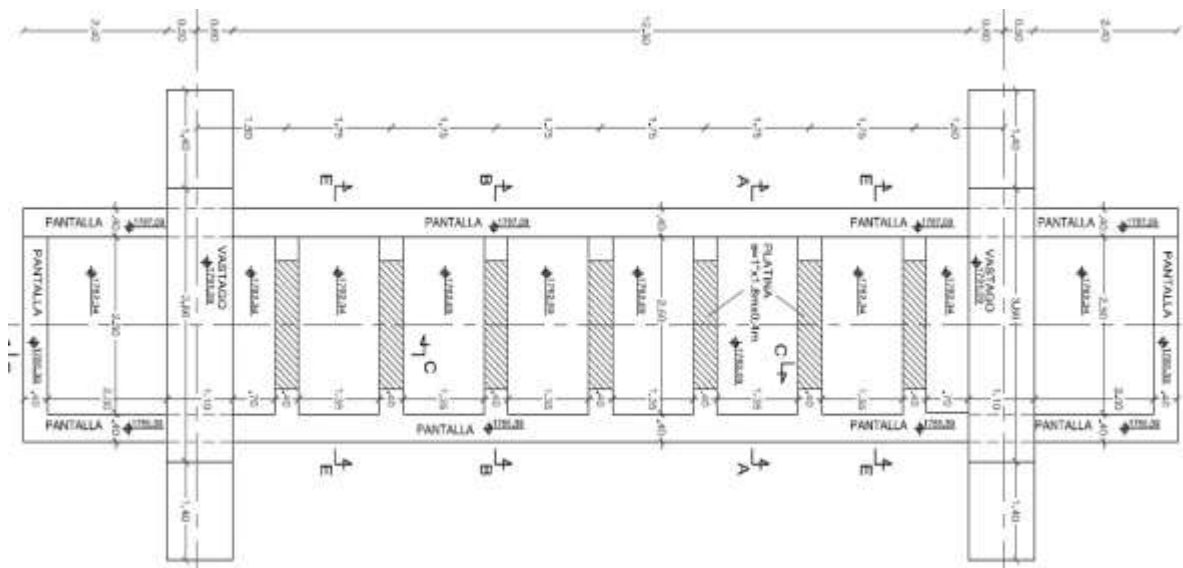


IMAGEN 5 – PLANTA DE CIMENTACION PILA CENTRAL



El esquema está compuesto de pantallas, cajones de vástagos, cajón de zona central, y dos vástagos.

Concreto especificado:  $f'c$ : 21 Mpa, se utilizó un concreto clase D premezclado de 3000 PSI cumpliendo con las características exigidas por el diseñador.

### 8.1.2 Despiece Acero Zona Central y Cajón Zona Vástagos Pila Central

El acero de refuerzo del cajón central y cajón de vástagos está conformado por varilla longitudinal corrugada # 6 y # 4, distribuidas horizontalmente como se muestra en la Imagen 6 y verticalmente como se muestra en la Imagen 7 para el cajón central y en la imagen 8 para el cajón del vástago.

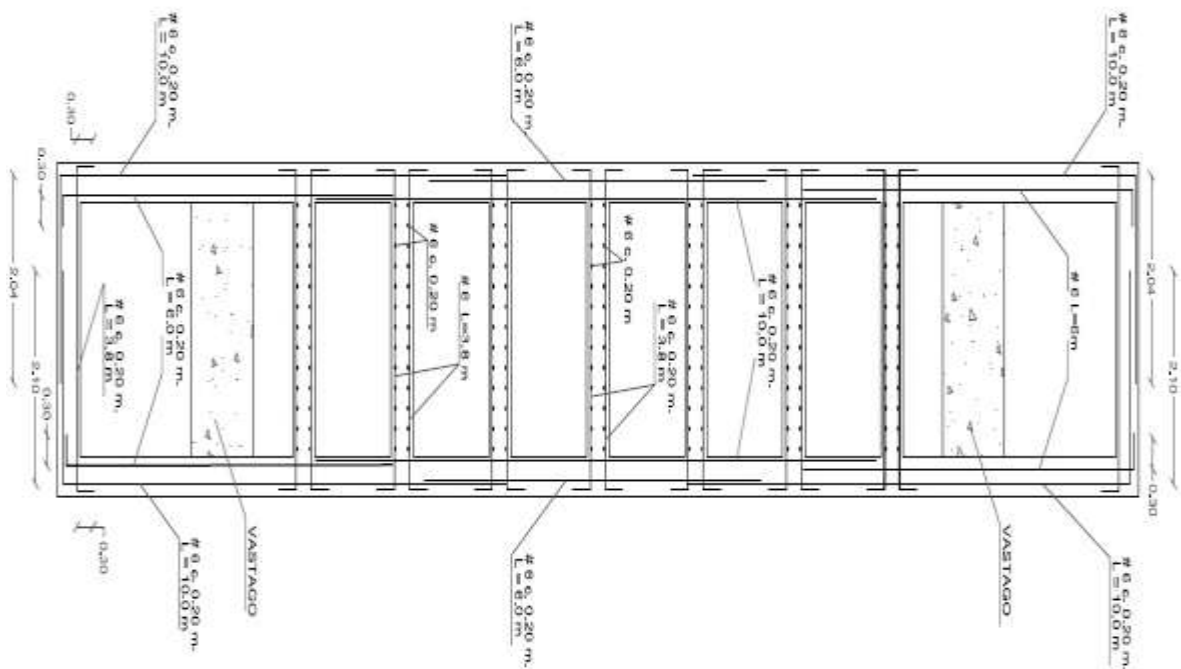
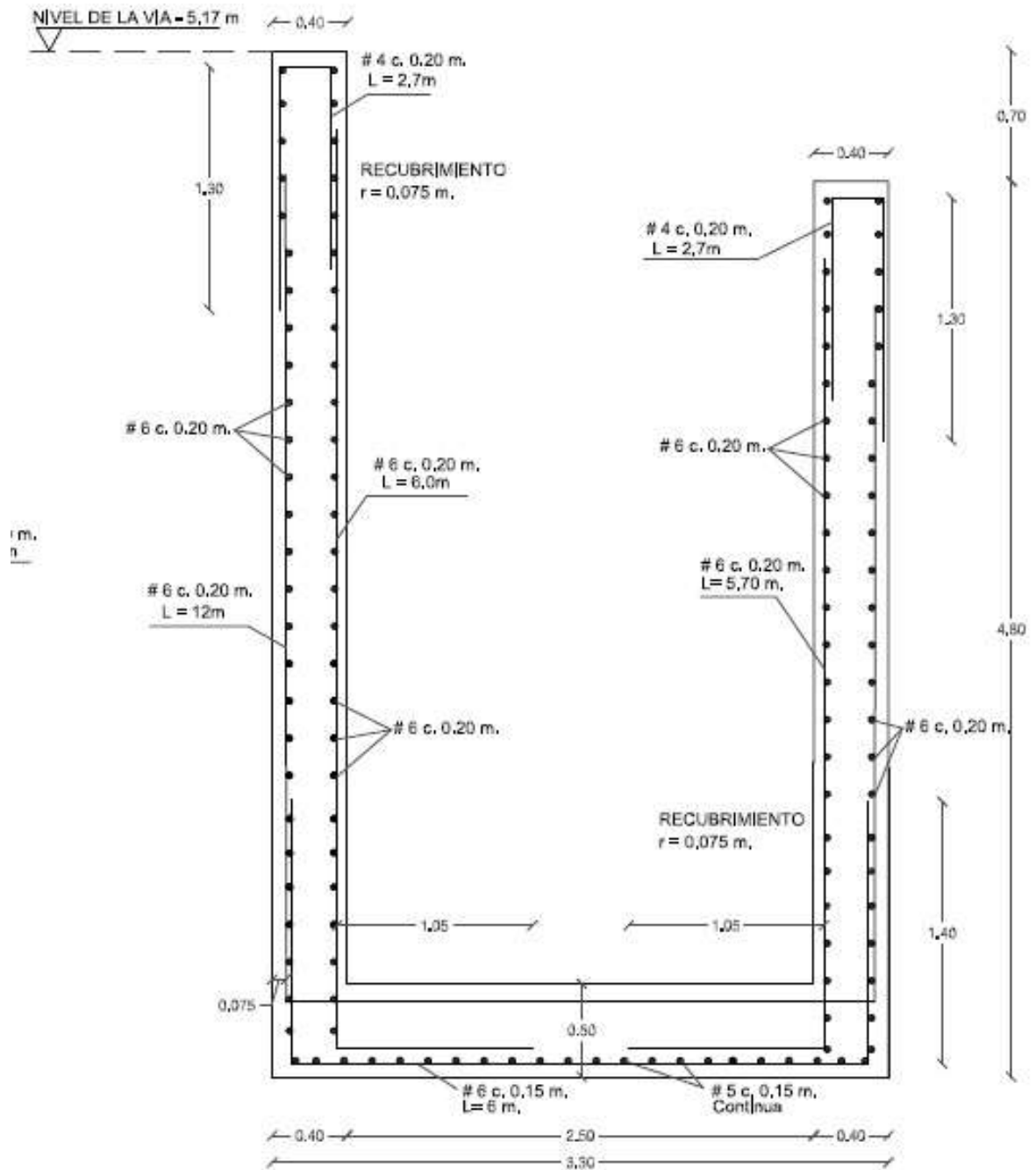


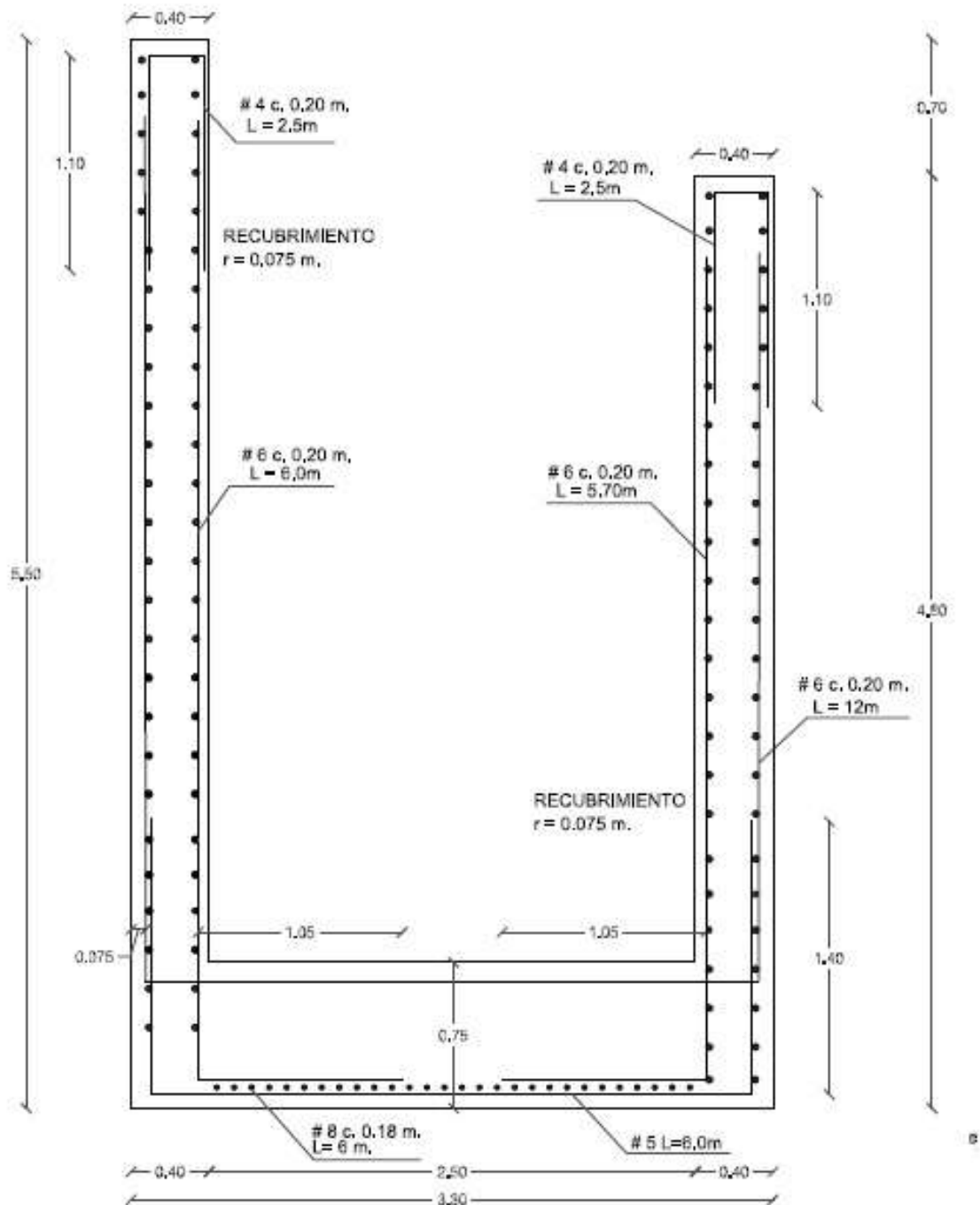
IMAGEN 6 - DESPIECE ACERO HORIZONTAL





CORTE A-A  
DESPIECE DE ACEROS VERTICALES CAJON  
ZONA CENTRAL

IMAGEN 7 – ACERO DE REFUERZO VERTICAL PARA CAJON ZONA CENTRAL PILA CENTRAL



**CORTE E-E**  
**DESPIECE DE ACEROS VERTICALES CAJON**  
**ZONA VASTAGO**

**IMAGEN 8 – ACERO DE REFUERZO VERTICAL PARA CAJON ZONA VASTAGO PILA CENTRAL**





### **8.1.3 Acero de refuerzo Zona Central y Cajón Zona Vástagos Pila Central**

- se realizó la supervisión de la actividad constructiva de corte, doblamiento, figuración y la colocación de las barras de acero para las pantallas cajón de vástagos de la Pila central No.2 K0+135,32. y se verificó que estuvieran de acuerdo al despiece especificado en los planos.

En la Imagen 10 se presenta el registro fotográfico de la actividad realizada.



**IMAGEN 10 – INSTALACION Y AMARRE DE ACERO DE REFUERZO CAJON Y VASTAGO PILA CENTRAL**

La cantidad de acero de acuerdo al despiece con las dimensiones del acero instalado que se muestra en la Imagen 9, se representan en la siguiente Tabla 3.



Tabla 3 – CANTIDADES DE ACERO INSTALADO PANTALLAS Y CAJON DE VASTAGOS PILA CENTRAL

FECHA	APLICACIÓN DEL ACERO	CALCULO PARA PESOS				
		DIAMETRO	LONGITUD	CANTIDAD	P/UNIDAD	P/TOTAL
06/09/2014	CIMIENTO ADICIONAL	3/4"	6	12	2.24	161.28
06/09/2014	CIMIENTO ADICIONAL	3/4"	1.5	4	2.24	13.44
06/09/2014	PANTALLA	1/2"	2.7	184	1	496.80
06/09/2014	PANTALLA	3/4"	10	104	2.24	2329.60
06/09/2014	PANTALLA	3/4"	6	52	2.24	698.88
06/09/2014	PANTALLA	3/4"	6	104	2.24	1397.76
06/09/2014	PANTALLA	3/4"	10	52	2.24	1164.80
06/09/2014	7 TABIQUES	3/4"	3.8	384	2.24	3268.608

**CANTIDAD DE ACERO INSTALADO: 9531.17 KG**

Como se especificó en los planos el refuerzo debe ser acero corrugado de baja aleación fabricado bajo la norma NTC 2289 (ASTM).

#### 8.1.4 Relleno con material granular de fundición en primer nivel Pila central

Se realizó el relleno con material granular de sitio sacado anteriormente de la pila con el propósito de hacer más fácil el trabajo en alturas, y prescindir del uso de motobomba en esta abscisa. Para la realización de esta actividad se contrató una excavadora sobre orugas marca KOTMASU, el volumen de excavación fue de 406.18 m<sup>3</sup>. El registro fotográfico de esta actividad se evidencia en las Imágenes 11.



IMÁGENES 11 – RELLENO CON MATERIAL GRANULAR PILA CENTRAL

### 8.1.5 Formaleta metálica Cajón central y Cajón de vástagos Pila central

Se realizó la instalación de formaleta metálica para las pantallas, cajón zona central y cajón de vástagos, con el propósito de confinar, dar forma, niveles y dimensiones a los elementos de concreto, adicionándole aceite para evitar que la formaleta quede adherida a los elementos a fundir, además de que no manche la superficie del concreto y no pueda ser adsorbida por este, se utilizaron platinas más conocidas como corbatas lisas para ensamblar las formaletas entre si y evitar que esta se desplacen con el fin de mantener un espesor constante o evitar que pueda salir el concreto por las aberturas, estas corbatas se cubrían con tela para corbatas Ductolon para posteriormente recuperarse, la formaleta también se encontraba debidamente apuntalada y amarrada para prevenir distorsiones y movimientos que pudieran producir vibraciones o deformaciones en la formaleta.

Para el anclaje y atraque de la formaleta se utilizaron gatos hidráulicos y tacos de guadua, lo cual para esta fundición no presentaron problemas, evidenciado en la Imagen 13

El registro fotográfico que evidencia la instalación de formaleta metálica se muestra a continuación en la Imagen 12.



**IMAGEN 12 – INSTALACION FORMALETA METALICA PANTALLAS Y CAJON PILA CENTRAL**



**IMAGEN 13 – ATRAQUE DE FORMALETA CON GATOS HIDRAULICOS Y TACOS DE GUADUAS EN FUNDICION CAJON VASTAGOS Y CAJON ZONA CENTRAL - PILA CENTRAL**



### 8.1.6 Instalación de platinas zona Cajón central Pila central

Se realizó la instalación de siete platinas en la zona de los tabiques, aquí es donde reposan las vigas con el proceso de unión con soldadura y son de gran importancia puesto que sirven de apoyo fundamental al puente y donde la cimentación de esta pila aporta su resistencia.

En las Imágenes 14 se muestra la forma de las platinas y el momento en que se estaban instalando en los tabiques de la pila central.



IMÁGENES 14 – INSTALACION PLATINAS DE TABIQUES PILA CENTRAL

### 8.1.7 Fundición de Pantallas, cajón central y cajón vástago Pila central

La primera fundición realizada en cajón central, cajón vástago y zona de tabiques fue hasta una altura de 2.4m, en esta fundición la cantidad de concreto necesario para cada elemento se muestra en la Tabla 4.

Tabla 4 – VOLUMEN DE CONCRETO FUNDICION CAJON CENTRAL Y CAJON VASTAGO PILA CENTRAL

ABSCISA	PILA K 00+135,32					
ACTIVIDADES	UN	LARGO m.	ANCHO m.	ALTURA m.	VOL (m3)	OBSERVACIONES
Vástago en concreto f'c=3000 psi (Puente)	M3	2.50	1.10	2.35	6.46	1° FUNDICION PARTE VASTAGO DERECHO
		2.50	1.10	2.35	6.46	1° FUNDICION PARTE VASTAGO IZQUIERDO
TOTAL					12.93	





ACTIVIDADES	UN	LARGO m.	ANCHO m.	ALTURA m.	VOL (m3)	OBSERVACIONES
Cajones en concreto f'c=3000 psi (Puente)	M3	19.30	0.40	2.35	36.28	FUNDICION FINAL PANTALLAS
		2.50	0.40	2.35	4.70	FUNDICION FINAL PANTALLAS
		2.50	0.40	1.65	11.55	FUNDICION FINAL TABIQUES
<b>TOTAL</b>					<b>52.53</b>	

Como se muestra en la tabla 4 la altura total alcanzada para las pantallas es de 4.7 en ambas, por lo que no estaría de acuerdo con los planos donde el lado de margen izquierdo está ubicado 0.70m más alto que el lado de la pantalla de margen derecho que debía quedar a la misma altura de los tabiques, el contratista consulto con la interventoría sobre fundir las dos pantallas al mismo nivel por cuestiones de seguridad para los trabajadores y puesto que no implicaba afectación en el diseño se aprobó por parte de la interventoría y el contratista asumiría el coste de concreto utilizado de más. La altura total alcanzada por los tabiques fue de 4.05m.

La actividad constructiva de la fundición se evidencia en la Imagen 15

**EQUIPO UTILIZADO:** Vibrador a gasolina, bomba estacionaria, carro mixer  
**COMPRAS NECESARIAS:** 64 M3 de concreto premezclado de 3000 PSI



IMAGEN 15 – FUNDICION CAJON VASTAGOS Y CAJON CENTRAL PILA CENTRAL



En la fundición surgieron problemas para lograr introducir el concreto por debajo de las platinas debido al reducido espacio para introducir la manguera del concreto bombeable y se llenaban rápidamente los extremos, quedando un vacío de concreto justamente en el debajo del centro de la platina mostrado en la Imagen 16.



IMAGEN 16 – ILUSTRACION DE ESPACIO REDUCIDO POR PLATINA Y FORMAleta, Y LUGAR DONDE NO SE VACIO CONCRETO

#### 8.1.8 Retiro de Formaleta Metálica Cajón central y Cajón de Vástagos Pila central

En el momento del retiro de formaleta se evidencio el problema descrito anteriormente en la zona de los tabiques, el cual se ilustra en las Imágenes 17.



IMÁGENES 17 - PROBLEMA EN TABIQUES PILA CENTRAL

Se puede ver su arreglo más adelante en 8.1.14 pág. 42



En el resto de elementos fundidos como pantallas y cajón de vástago se evidenció buen acabado lo que muestra que el vibrado se realizó de forma correcta y en la intensidad suficiente para producir una adecuada consolidación en el concreto, solamente se removieron toda la rebaba y salientes irregulares de la superficie del concreto por medio de cincel.

El acabado de las pantallas margen derecho se evidencia en las Imágenes 18.



**IMÁGENES 18 – RETIRO DE FORMALETA PANTALLAS Y CAJON VASTAGO – PILA CENTRAL**

El retiro de la formaleta se realizó aproximadamente después de 12 horas de tiempo de fraguado, cuando la estructura soportara de manera segura su propio peso y las cargas colocadas sobre ella, la remoción de la formaleta y soportes se realizó cuidadosamente y en forma tal, que permitiera al concreto tomar en forma gradual y uniformemente los esfuerzos.

Inmediatamente después del retiro de la formaleta y del acabado se le realizó el respectivo curado a los elementos fundidos con aplicación de antisol blanco de sika, producto de reconocida calidad, aplicado mediante aspersion sobre la superficie generando una película impermeable que evita la perdida prematura de humedad, lo que garantiza el curado de los elementos.



### 8.1.9 Relleno con material granular de fundición en segundo nivel Pila central

Se realizó relleno con material granular de sitio con propósito de mejorar el trabajo en alturas y poder trabajar de manera sencilla en los dos vástagos de la pila central, para la realización de esta actividad se contrató una excavadora sobre orugas marca HITACHI, el volumen de excavación fue de 300.14 m<sup>3</sup>.

El registro fotográfico de esta actividad se evidencia en las Imágenes 19.



IMÁGENES 19 – RELLENO CON MATERIAL GRANULAR SEGUNDO NIVEL – PILA CENTRAL

### 8.1.10 Acero de refuerzo Vástagos Pila central

#### 8.1.10.1 Despiece Acero Vástagos Pila central

El acero de refuerzo de los vástagos está conformado por varilla longitudinal corrugada # 8 ubicada en posición vertical y diagonal como se muestra en la Imagen 20 y varilla corrugada # 4, para estribos colocados horizontalmente como se muestra en la Imagen 21 para las varillas colocadas diagonalmente en el corte D-D y en la Imagen 22 para las varillas colocadas verticalmente.

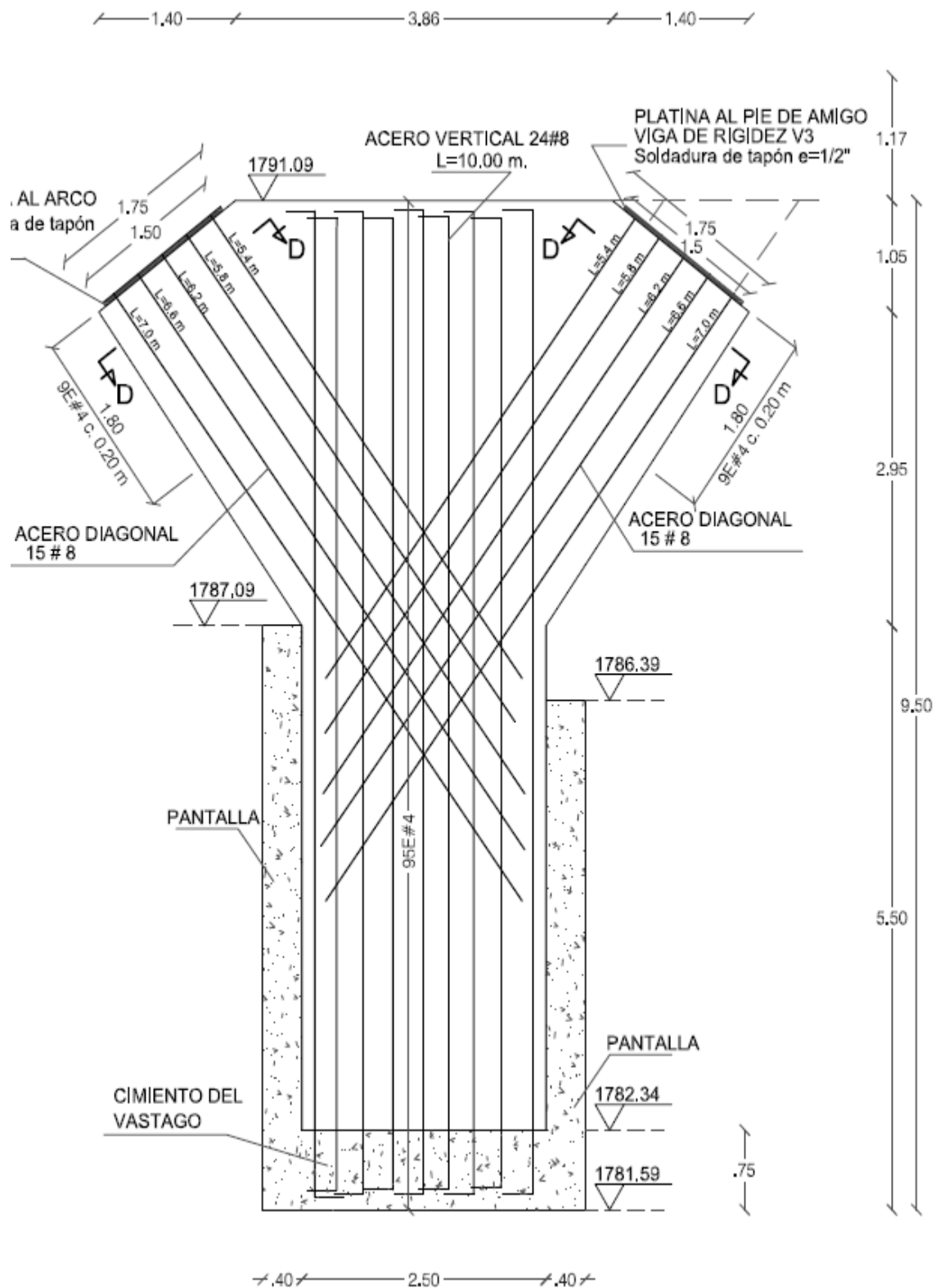
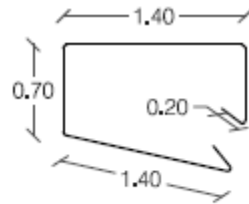
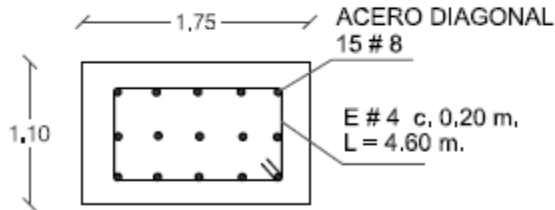


IMAGEN 20 – CORTE DEL VASTAGO PILA CENTRAL



DETALLE ESTRIBO

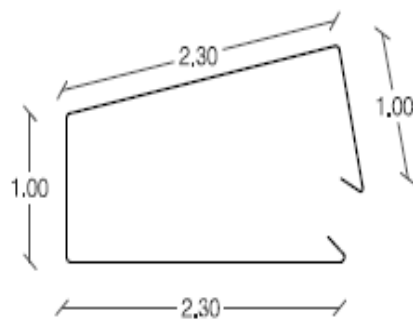
ESC \_\_\_\_\_ 1:50



SECCIÓN D-D

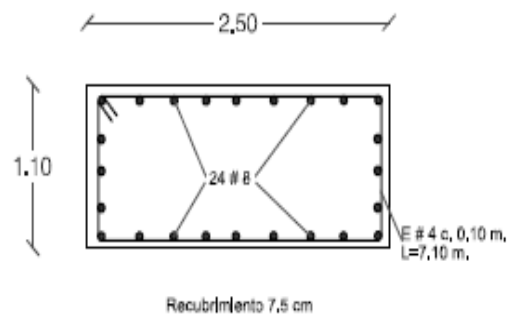
ESC 1:50

IMAGEN 21 – DETALLE ESTRIBO DIAGONAL VASTAGO PILA CENTRAL



DETALLE ESTRIBO

ESC \_\_\_\_\_ 1:50



SECCIÓN PRINCIPAL VASTAGO

ESC \_\_\_\_\_ 1:50

IMAGEN 22 - DETALLE ESTRIBO VERTICAL VASTAGO PILA CENTRAL



#### **8.1.10.2 Instalación de Acero de refuerzo Vástagos Pila central**

- se realizó la supervisión de la actividad constructiva de corte, doblamiento, figuración y la colocación de las barras de acero para los dos vástagos de la Pila central No.2 K0+135,32. y se verificó que estuvieran de acuerdo al despiece especificado en los planos.

En la Imagen 23 y 24 se presenta el registro fotográfico de la actividad realizada.



**IMAGEN 23 – ACERO DE REFUERZO VASTAGO DERECHO PILA CENTRAL**



**IMAGEN 24 – ACERO DE REFUERZO VASTAGOS PILA CENTRAL**

La cantidad de acero total instalado en los dos vástagos de la pila central de acuerdo al despiece y el contado respectivamente en obra junto con las dimensiones del acero instalado que se muestra en la Imagen 24, se representan en la siguiente Tabla 5.





Tabla 5. CANTIDAD DE ACERO INSTALADO EN VASTAGOS PILA CENTRAL

FECHA	APLICACIÓN DEL ACERO	CALCULO PARA PESOS				
		DIAMETRO	LONGITUD	CANTIDAD	P/UNIDAD	P/TOTAL
17/09/2014	CUERPO DEL VASTAGO	1"	10.9	48	3.97	2077.104
17/09/2014	CUERPO DEL VASTAGO	1/2"	7.1	190	1	1349
17/09/2014	CUERPO DEL VASTAGO	1"	5.2	12	3.97	247.728
17/09/2014	CUERPO DEL VASTAGO	1"	5.4	12	3.97	257.256
17/09/2014	CUERPO DEL VASTAGO	1"	6.2	12	3.97	295.368
17/09/2014	CUERPO DEL VASTAGO	1"	6.6	12	3.97	314.424
17/09/2014	CUERPO DEL VASTAGO	1"	7.00	12.00	3.97	333.48
17/09/2014	CUERPO DEL VASTAGO	1/2"	4.60	36.00	1	165.60
17/09/2014	CUERPO DEL VASTAGO	1/2"	1.60	36.00	1	57.60
12/10/2014	CUERPO DEL VASTAGO	1/2"	2.70	40.00	1	108.00
20/10/2014	CUERPO DEL VASTAGO	1/2"	2.70	18.00	1	48.60

**. CANTIDAD DE ACERO INSTALADO: 5254.16 KG**

Las barras de refuerzo corrugado son de acero de baja aleación, fabricado bajo la Norma NTC 2289.

### 8.1.11 Formaleta metálica Vástagos Pila central

Se realizó la instalación de formaleta metálica para los vástagos derecho e izquierdo de la pila central, a la formaleta se le dió el mismo procedimiento visto anteriormente colocando aceite en el interior de la formaleta para evitar que quede adherida a la superficie de concreto de los vástagos, también como comúnmente se utiliza en formaletas metálicas se colocaron platinas o corbatas lisas para ensamblar las formaletas entre si y evitar que esta se desplacen con el fin de mantener un espesor constante o evitar que pueda salir el concreto por las aberturas, estas corbatas se cubren con tela para corbatas Ductolon, y se puede apreciar lo anteriormente descrito en la Imagen 25.



**IMAGEN 25 - FORMALETA METALICA Y CORBATAS VASTAGO IZQUIERDO PILA CENTRAL**

En la formaleta también se encontraba debidamente apuntalada y amarrada para prevenir distorsiones y movimientos que pudieran producir vibraciones o deformaciones en la formaleta para lo que se utilizó tacos de guadua y gatos hidráulicos lo cual no presentó inconvenientes, se evidencia en la Imagen 26.



**IMAGEN 26- ATRAQUE DE FORMALETA CON GATOS HIDRAULICOS Y TACOS DE GUADUAS EN FUNDICION VASTAGOS - PILA CENTRAL**



El registro fotográfico durante el proceso de instalación de la formaleta metálica se muestra a continuación en las Imágenes 27.



IMÁGENES 27 – INSTALACION DE FORMALETA METALICA VASTAGOS PILA CENTRAL

#### 8.1.12 Instalación de Platinas y Pernos Vástagos Pila central

Se realizó la instalación de platinas en los vástagos de la Pila central, dos de las platinas se encuentran en las partes inclinadas de cada vástago y es del lado de la margen derecha donde se engancha una viga que sirve de soporte al puente secundario y transmite las cargas directamente al vástago, las otras vigas colocadas horizontalmente en la superficie de los vástagos

En las Imágenes 28 se muestra como y donde se colocaron las platinas, además de los pernos con cabeza para refuerzo de cortante instalados en las platinas.



IMÁGENES 28 – INSTALACION DE PLATINAS VASTAGOS PILA CENTRAL



### 8.1.13 Fundición de Vástagos Pila Central

Se realizó la supervisión de la actividad Fundición de los vástagos en la Pila central, la cantidad de concreto necesaria para cada elemento se muestra en la Tabla 6.

Tabla 6 – VOLUMEN DE CONCRETO FUNDICION VASTAGOS PILA CENTRAL

ABSCISA	PILA K 00+135,32					
ACTIVIDADES	UN	LARGO m.	ANCHO m.	ALTURA m.	VOL (m3)	OBSERVACIONES
Vástago en concreto f'c=3000 psi (Puente)	M3	18.86		1.10	20.75	VASTAGO IZQUIERDO
	TOTAL				20.75	
ACTIVIDADES	UN	AREA m2	ANCHO m.	VOL (m3)	OBSERVACIONES	
Vástago en concreto f'c=3000 psi (Puente)	M3	18.86	1.10	20.75	VASTAGO DERECHO	
	TOTAL				20.75	

La fundicion de los vastagos no se realizó en la misma fecha por lo cual para la fundicion del vastago izquierdo que se evidencia en las Imágenes 29, fue necesario:

**EQUIPO UTILIZADO:** 2 Vibrador eléctrico, bomba estacionaria, carro mixer  
**COMPRAS NECESARIAS:** 21 M3 de concreto premezclado de 3000 PSI



IMÁGENES 29 – FUNDICION VASTAGO IZQUIERDO PILA CENTRAL



En la fundición del Vastago derecho de la pila central fue necesario:

**EQUIPO UTILIZADO:** 2 Vibrador eléctrico, 1 Vibrador a gasolina, bomba estacionaria, carro mixer

**COMPRAS NECESARIAS:** 21 M3 de concreto premezclado de 3000 PSI

El registro fotográfico de la actividad se muestra en las Imágenes 30



**IMÁGENES 30 – FUNDICION VASTAGO DERECHO PILA CENTRAL**

No se presentaron inconvenientes en la fundición de los dos vástagos, el concreto colocado se consolidó mediante vibración interna, tratando de obtener la mayor densidad posible, de tal forma que cubra totalmente las superficies de la formaleta.

La forma de utilizar el vibrador fue verticalmente con su cabeza totalmente sumergido en la mezcla, también dejando que se abra camino dentro del concreto y llegue a fluir alrededor del refuerzo hasta las esquinas de la formaleta, y al final retirar lentamente para evitar la formación de cavidades u hormigueros, los vibradores eran de guaya larga debido a la altura de los vástagos y la vibración se realizaba por capas, logrando compactar cada capa antes de depositarse la siguiente, y así garantizar el buen desarrollo del concreto y la terminación de los vástagos.



#### 8.1.14 Arreglo de Tabiques Pila central

Programada la fundición de los vastagos se utilizó de este mismo concreto para el arreglo de los tabiques de la Pila central, por el problema descrito anteriormente en literal **8.1.7** y **8.1.8**, además evidenciado en las **Imágenes 17**, debido a que el concreto ya había endurecido se utilizó Sikadur – 32 primer que es un adhesivo epoxico que garantiza una pega perfecta entre concreto fresco y endurecido, para su aplicación se supervisó que la superficie estuviera limpia y libre contaminación, polvo, etc.,

La terminación del arreglo se muestra en las Imágenes 31



IMÁGENES 31 – ARREGLO DE TABIQUES PILA CENTRAL

#### 8.1.15 Retiro de Formaleta Metálica Vástagos Pila central

Tanto en el vástago izquierdo como derecho se evidenció buen acabado lo que muestra que el vibrado se realizó de forma correcta y en la intensidad suficiente para producir la plasticidad y adecuada consolidación en el concreto, además por el color y textura del concreto se muestra la calidad de los agregados utilizados, el proceso de retiro de formaleta metálica se muestra en la Imagen 32



IMAGEN 32 – RETIRO DE FORMAleta VASTAGOS PILA CENTRAL

El retiro de la formaleta metálica, así como el retiro de puntales se realizó cuidadosamente para que el concreto tomara gradualmente su propio peso después de un tiempo de endurecimiento del concreto de aproximadamente 24 horas.

Retirada la formaleta metálica se le realizó el respectivo curado a los vástagos fundidos con aplicación de antisol blanco de Sika.

El acabado de los vástagos y la terminación de la pila central se pueden apreciar en las Imágenes 33.



IMAGEN 33 - TERMINACION PILA CENTRAL K0+ 135.32



### 8.1.16 Control de Calidad Fundición de vástagos Pila central

Se realizó la prueba de asentamiento del concreto Slump de acuerdo a INV E-404 utilizando una muestra representativa del concreto, obteniéndose un asentamiento de 5" +/- 1. También se tomaron muestras al azar por parte de interventoría y del contratista para realizar el control de calidad en cuanto a resistencia del concreto empleado en la fundición del vástago derecho y vástago izquierdo de la Pila central, se realizó de acuerdo a INV E-630, se tomaron 4 especímenes según el método descrito en la norma de ensayo INV E-401, con ellos se fabricaran probetas cilíndricas según la norma INV E-402 para someterlos a ensayos de resistencia a la compresión a los 7 y 28 días, como referencia también se toman las normas NTC 550 Y 673.

En la Tabla 7. Se resumen los resultados de los ensayos para el control de calidad de resistencia a la compresión del concreto empleado en las fundiciones de pantallas, cajón de vástago, tabiques, vástago izquierdo y vástago derecho en la construcción de la Pila central.

**Tabla 7. RESUMEN DE RESULTADOS DE LOS ENSAYOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO EMPLEADA PARA LA FUNDICION DE LA PILA CENTRAL**

DATOS DE MEZCLA TOMADOS				ROTURA DE CILINDROS			
FECHA DE FUNDICION	ELEMENTO	ASENTAMIENTO	RESISTENCIA REQUERIDA (Kg/Cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA PROMEDIO A LOS 7 DIAS (Kg/Cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA PROMEDIO A LOS 28 DIAS (Kg/Cm <sup>2</sup> )	% DE RESISTENCIA	OBSERVACIONES
30/07/2014	LOSA DE CIMENTACION PILA 135.32	6	210	189.7	250.3	119.2	PREMEZCLADO - PREDELCA
16/08/2014	PANTALLAS, TABIQUES, CAJON VASTAGO PILA 135.32	6	210	128.9	225.3	107.3	PREMEZCLADO - PREDELCA
18/09/2014	SEGUNDO CUERPO PANTALLAS, TABIQUES, CAJON VASTAGO PILA 135.32	5	210	153.2	214.9	102.3	PREMEZCLADO - PREDELCA
25/10/2014	VASTAGO IZQ. PILA 135.32	6	210	183.5	228.2	108.7	PREMEZCLADO - PREDELCA
30/10/2014	VASTAGO DERE. PILA 135.32	5 1/2	210	184.1			PREMEZCLADO - PREDELCA





Los resultados de resistencia a la compresión en las diferentes edades de ensayo 7 y 28 días, mostraron una evolución razonable y satisfactoria de resistencia porque en la mayoría de los ensayos a los 7 días ya se había alcanzado un 87% de resistencia con respecto a la de diseño.

Los elementos que mayor resistencia registraron fue la losa de cimentación de la pila con una resistencia desarrollada en 119.2%, alrededor de 3572 PSI, y los vástagos con una resistencia alrededor de 3260 PSI, los resultados son satisfactorios puesto que la zona de vástagos es a donde llegan las cargas principalmente de la vigas de la losa del puente secundario.

En base a los resultados dados por el contratista y los resultados con los de la interventoría, el seguimiento y análisis realizado para el control de calidad en el concreto fundido en la pila central, se puede concluir que se cumplió con las exigencias de resistencia a la compresión especificadas en el diseño.

Copia de los ensayos originales expedidos por el laboratorio del contratista se muestran en los anexos 1,2 y 3 del presente documento.

## **8.2 CONSTRUCCION DEL ESTRIBO 3 K0+165.32**



**IMAGEN 34 – EXCAVACION Y FUNDICION DE SOLADO DE LA CIMENTACION DEL ESTRIBO No. 3 K0+165.32**

Las actividades de construcción del estribo No. 3 Ubicado en la abscisa 165.32 ya se habían iniciado con trabajos de excavación, descapote y limpieza mostrados en la Imagen 34, en el momento en que se empezó con la práctica profesional, así



como la actividad constructiva de corte, figuración y colocación de las barras de acero para la cimentación de vástago y cajón

La cantidad de acero instalado antes de comenzar la práctica profesional se muestra en la Tabla 8.

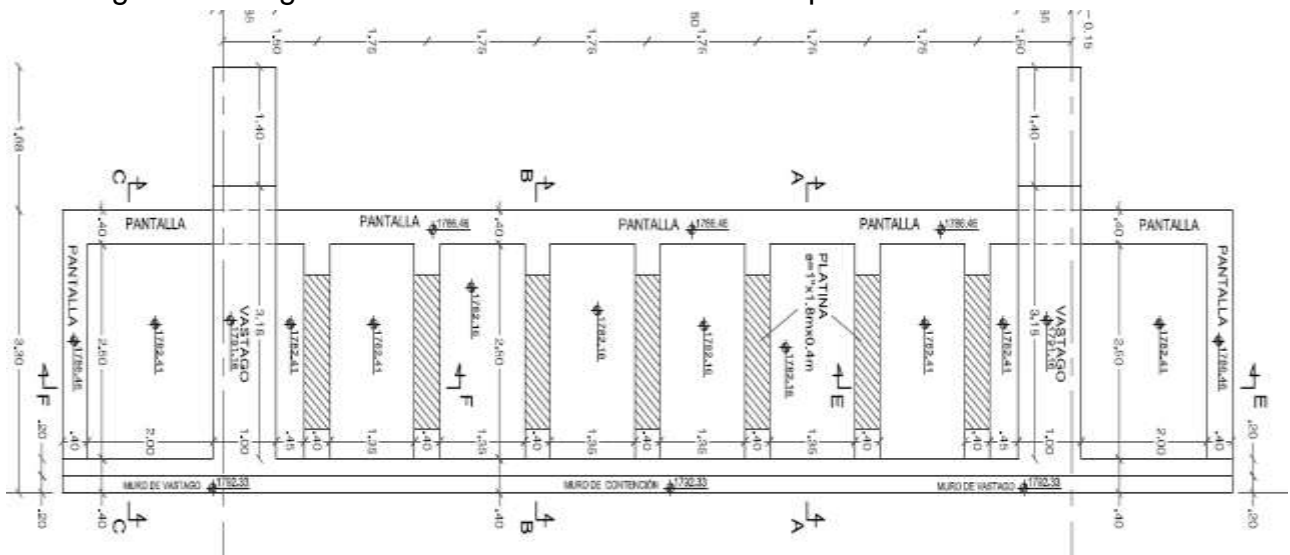
**Tabla 8. CANTIDAD DE ACERO INSTALADO EN LA CIMENTACION DEL ESTRIBO No. 3**

ABSCISA	FECHA	APLICACIÓN DEL ACERO	CALCULO PARA PESOS				
			DIAMETRO	LONGITUD	CANTIDAD	P/UNIDAD	P/TOTAL
165.32	01/09/2014	CIMIENTO VASTAGO	5/8"	3.00	80.00	1.55	372.00
165.32	01/09/2014	CIMIENTO VASTAGO	1"	6.00	34.00	3.97	809.88
165.32	01/09/2014	CIMIENTO CAJON	5/8"	6.60	21.00	1.55	214.83
165.32	01/09/2014	CIMIENTO CAJON	3/4"	6.00	43.00	2.24	577.92

**CANTIDAD DE ACERO INSTALADO: 1974.73 KG**

### 8.2.1 Diseño Estructural Estribo No.3

En la siguiente Imagen 35 se muestra el diseño visto en planta del estribo No.3



**IMAGEN 35 – PLANTA DE CIMENTACION ESTRIBO No.3**



El esquema está compuesto de pantallas, cajones de vástagos, cajón de zona central, dos vástagos y un muro de contención

Concreto especificado:  $f'c$ : 21 Mpa, se utilizó un concreto clase D premezclado de 3000 PSI cumpliendo con las características exigidas por el diseñador.

### 8.2.2 Despiece Acero Zona Central y Cajón Zona Vástagos Estribo No. 3

El acero de refuerzo del cajón central y cajón de vástagos está conformado por barras de acero distribuidas horizontalmente con varilla longitudinal corrugada # 6 hasta la altura de los tabiques, y en la cimentación por varilla corrugada #5, como se muestra en la Imagen 36.

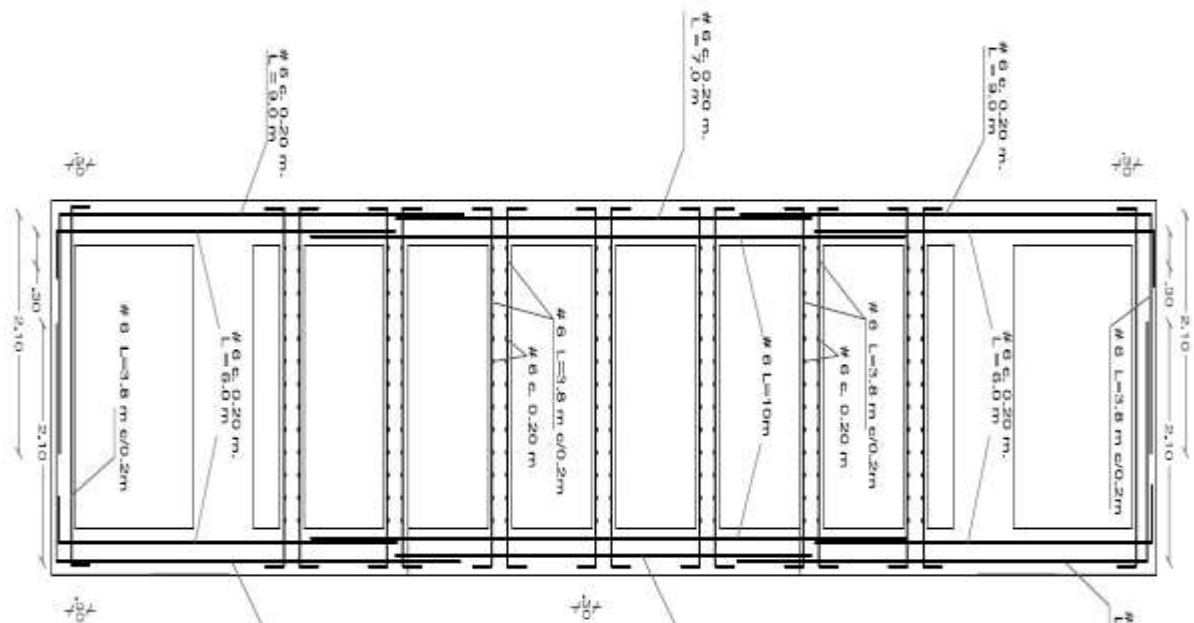
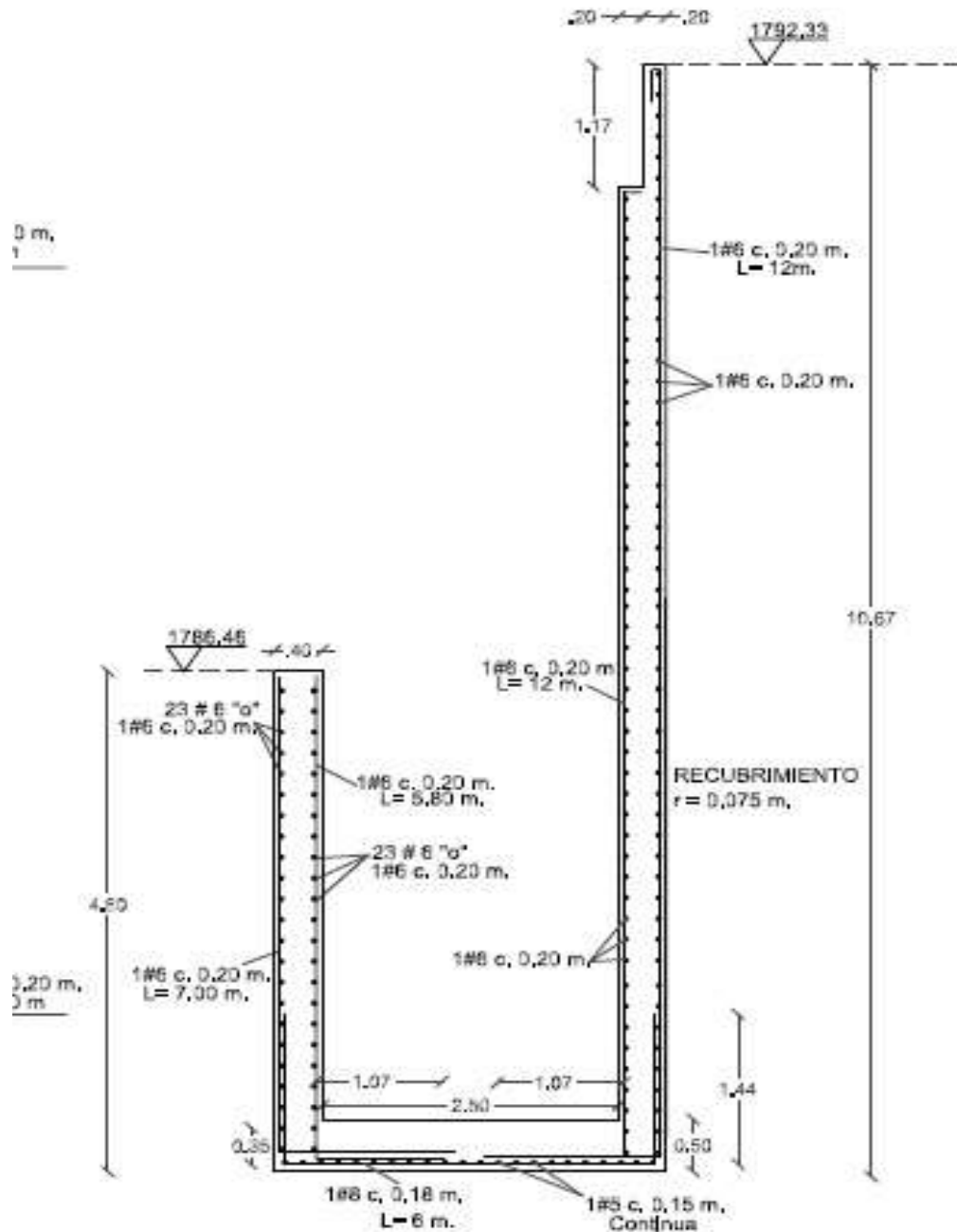


IMAGEN 36 - DESPIECE ACERO HORIZONTAL

Conformado para el cajón de zona vástagos por barras de acero distribuidas verticalmente con varilla longitudinal corrugada #6 y #8, como se muestra en la Imagen 37.

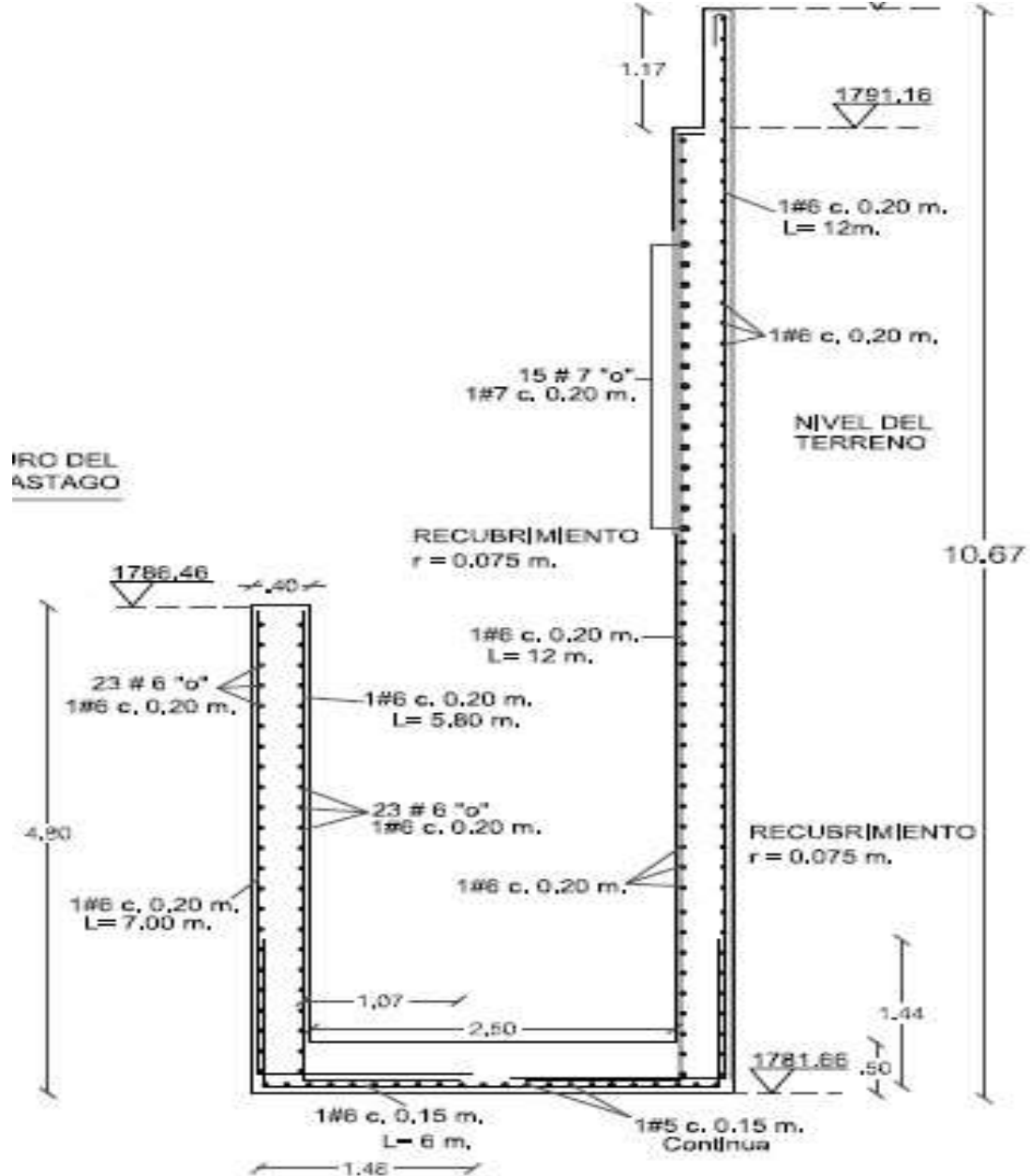


CORTE C-C  
DESPIECE DE ACEROS VERTICALES CAJON  
ZONA VASTAGO  
ESC \_\_\_\_\_ 1:50

IMAGEN 37 – ACERO DE REFUERZO VERTICAL PARA CAJON ZONA VASTAGO ESTRIBO  
No. 3



Para el Cajón central conformado por varilla longitudinal corrugada #6 distribuida verticalmente y por varilla longitudinal corrugada #7 para el muro de contención distribuida horizontalmente, como se muestra en la Imagen 38.

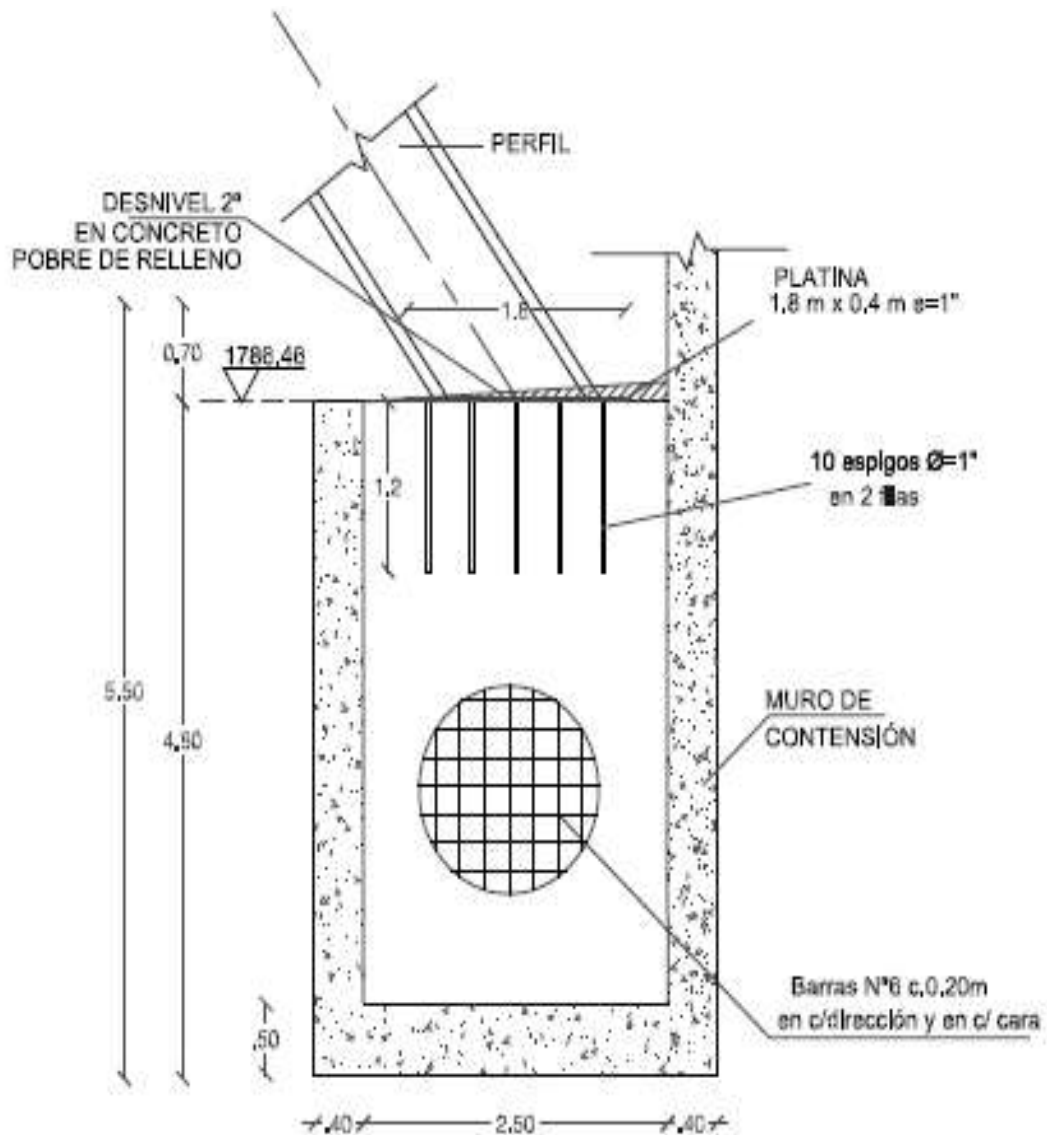


**CORTE A-A**  
**PIECE DE ACEROS VERTICALES CAJON**  
**ZONA CENTRAL**

IMAGEN 38 – ACERO DE REFUERZO VERTICAL PARA CAJON ZONA CENTRAL ESTRIBO  
No. 3



La siguiente Imagen 39 muestra la vista en perfil en la zona de cada tabique, zona en donde se apoyaran las vigas principales, el acero de refuerzo corresponde a varilla #6 ubicada cada 0.20m, en cada dirección y cara, en un ancho de 0.40m y en una profundidad de 4.3m



### CORTE B-B

IMAGEN 39 – ACERO DE REFUERZO ZONA TABIQUES ESTRIBO No.3



### 8.2.3 Fundición de Cimentación de Vástago y Cajón Estribo No. 3

Antes de realizarse la colocación del concreto para la cimentación, se preparó la superficie sobre la cual se va a colocar la mezcla, en este caso como era suelo natural, se preparó con un concreto pobre o de solado con una delgada capa.

La fundición de la cimentación se realizó con concreto bombeado colocado uniformemente por zonas, cajón central y de vástagos para evitar el exceso o segregación, el vibrado se realizó internamente.

En esta fundición la cantidad de concreto necesario para cada elemento se muestra en la Tabla 9.

**Tabla 9 – VOLUMEN DE CONCRETO FUNDICION CAJON CENTRAL Y CAJON VASTAGO PILA CENTRAL**

ABSCISA	<b>ESTRIBO K 00+165,32</b>					
ACTIVIDADES	UN	LARGO m.	ANCHO m.	ALTURA m.	VOL (m3)	OBSERVACIONES
Fundaciones de muros en concreto f'c=3000 psi (Puente)	M 3	12.00	3.30	0.75	29.70	Cimentación Cajón Vástagos
		6.60	3.30	0.50	10.89	Cimentación Cajón Central
	<b>TOTAL</b>				<b>40.59</b>	

Como se muestra en la tabla 9 la altura de cimentación para la zona de cajón vástagos es de 0.75m y de la zona cajón central 0.50m, tal como se especifica en los planos.

No se evidenciaron problemas con la fundición de la cimentación del estribo No.3, debido a que el concreto descargado de la mezcladora estacionaria tenía la consistencia, trabajabilidad y uniformidad para garantizar un buen desarrollo en la fundición, además de depositado muy cerca y contar con vibradores de guaya corta que evitaban la segregación del concreto y alcanzaban la densidad y plasticidad adecuada.

**EQUIPO UTILIZADO:** 2 vibradores a gasolina, 1 vibrador eléctrico, Bomba estacionaria, Carro mixer.

**COMPRAS NECESARIAS:** 42 M3 de concreto premezclado de 3000 PSI

La actividad constructiva de la fundición se evidencia en la Imagen 40



IMAGEN 40 – FUNDICION DE CIMENTACION ESTRIBO No.3

#### 8.2.4 Acero de refuerzo Zona Central y Cajón Zona Vástagos Primer nivel Estribo No.3

- Se realiza la supervisión de la actividad constructiva de colocación de las barras de acero en cuerpo de la pantalla, muro de vástagos y muro de contención del Estribo No.3 K0+165,32 además del chequeo, conteo de cantidades y dimensiones del acero instalado.

El acero instalado horizontalmente llega hasta una altura de 2.4m que es hasta donde se realizará la fundición en un primer cuerpo, o primera parte, En las Imágenes 42 se representa el registro de la actividad realizada.





**IMÁGENES 41 – INSTALACION Y AMARRE DE ACERO DE REFUERZO ZONA CENTRAL Y CAJON DE VASTAGO PRIMER NIVEL ESTRIBO No. 3**

El refuerzo con oxido mostrados en las Imágenes 41 se lavó por medio de chorros de agua y se limpió con cepillo de alambre de acero, con tal de cumplir con especificaciones de la NTC, también se verifico que estuviera libre de barro o de aceites que puedan reducir la adherencia con el concreto, así como se verifico que estuviera totalmente amarrado y asegurado con alambre dulce, y colocado con precisión según las especificaciones del diseño o cumpliendo con las tolerancias dadas por la NSR 10 que para dimensiones es +/- 2 cm.

La cantidad de acero de acuerdo al despiece y el contado respectivamente con las dimensiones del acero instalado que se muestra en las Imágenes 41, se representan en la siguiente Tabla 10.



Tabla 10 – CANTIDADES DE ACERO INSTALADO PANTALLAS, CAJON DE VASTAGOS  
PRIMER NIVEL ESTRIBO No. 3

FECHA	APLICACIÓN DEL ACERO	CALCULO PARA PESOS				
		DIAMETRO	LONGITUD	CANTIDAD	P/UNIDAD	P/TOTAL
26/09/2014	PANTALLA	3/4"	9.00	16.00	2.24	322.56
26/09/2014	PANTALLA	3/4"	6.00	16.00	2.24	215.04
26/09/2014	PANTALLA	3/4"	7.00	8.00	2.24	125.44
26/09/2014	PANTALLA	3/4"	10.00	8.00	2.24	179.20
26/09/2014	MURO DEL VASTAGO	3/4"	9.00	16.00	2.24	322.56
26/09/2014	MURO DEL VASTAGO	3/4"	6.90	46.00	2.24	710.98
26/09/2014	MURO DEL VASTAGO	3/4"	6.00	16.00	2.24	215.04
26/09/2014	MURO DEL VASTAGO	3/4"	5.70	46.00	2.24	587.33
29/09/2014	MURO DE CONTENCIÓN	3/4"	7.00	31.00	2.24	486.08
29/09/2014	MURO DE CONTENCIÓN	3/4"	10.00	16.00	2.24	358.40
29/09/2014	MURO DE CONTENCIÓN	7/8"	10.00	15.00	3.04	456.00
29/09/2014	7 TABIQUES	3/4"	3.80	128.00	2.24	1089.54
29/09/2014	CUERPO DEL VASTAGO	1/2"	4.60	48.00	1.00	220.80
29/09/2014	CUERPO DEL VASTAGO	1/2"	2.30	48.00	3.97	438.29
29/09/2014	ESPIGOS	1"	1.20	70.00	3.97	333.48

**CANTIDAD DE ACERO INSTALADO: 5732.84 KG**



### 8.2.5 Formaleta metálica Cajón central y Cajón de vástagos primer nivel Estribo No. 3

Se realizó la instalación de formaleta metálica para las pantallas, cajón zona central y cajón de vástagos, con la finalidad de obtener una estructura que cumpla con la forma, los niveles, y las dimensiones especificadas en los planos, la superficie es hermética para impedir perdidas de mortero, antes de realizar la instalación o de colocar el concreto se limpian de impurezas que estén adheridas a su superficie, la mayoría de veces son incrustaciones de mortero puesto que son reutilizables, la preparación de las formaletas se realiza adicionándole aceite para evitar que la formaleta quedara adherida a los elementos a fundir, la formaleta estaba debidamente arriostrada y amarradas entre sí para que garantizaran el mismo espesor, y conservaran su posición, para esto se utilizaron platinas o corbatas lisas que posteriormente se recuperaban fácilmente, también se utilizaron tuercas y acoples que permitían retirar los extremos exteriores sin producir daños en la superficie del concreto.

La formaleta también se encontraba debidamente apuntalada para prevenir distorsiones y movimientos que pudieran producir vibraciones o deformaciones en la formaleta por la presión del concreto bombeado.

El registro fotográfico que evidencia la instalación de formaleta metálica se muestra a continuación en la Imagen 42.



IMÁGENES 42 - INSTALACIÓN DE FORMALETA METÁLICA ZONA CENTRAL Y CAJON DE VASTAGOS PRIMER NIVEL ESTRIBO No.3



Para el anclaje y atraque de la formaleta se utilizaron gatos hidráulicos y tacos de guadua, lo cual para esta fundición no presentaron problemas.

### 8.2.6 Fundición de Cajón central y Cajón de Vástagos Primer nivel Estribo No. 3

Se realizó la supervisión de la actividad fundición de pantallas, muro de contención muro del vástago, en un primer nivel hasta una altura de 2.4m, en esta fundición la cantidad de concreto necesaria para cada elemento se muestra en la Tabla 11.

**Tabla 11 – VOLUMEN DE CONCRETO 1° FUNDICION CAJON CENTRAL Y CAJON VASTAGO ESTRIBO No. 3**

ABSCISA		ESTRIBO K 00+165,32				
ACTIVIDADES	UN	LARGO m.	ANCHO m.	ALTURA m.	VOLUMEN m3	OBSERVACIONES
Vástago en concreto f'c=3000 psi (Puente)	M3	2.50	1.00	2.40	6.00	1° FUNDICION PARTE VASTAGO DERECHO
		2.50	1.00	2.40	6.00	1° FUNDICION PARTE VASTAGO IZQUIERDO
	<b>TOTAL</b>				<b>12.00</b>	
ACTIVIDADES	UN	LARGO m.	ANCHO m.	ALTURA m.	VOL (m3)	OBSERVACIONES
Cajones en concreto f'c=3000 psi (Puente)	M3	18.60	0.40	2.40	35.71	1° FUNDICION PANTALLAS
		2.50	0.40	2.40	4.80	1° FUNDICION PANTALLAS
		2.50	0.40	2.65	7.95	1° FUNDICION TABIQUES (3)
		6.60	0.40	0.25	1.32	1° FUNDICION PANTALLAS cajón central
		2.50	0.40	2.40	9.60	1° FUNDICION TABIQUES(4)
<b>TOTAL</b>				<b>59.38</b>		

Para las pantallas y tabiques del cajón central la fundición se realizó en una altura de 2.65m, quedando así todos los elementos al mismo nivel de 3.15m en total junto con la cimentación.

La actividad constructiva se muestra en las Imágenes 43.

**EQUIPO UTILIZADO:** 1 Vibrador eléctrico y 2 Vibrador a gasolina, bomba estacionaria, carro mixer

**COMPRAS NECESARIAS:** 70 M3 de concreto premezclado de 3000 PSI



IMÁGENES 43 – PRIMERA FUNDICION DE PANTALLAS, MURO DEL VASTAGO Y TABIQUES  
- ESTRIBO No. 3

La colocación del concreto se realizó por bombeo, la bomba producía una corriente continua de concreto sin bolsas de aire, y el equipo se disponía de forma que las vibraciones producidas no afectaran ni a la formaleta ni al concreto, también es interesante por la buena regulación de la cantidad de mezcla depositada, lo que evitaba segregación y salpicaduras, o pérdidas de concreto, se evitaba en este tipo de fundiciones la caída libre de concreto o desde alturas superiores a 1.5m, se introducía la manguera en los sitios donde podía fluir el concreto en este caso cercano a los vástagos y por medio de un vibrado interno con vibradores eléctricos y de gasolina se hacía fluir el concreto alrededor del acero y de la formaleta a donde era difícil llegar con la altura y el reducido espacio, para asegurar que el concreto se vibró adecuadamente y garantizar su plasticidad y densidad se manejó también un vibrado externo con ayuda de un mazo en las esquinas o lugares donde no llega el vibrador interno, en las Imágenes 43 también se evidencia el respectivo atraque con gatos hidráulicos colocado para asegurar que la formaleta no pueda desprenderse debido a la presión que ejerce la bomba estacionaria para expulsar el concreto y la caída de este directamente a la formaleta.

### 8.2.7 Retiro de Formaleta Metálica Cajón central y Cajón de Vástagos Primer nivel Estribo No.3

Se realizó el retiro de la formaleta metálica instalada en la fundición de las pantallas, muro de contención y tabiques, se evidenció un buen acabado en los elementos fundidos, por lo que se infiere que se realizó un buen vibrado, también se realizó la recuperación de las corbatas, dado como resultado el buen



funcionamiento de la formaleta metálica puesto que no se han presentado inconvenientes en la fundición.



**IMÁGENES 44 – RETIRO DE FORMALETA METALICA 1° FUNDICION DE CAJON DE VASTAGOS Y CAJON CENTRAL ESTRIBO No. 3**

Para realizarse un curado satisfactorio el concreto debe mantenerse a una temperatura por encima de 10°C y en condiciones de humedad por lo menos 7 días después de la colocación del concreto, y tener cuidado o las precauciones necesarias para proteger al concreto de altas temperaturas o vientos que puedan causar su secado prematuro, en la obra el curado se realizaba con agua pero debido a que no se estaba garantizando el continuo humedecimiento del concreto, se procedió a realizarlos con la aplicación por aspersion de antisol blanco de Sika sobre la superficie, lo que protegía de la pérdida de humedad al concreto.

### **8.2.8 Acero de refuerzo Zona Central y Cajón Zona Vástagos Segundo nivel Estribo No.3**

- Se realizó la supervisión de la actividad constructiva de corte, doblamiento, figuración y la colocación de las barras de acero para la estructura de concreto reforzado, en este caso para el muro de contención, pantalla y vástagos del estribo No.3 K0+165,32 Además se realiza el chequeo de cantidades y dimensiones del acero instalado.

Se continúa con la instalación y amarre del acero total de las pantallas, muro de vástagos y tabiques, desde la altura fundida con anterioridad, En las Imágenes 45 se representa el registro de la actividad realizada.



IMÁGENES 45 – INSTALACION Y AMARRE DE ACERO DE REFUERZO ZONA CENTRAL Y CAJON DE VASTAGO SEGUNDO NIVEL ESTRIBO No. 3

La cantidad de acero de acuerdo al despiece y el contado respectivamente con las dimensiones del acero instalado que se muestra en las Imágenes 45, se representan en la siguiente Tabla 12.

Tabla 12 – CANTIDADES DE ACERO INSTALADO PANTALLAS, CAJON DE VASTAGOS SEGUNDO NIVEL ESTRIBO No. 3

FECHA	APLICACIÓN DEL ACERO	CALCULO PARA PESOS				
		DIAMETRO	LONGITUD	CANTIDAD	P/UNIDAD	P/TOTAL
06/10/2014	PANTALLA	3/4"	9.00	22.00	2.24	443.52
06/10/2014	PANTALLA	3/4"	6.00	22.00	2.24	295.68
06/10/2014	PANTALLA	3/4"	7.00	11.00	2.24	172.48
06/10/2014	PANTALLA	3/4"	10.00	11.00	2.24	246.40
06/10/2014	MURO DEL VASTAGO	3/4"	9.00	9.00	2.24	181.44
06/10/2014	MURO DEL VASTAGO	3/4"	6.90	30.00	2.24	463.68
06/10/2014	MURO DEL VASTAGO	3/4"	6.00	9.00	2.24	120.96
06/10/2014	MURO DEL VASTAGO	3/4"	5.70	24.00	2.24	306.43
06/10/2014	MURO DE CONTENCIÓN	3/4"	7.00	39.00	2.24	611.52
06/10/2014	MURO DE CONTENCIÓN	3/4"	10.00	18.00	2.24	403.20
06/10/2014	7 TABIQUES	3/4"	3.80	160.00	2.24	1361.92
06/10/2014	CUERPO DEL VASTAGO	1/2"	4.60	260.00	1.00	1196.00
06/10/2014	CUERPO DEL VASTAGO	1/2"	2.30	260.00	1.00	598.00

**CANTIDAD DE ACERO INSTALADO: 6401.23 KG**



### 8.2.9 Formaleta metálica Cajón central y Cajón de vástagos Segundo nivel Estribo No. 3

Se realizó la instalación de la formaleta metálica en segundo nivel para las pantallas, muro de vástagos, muro de contención y tabiques adicionándole aceite para evitar que la formaleta quede adherida al concreto, además de que no manche la superficie del concreto y no pueda ser adsorbida por este.

La formaleta metálica se podía ensamblar firmemente y tenía la resistencia suficiente para contener la mezcla de concreto sin deformarse o permitir que pudiera salir el concreto, el ensamblaje de la formaleta se realizaba por medio de corbatas lisas y acoples adecuados para amarrarse entre sí, para conservar su posición, también se instalan para el nivel donde debe quedar el concreto, por ello los módulos regulares venían de diferentes dimensiones.

El proceso de instalación de la formaleta metálica en el estribo K0+165.32 se puede ver en las Imágenes 46.



**IMÁGENES 46 – INSTALACIÓN DE FORMALETA METÁLICA ZONA CENTRAL Y CAJON DE VASTAGOS SEGUNDO NIVEL ESTRIBO No. 3**

La formaleta también se encontraba debidamente apuntalada y amarrada para prevenir distorsiones y movimientos que pudieran producir vibraciones o deformaciones, para ello se utilizaron gatos hidráulicos y tacos de guaduas.





Para realizar la fundición en buenas condiciones de trabajo se instalaron pasarelas hechas con cuarterones y tablones de madera, para poderse desplazar por la estructura de forma más segura minimizando el riesgo del trabajo en alturas.

En la Imagen 47 se puede ver el apuntalamiento y pasarelas instaladas.



**IMAGEN 47 – ATRAQUE DE FORMALETA CON GATOS HIDRAULICOS Y TACOS DE GUADUAS EN FUNDICION CAJON VASTAGOS Y CAJON ZONA CENTRAL – ESTRIBO No.3**

### **8.2.10 Instalación de platinas zona Cajón central Estribo No. 3**

Se realizó la instalación de siete platinas en la zona de los tabiques, Cajón central para el detalle, Ver Imagen 39, Pagina 50. Las platinas son necesarias para el ensamble con soldadura de las vigas de la estructura metálica, las vigas soportan el peso del puente secundario y por este medio transmiten las cargas a la cimentación del estribo, por ende es de gran importancia y apoyo fundamental al puente.

La instalación de las platinas debe quedar exactamente como se muestra en los diseños estructurales por lo que la comisión de topografía del contratista verifica y



chequea que estén correctamente localizadas, aseguradas y fijadas para evitar su desplazamiento durante la colocación del concreto.

El detalle de las platinas se puede apreciar en la Imagen 48.



**IMAGEN 48- DETALLE PLATINA ESTRIBO No. 3**

Las platinas contienen pernos con cabeza, como se observa en la Imagen 48 el refuerzo se encuentra oxidado por lo cual se lava y se limpia con alambre de acero antes de instalarse.

El proceso de instalación de las platinas sobre los tabiques del estribo k0+165.32 se puede ver en las Imágenes 49.



**IMÁGENES 49 - INSTALACIÓN DE PLATINAS DE TABIQUES - ESTRIBO No. 3**



**8.2.11 Fundición de Cajón central y Cajón de Vástagos Segundo nivel  
 Estribo No. 3**

Se realizó la supervisión de la actividad fundición de concreto de pantallas en un segundo cuerpo con altura de 1.65 m, muro de contención y muro de vástagos, en un segundo cuerpo con altura de 2.35m, en esta fundición la cantidad de concreto necesaria para cada elemento se muestra en la Tabla 13.

**Tabla 13 – VOLUMEN DE CONCRETO 2° FUNDICION CAJON CENTRAL Y CAJON VASTAGO  
 ESTRIBO No. 3**

ABSCISA		ESTRIBO K 00+165,32				
ACTIVIDADES	UN	LARGO m.	ANCHO m.	ALTURA m.	VOLUMEN m3	OBSERVACIONES
Vástago en concreto f'c=3000 psi (Puente)	M3	2.50	1.00	2.35	5.88	2° FUNDICION PARTE VASTAGO DERECHO
		2.50	1.00	2.35	5.88	2° FUNDICION PARTE VASTAGO IZQUIERDO
	<b>TOTAL</b>				<b>11.75</b>	
ACTIVIDADES	UN	LARGO m.	ANCHO m.	ALTURA m.	VOL (m3)	OBSERVACIONES
Cajones en concreto f'c=3000 psi (Puente)	M3	18.60	0.40	1.65	24.55	TERMINACION PANTALLAS
		2.50	0.40	1.65	3.30	TERMINACION PANTALLAS
		2.50	0.40	1.65	11.55	TERMINACION TABIQUES
<b>TOTAL</b>				<b>39.40</b>		

En esta fundición se completa la construcción de las pantallas, muro del vástago y tabiques del estribo No.3, para una altura total de 4.8m. El registro de la actividad se muestra en las Imágenes 50.

**EQUIPO UTILIZADO:** 1 Vibrador eléctrico y 2 Vibrador a gasolina, bomba estacionaria, carro mixer

**COMPRAS NECESARIAS:** 56 M3 de concreto premezclado de 3000 PSI



**IMÁGENES 50 – FUNDICION FINAL DE PANTALLAS, MURO DEL VASTAGO Y TABIQUES - ESTRIBO No. 3**

En esta fundición se terminaron las pantallas y tabiques por lo que la superficie superior de esta capa se dejó terminada y nivelada por medio de reglas y palustres, para los vástagos y los muros la superficie superior se dejó algo áspera para lograr una liga eficiente con la capa subsiguiente.

Se realizaron los ensayos y procedimientos necesarios para evaluar la calidad del concreto empleado en los dos cuerpos de fundición de las pantallas, muros de los dos vástagos y tabiques de la zona central, se realizó la medición del asentamiento y se tomaron muestras para la elaboración de cilindros para someterlos a resistencia a la compresión a los 7 y 28 días simulando las condiciones en la obra y su respectivo curado.

### **8.2.12 Relleno con material granular Estribo No.3**

Se realizó el relleno con material granular de sitio sacado anteriormente del estribo No.3, puesto que el relleno no es estructural, se deja al nivel de las pantallas como se indica en los planos y se realiza con el propósito de hacer más fácil el trabajo en alturas tanto para el trabajo en los vástagos del estribo como posteriormente el de la estructura metálica del puente, también para prescindir del uso de motobombas.

Para la realización de esta actividad se contrató una excavadora sobre orugas marca KOTMASU, el volumen de excavación fue de 393.15 m<sup>3</sup>. El registro fotográfico de esta actividad se evidencia en las Imágenes 51.



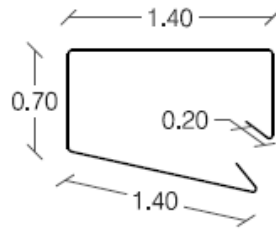
IMÁGENES 51 – RELLENO CON MATERIAL GRANULAR ESTRIBO No.3

### 8.2.13 Acero de refuerzo Vástagos Estribo No.3

#### 8.2.13.1 Despiece Acero Vástagos Estribo No.3

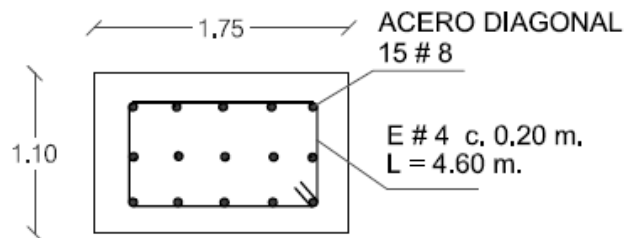
El acero de refuerzo de los vástagos está conformado por varilla longitudinal corrugada # 8 ubicada en posición vertical y diagonal como se muestra en la Imagen 52 y varilla corrugada # 4, para estribos colocados horizontalmente como se muestra en la Imagen 53 para las varillas colocadas diagonalmente en el corte D-D y en las Imágenes 54 y 55 para las varillas colocadas verticalmente.





**DETALLE ESTRIBO**

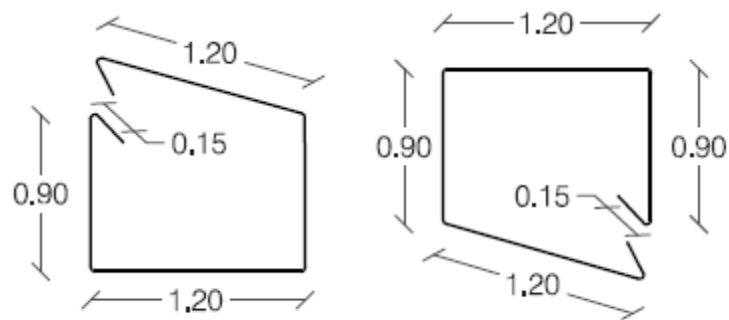
ESC \_\_\_\_\_ 1:50



**SECCIÓN D-D**

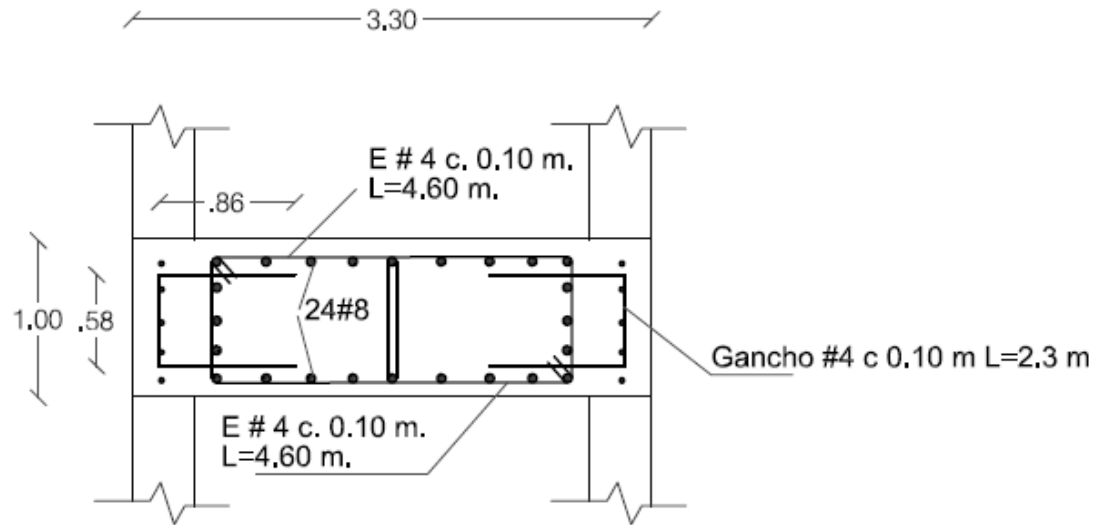
ESC 1:50

IMAGEN 53 – DETALLE ESTRIBO DIAGONAL VASTAGO ESTRIBO No. 3



**DETALLE ESTRIBOS**

IMAGEN 54 - DETALLE ESTRIBOS - ESTRIBO No. 3



## SECCIÓN PRINCIPAL VASTAGO

ESC \_\_\_\_\_ 1:50

IMAGEN 55 - DETALLE ESTRIBO VERTICAL VASTAGO ESTRIBO No. 3

### 8.2.13.2 Instalación de Acero de Refuerzo Vástagos Estribo No.3

- Se realizó la supervisión de la actividad constructiva de corte, doblamiento, figuración y la colocación de las barras de acero para la estructura de concreto reforzado, en este caso para el muro de contención, y cuerpo de vástagos del estribo No.3 K0+165,32 Además se realiza el chequeo de cantidades y dimensiones del acero instalado.

También se supervisó que el acero estuviera libre de barro, aceite u otros recubrimientos que reduzcan la adherencia, y se verificó el amarre con alambre dulce, también la posición y separación especificadas en los diseños.

En la Imagen 56 y 57 se presenta el registro fotográfico de la actividad realizada.





IMAGEN 56 – ACERO DE REFUERZO VASTAGO DERECHO ESTRIBO No.3



IMAGEN 57 – ACERO DE REFUERZO VASTAGO IZQUIERDO ESTRIBO No. 3

- Debido a indicaciones por los especialistas fue necesario realizar una adición de acero en los vástagos del estribo No.3 K0+165,32, por lo cual se realizó la supervisión de esta actividad constructiva en la colocación de las barras de acero, Además del conteo de acero instalado adicional.



La ampliación de 0.30m hacia el lado izquierdo en ambos vástagos se evidencia en las Imágenes 58.



IMÁGENES 58 – ADICION DE ACERO POR AMPLIACION DE VASTAGOS ESTRIBO No. 3

La cantidad de acero total instalado en los dos vástagos del estribo No. 3 de acuerdo al despiece y el contado respectivamente en obra junto con las dimensiones del acero instalado que se muestra en la Imágenes 56 y 57, se representan a continuación en la Tabla 14.

Tabla 14. CANTIDAD DE ACERO INSTALADO EN VASTAGOS ESTRIBO No.3

FECHA	APLICACIÓN DEL ACERO	CALCULO PARA PESOS				
		DIAMETRO	LONGITUD	CANTIDAD	P/UNIDAD	P/TOTAL
11/10/2014	CUERPO DEL VASTAGO	1"	5.40	6.00	3.97	128.63
11/10/2014	CUERPO DEL VASTAGO	1"	5.80	6.00	3.97	138.16
11/10/2014	CUERPO DEL VASTAGO	1"	6.20	6.00	3.97	147.68
11/10/2014	CUERPO DEL VASTAGO	1"	6.60	6.00	3.97	157.21
11/10/2014	CUERPO DEL VASTAGO	1"	7.00	6.00	3.97	166.74
11/10/2014	CUERPO DEL VASTAGO	1/2"	4.60	18.00	1.00	82.80



Tabla 14. CANTIDAD DE ACERO INSTALADO EN VASTAGOS ESTRIBO No.3 (Continuación)

FECHA	APLICACIÓN DEL ACERO	CALCULO PARA PESOS				
		DIAMETRO	LONGITUD	CANTIDAD	P/UNIDAD	P/TOTAL
20/10/2014	CUERPO DEL VASTAGO	1/2"	1.60	18.00	1.00	28.80
20/10/2014	CUERPO DEL VASTAGO	5/8"	10.00	20.00	1.55	310.00
20/10/2014	CUERPO DEL VASTAGO	5/8"	3.40	20.00	1.55	105.40
20/10/2014	CUERPO DEL VASTAGO	1/2"	3.40	36.00	1.00	122.40
20/10/2014	CUERPO DEL VASTAGO	1/2"	1.60	10.00	1.00	16.00

**CANTIDAD DE ACERO INSTALADO TOTAL: 1403.82 KG**

#### 8.2.14 Formaleta metálica Muro de Contención y Vástagos Estribo No. 3

Antes de realizar la instalación de formaleta metálica se superviso que la superficie del concreto fundido anteriormente estuviera libre de suciedad, lodo, desechos, grasas, aceite, objetos de trabajo o de cualquier otro tipo que pueda afectar la colocación del concreto.

Luego de la verificación se realizó la instalación de formaleta metálica para el muro de contención y los dos vástagos del estribo No. 3 K0+165.32, con el propósito de confinar y dar forma al concreto, a la formaleta metálica se le adicionó aceite para evitar que quedara adherida a los elementos a fundir, para su unión y garantizar un espesor constante se utilizaron corbatas lisas.

Una vez instalado y chequeado los niveles de formaleta metálica, posición, y dimensiones de acuerdo a los planos y diseños, se le informó a la interventoría la colocación del concreto con 48 horas de antelación y escrito en la bitácora de la obra.

El proceso de Instalación de formaleta metálica se muestra en las Imágenes 59.



**IMÁGENES 59 - INSTALACIÓN DE FORMAleta METÁLICA MURO Y VÁSTAGOS ESTRIBO No. 3**

Se realizó la instalación de atraque con gatos hidráulicos y tacos de guadua, con el fin de apuntalar la formaleta metálica y prevenir distorsiones o movimientos en la formaleta.

El registro fotográfico que evidencia la instalación de atraque se muestra a continuación en las Imágenes 60.



**IMÁGENES 60 - INSTALACIÓN DE ATRAQUE EN VÁSTAGOS Y MURO DE CONTENCIÓN ESTRIBO No. 3**

Para realizar la instalación de formaleta metálica y para la posterior fundición de los vástagos y muro de contención se instalaron andamios metálicos y pasarelas metálicas y en tabloncillos de madera, como se puede ver en las Imágenes 59 y 60.



### 8.2.15 Instalación de Platinas y Pernos Vástagos Estribo No.3

Se realizó la instalación de platinas en los vástagos del estribo No. 3, una platina se encuentra en la parte inclinada de cada vástago donde se engancha una viga que sirve de soporte al puente secundario y transmite las cargas directamente al vástago, las otras platinas se encuentran colocadas horizontalmente en la superficie de los vástagos

En las Imágenes 61 se muestra como y donde se colocaron las platinas



IMÁGENES 61 - INSTALACIÓN DE PLANTILLAS EN VÁSTAGOS ESTRIBO No.3

### 8.2.16 Fundición Muro de Contención y Vástagos Estribo No. 3

Se realizó la supervisión de la actividad fundición de concreto del muro de contención hasta una altura de 4m en primer nivel hasta la cota 1791.16 como se especifica en los planos con un ancho de 0.40m, y de los vástagos del estribo No.3 K0+165.32,

El registro de la actividad de fundición parcial en el muro de contención y en los vástagos se muestra en la Imagen 62



IMAGEN 62 – FUNDICION MURO DE CONTENCION Y VASTAGO ESTRIBO No. 3

Cantidades de concreto y materiales necesarios en fundición:

**EQUIPO UTILIZADO:** 3 Vibrador a gasolina, 2 Vibrador eléctrico, bomba estacionaria, carro mixer

**COMPRAS NECESARIAS:** 74 M3 de concreto premezclado de 3000 PSI

Días siguientes se realizó la fundición de concreto del muro de contención parte final altura 1.17m como se muestra en la Imagen 63.



IMAGEN 63 – FUNDICION FINAL MURO DE CONTENCION ESTRIBO No. 3



Cantidades de concreto y materiales necesarios en fundición:

**EQUIPO UTILIZADO:** 1 Vibrador eléctrico, bomba estacionaria, carro mixer

**COMPRAS NECESARIAS:** 5.5 M3 de concreto premezclado de 3000 PSI

En la fundición del muro de contención y los dos vástagos la cantidad de concreto necesaria para cada elemento se muestra en la Tabla 15.

**Tabla 15 – VOLUMEN DE CONCRETO FUNDICION MURO DE CONTENCION Y VASTAGOS  
ESTRIBO No. 3**

ABSCISA	<b>ESTRIBO K 00+165,32</b>					
ACTIVIDADES	UN	AREA (m2)	ALTURA m.	VOLUMEN m3	OBSERVACIONES	
Vástago en concreto f'c=3000 psi (Puente)	M3	1.75	0.35	1.23	FUNDICION FINAL VASTAGO IZQUIERDO	
		14.53	1.35	39.23	FUNDICION FINAL VASTAGO IZQUIERDO	
	<b>TOTAL</b>			<b>40.46</b>		
ACTIVIDADES	UN	LARGO m.	ANCHO m.	ALTURA m.	VOL (m3)	OBSERVACIONES
Elevaciones en concreto reforzado de f'c=3000 psi (Puente)	M3	18.60	0.40	4.00	29.76	2° FUNDICION DE MUROS VASTAGO Y MURO DE CONTENCION
		18.60	0.20	1.17	4.35	
	<b>TOTAL</b>			<b>34.11</b>		

La temperatura durante la colocación del concreto no debe exceder de treinta y dos grados Celsius (32 °C), y la temperatura de las formaletas metálicas no puede exceder cincuenta grados Celsius (50°C) por lo que en esta fundición, como en otras se le roció agua a la formaleta antes de la colocación del concreto con el fin de bajar la temperatura.

### **8.2.17 Retiro de Formaleta Metálica Muro de Contención y Vástagos Estribo No.3**

Tanto en el vástago izquierdo como derecho, y en el muro de contención se mostró un buen acabado lo que verifica que el vibrado se realizó de forma correcta, además por el color y textura del concreto se muestra la calidad de los agregados utilizados, el proceso de retiro de formaleta metálica se muestra en la Imagen 64.



**IMAGEN 64 – RETIRO DE FORMAleta MURO DE CONTENCIÓN Y VASTAGOS ESTRIBO  
No. 3**

Las superficies de concreto recibieron un acabado inmediatamente después del retiro de la formaleta, por lo que todas las varillas y alambres sobresalientes en el vastago izquierdo se cortaron, y las cavidades pequeñas se limpiaron y rellenaron con agua y cemento blanco.

También se le realizó el respectivo curado con Sika – antisol, la aplicación del producto de reconocida calidad aplicado mediante aspersión, se muestra en la Imagen 65.



**IMAGEN 65 – APLICACIÓN DE ANTI SOL ESTRIBO No.3**





El acabado de los vástagos y la terminación del estribo No. 3 ubicado en la abscisa K0+165.32 se pueden apreciar en las Imágenes 66.



**IMÁGENES 66 – TERMINACION ESTRIBO No. 3 k0+165.32**

### **8.1.18 Control de Calidad Fundiciones del Estribo No.3**

Se realizó la prueba de asentamiento del concreto, Slump, de acuerdo a INV E-404 utilizando una muestra representativa del concreto, obteniéndose un asentamiento de 5" +/- 1. También se tomaron muestras por parte de interventoría y del contratista para realizar el control de calidad en cuanto a resistencia del concreto empleado en la fundición de pantallas, tabiques, muros de los vástagos, muro de contención, vástago derecho y vástago izquierdo del Estribo No.3, se realizó de acuerdo a INV E-630, se tomaron 4 especímenes según el método descrito en la norma de ensayo INV E-401, con ellos se fabricarán probetas cilíndricas según la norma INV E-402 para someterlos a ensayos de resistencia a la compresión a los 7 y 28 días.

En la Tabla 16. Se resumen los resultados de los ensayos para el control de calidad de resistencia a la compresión del concreto empleado en las fundiciones de pantallas, muro del vástago, muro de contención, tabiques, vástago izquierdo y vástago derecho en la construcción del Estribo No.3.



Tabla 16. RESUMEN DE RESULTADOS DE LOS ENSAYOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO EMPLEADA PARA LA FUNDICION DEL ESTRIBO No. 3

DATOS DE MEZCLA TOMADOS				ROTURA DE CILINDROS			
FECHA DE FUNDICION	ELEMENTO	ASENTAMIENTO	RESISTENCIA REQUERIDA (Kg/Cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA PROMEDIO A LOS 7 DIAS (Kg/Cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA PROMEDIO A LOS 28 DIAS (Kg/Cm <sup>2</sup> )	% DE RESISTENCIA	OBSERVACIONES
02/09/2014	LOSA DE CIMENTACION ESTRIBO 165.32	5	210	151.5	213.9	101.9	PREMEZCLADO - PREDELCA
27/09/2014	PANTALLAS, TABIQUES, CAJON VASTAGO ESTRIBO 165.32	5	210	190.2	237.4	113.1	PREMEZCLADO - PREDELCA
08/10/2014	SEGUNDO CUERPO PANTALLAS, TABIQUES, CAJON VASTAGO ESTRIBO 165.32	5 1/2	210	192.5	239.8	114.2	PREMEZCLADO - PREDELCA
13/11/2014	VASTAGOS Y MURO DE CONTENION ESTRIBO 165.32	5 1/2	210	224.1		106.7	PREMEZCLADO - PREDELCA
13/11/2014	VASTAGOS Y MURO DE CONTENION ESTRIBO 165.32	5 1/2	210	211.6		100.8	PREMEZCLADO - PREDELCA
13/11/2014	MURO DE CONTENION ESTRIBO 165.32	5 1/2	210	234.8		111.8	PREMEZCLADO - PREDELCA

Los resultados de resistencia a la compresión en las diferentes edades de ensayo 7 y 28 días, mostraron una evolución razonable y satisfactoria de resistencia a la compresión.

En los ensayos realizados en la fundición de las pantallas, cajón central y vástagos a los 7 días ya se había alcanzado gran parte de la resistencia requerida en la de diseño, y en los ensayos realizados en la fundición de vástagos y muro de contención a los 7 días ya se había alcanzado más del 100% de resistencia con respecto a la de diseño, los resultados son satisfactorios puesto que la resistencia desarrollada por los elementos en la zona de vástagos es bastante alta en los 28



días y es importante porque aquí principalmente se transmiten las cargas generadas por las vigas de la losa del puente, además por lo que se puede inferir que la mezcla de diseño y la formula de trabajo obtenida por dosificación alcanza una resistencia a compresión promedio lo suficientemente elevada, lo cual es satisfactorio.

En base a los resultados dados por el contratista y los resultados con los de la interventoría, el seguimiento y análisis realizado para el control de calidad en el concreto fundido en el Estribo No.3, se puede concluir que se cumplió con las exigencias de resistencia a la compresión especificadas en el diseño, y se alcanzó con la calidad de los materiales propuestos.

Copia de los ensayos originales expedidos por el laboratorio del contratista se muestran en los anexos 2, 3 y 4 del presente documento.

### 8.3 CONSTRUCCION DEL ESTRIBO 1 K0+065.32

La construcción del estribo No.1 se encuentra ubicado en la abscisa 065.32, del estribo No.1 a la pila central No.2 k0+135.32 se encuentra ubicado el primer tramo del puente o el puente principal comprendido de arco y vigas metálicas.

#### 8.3.1 Diseño Estructural Estribo No.1

En la siguiente Imagen 67 se muestra el diseño visto en planta del estribo No.1

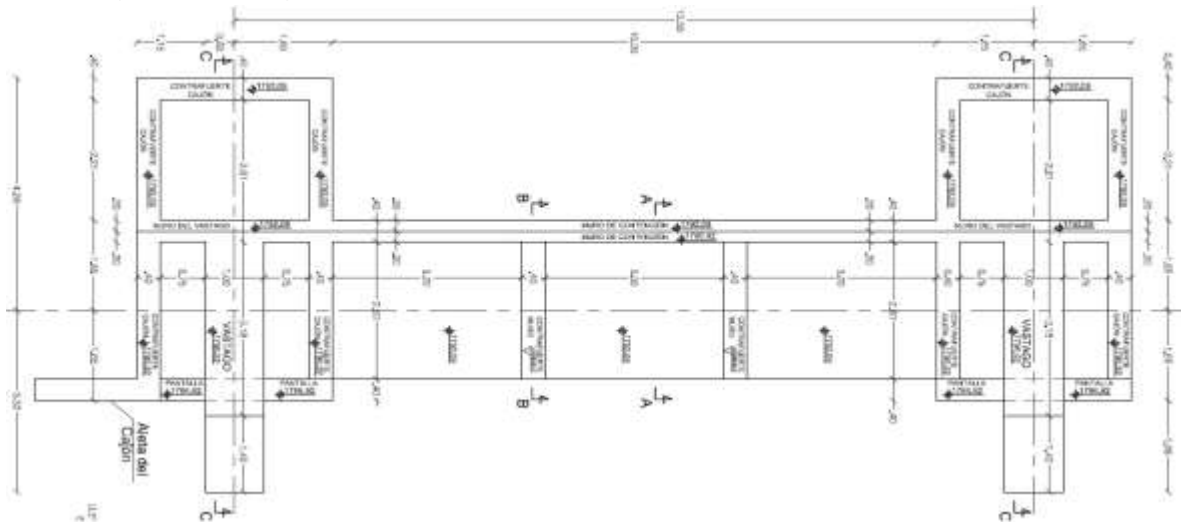


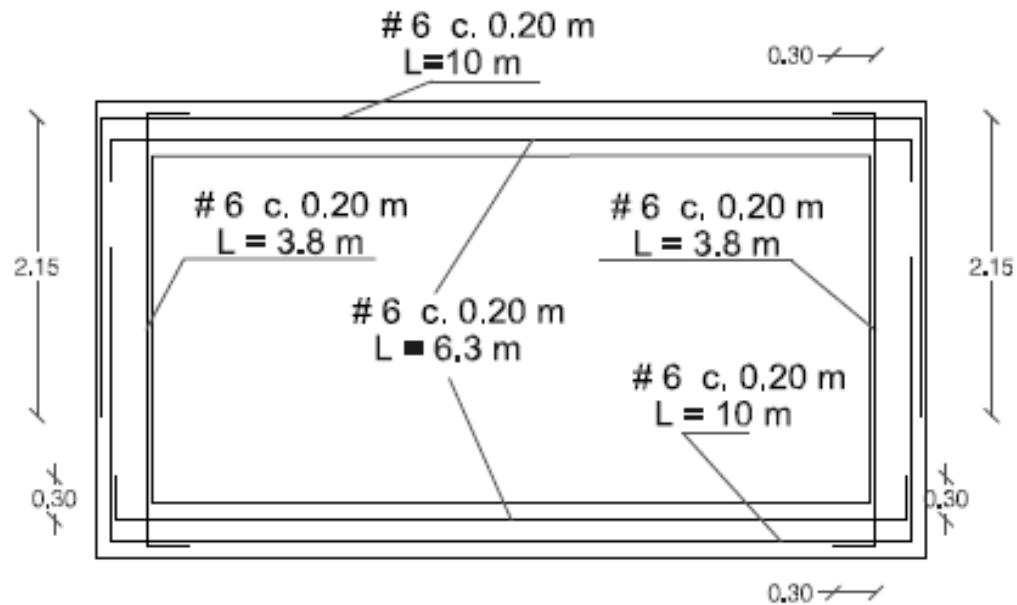
IMAGEN 67 – PLANTA DE CIMENTACION ESTRIBO No. 1

El esquema está compuesto de pantallas, contrafuertes, muro de contención, contrafuertes muro, muro del vástago, y vástagos izquierdo y derecho.



### 8.3.1.1 Despiece Acero Horizontal Cajón Estribo No. 1

El acero de refuerzo de los cajones está conformado por barras de acero distribuidas horizontalmente con varilla longitudinal corrugada # 6 que conforman toda la altura de los contrafuertes y de la pantalla hasta la cota 1786.92, como se muestra en la Imagen 68.



DESPIECE ACEROS  
HORIZONTALES DEL CAJON  
PLANTA NIVEL 1781.42 AL 1786.92

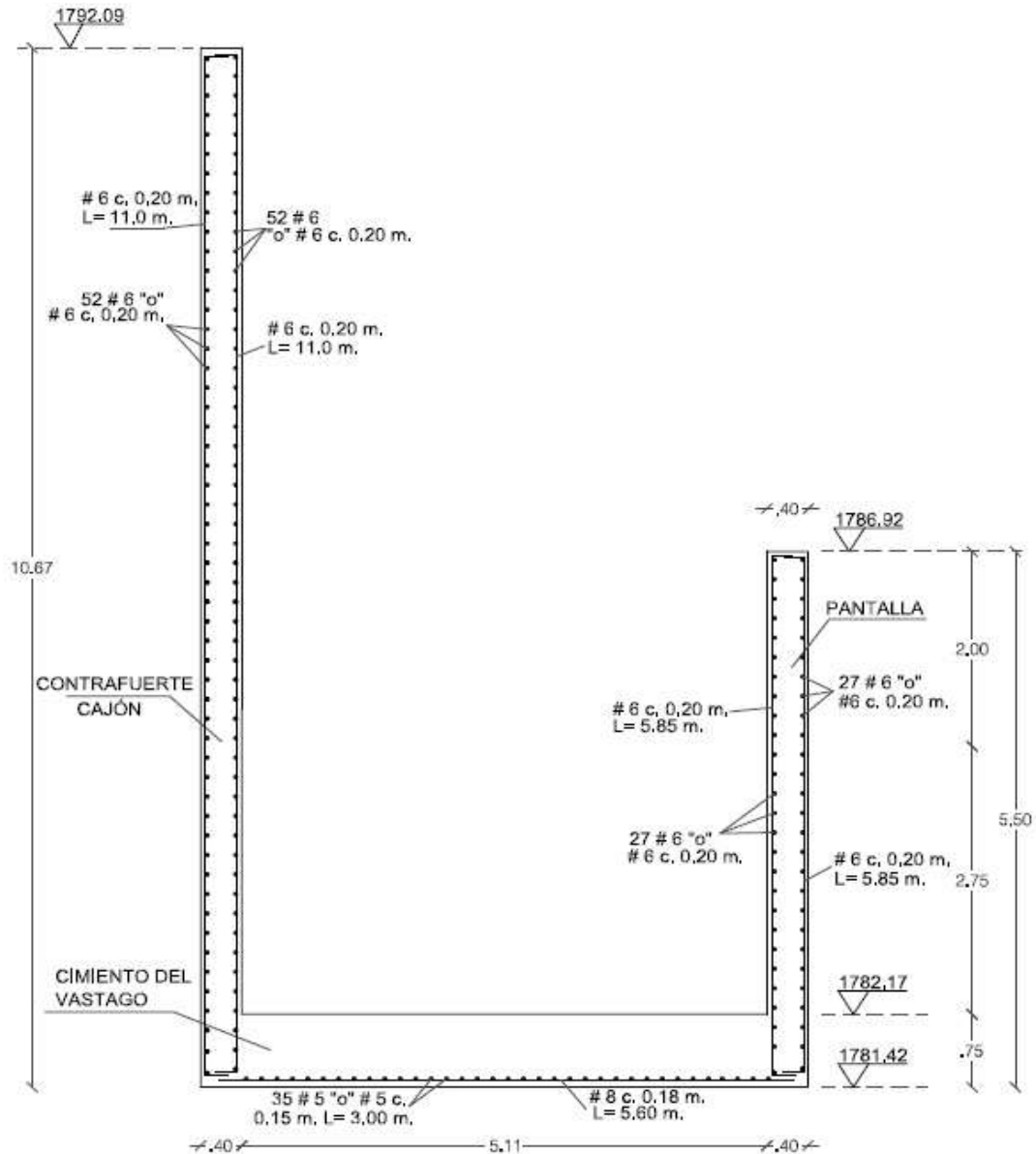
ESC \_\_\_\_\_ 1:50

IMAGEN 68 – DESPIECE ACERO HORIZONTAL CAJON ESTRIBO No.1



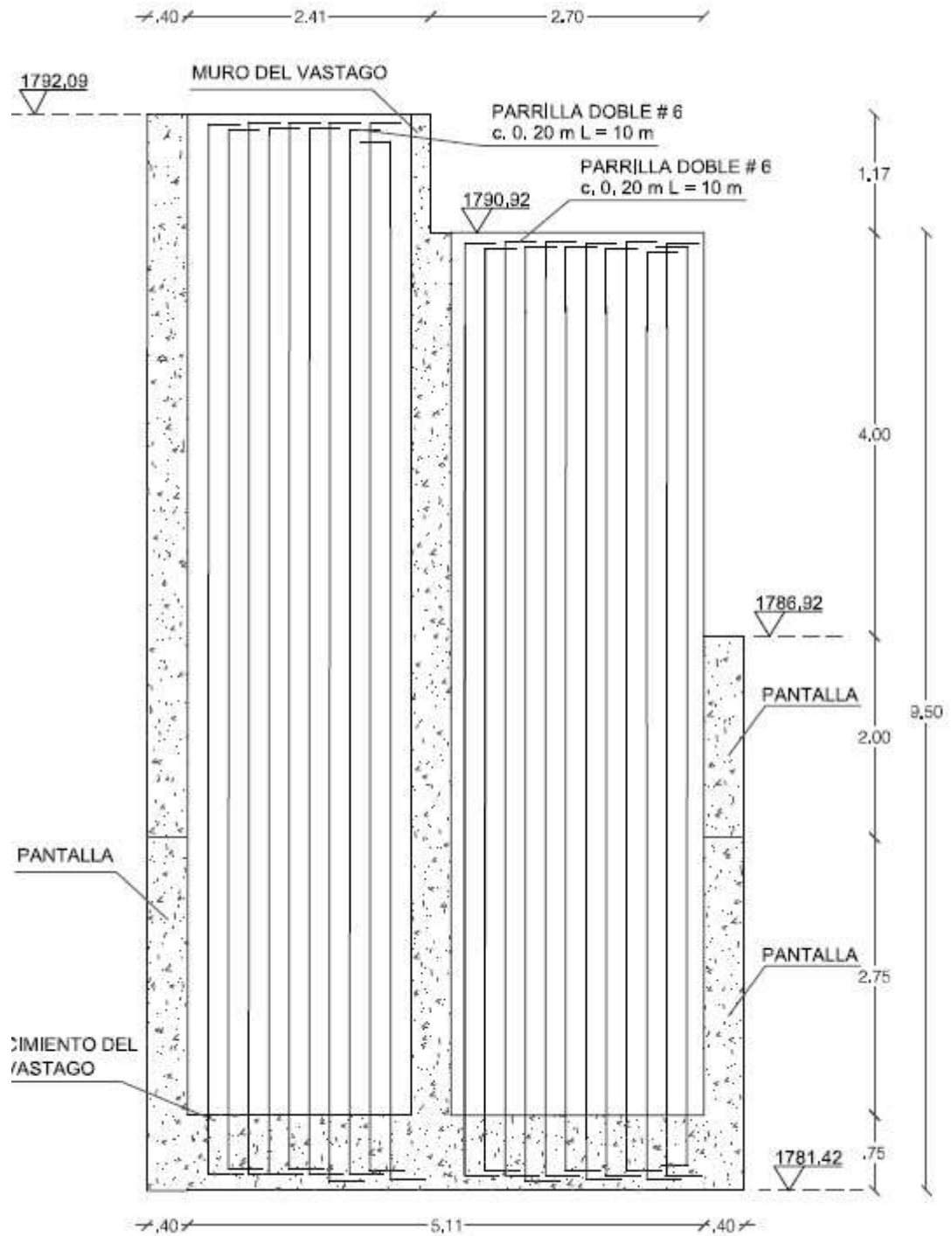
### 8.3.1.2 Despiece Acero Contrafuerte Cajón y Pantalla Estribo No. 1

El acero de refuerzo del contrafuerte y de la pantalla está conformado por barras de acero distribuidas verticalmente con varilla longitudinal corrugada # 6, y el cimiento de vástago está conformado horizontalmente por varilla corrugada #5 y verticalmente por varilla corrugada #8, como se muestra en la Imagen 69.



CORTE C-C  
CAJÓN DEL VASTAGO

IMAGEN 69 – DESPIECE ACERO VERTICAL CAJON ESTRIBO No.1

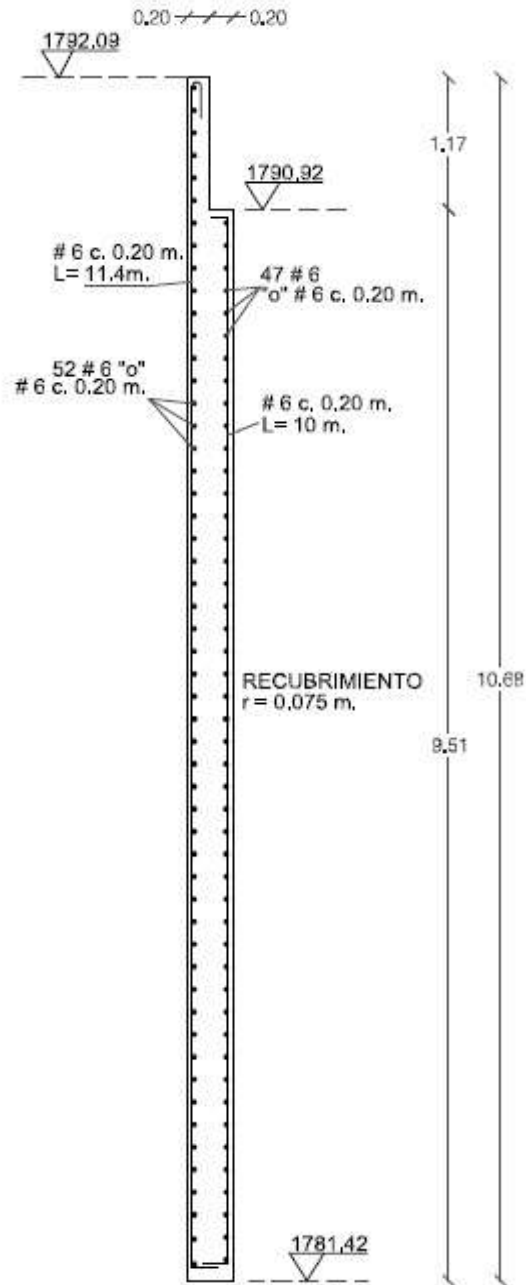


**CORTE DEL CONTRAFUERTE CAJÓN**  
**IMAGEN 70 – CORTE DEL CONTRAFUERTE CAJON ESTRIBO No.1**



### 8.3.1.3 Despiece Acero Muro del vástago Estribo No. 1

El acero de refuerzo del muro del vástago está conformado por barras de acero distribuidas vertical y horizontalmente con varilla longitudinal corrugada # 6. Mostrado en la Imagen 71.



CORTE DEL MURO DEL VASTAGO

IMAGEN 71 – MURO DEL VASTAGO ESTRIBO No.1



### **8.3.2 Localización y Replanteo Estribo No.1 K0+065.32**

Se realizó la actividad de localización y replanteo del Estribo No.1 ubicado en la abscisa 065.32 con la comisión de topografía del contratista, para replanteamiento se utilizó cinta de peligro y varillas recicladas, también se utilizó promical para demarcación para los trabajos de excavación. El registro de la actividad se muestra en la Imagen 72



**IMAGEN 72 – LOCALIZACION Y REPLANTEO ESTRIBO No.1**

### **8.3.3 Excavación Cajón izquierdo Estribo No.1**

Se realizó la excavación del cajón izquierdo del estribo No.1 se contrató una excavadora sobre orugas marca HITACHI, el volumen de excavación necesaria para la construcción del cajón izquierdo fue de 62.36 m<sup>3</sup>, para delimitar se utilizó tacos de madera, cinta de señalización y promical, en la excavación se encontraron grandes rocas por lo que se dificultó su retiro, y el material que se retiró era de muy mala calidad, la actividad de excavación se evidencia en las Imágenes 73.

La excavación necesaria para la cimentación de la estructura se efectuó bajo el Artículo 600 del INVIAS - 07





**IMÁGENES 73 – EXCAVACION CAJON IZQUIERDO ESTRIBO No.1**

También se contó con la presencia de la arqueología por parte de la entidad Movilidad Futura, se muestra en la Imagen 74



**IMAGEN 74 – ACOMPAÑAMIENTO ARQUEOLOGIA**



#### 8.3.4 Fundición de Solado de limpieza Cajón izquierdo Estribo No.1

Como parte para la preparación de la cimentación, se hace necesaria la limpieza del suelo natural, por lo cual deben recubrirse con una capa delgada de concreto, como se puede ver en la Imagen 75.



**IMAGEN 75 – FUNDICIÓN DE SOLADO DE LIMPIEZA CAJÓN Y VÁSTAGO IZQUIERDO ESTRIBO No.1**

La fundición se realizó manualmente se utilizó concreto premezclado pero no fue necesaria la utilización de la bomba por lo que se desplazó el concreto por un canal, cumpliendo de tener una longitud máxima de 7m, con unas descarga de flujo continuo a una velocidad uniforme.

**COMPRAS NECESARIAS:** 3 M3 de concreto premezclado de 1500 PSI

En la fundición del solado para el Cajón y Vástago izquierdo el volumen de concreto de 1500 PSI para se muestra en la Tabla 17.



Tabla 17 – VOLUMEN DE CONCRETO FUNDICION SOLADO VASTAGO IZQUIERDO  
ESTRIBO No. 1

ABSCISA	ESTRIBO K 00+065,32					
ACTIVIDADES	UN	LARGO m.	ANCHO m.	ALTURA m.	VOLUMEN m3	OBSERVACIONES
Concreto para soldado de limpieza de 1500 psi	M3	5.91	3.30	0.10	1.95	FUNDICION CAJON IZQUIERDO
		TOTAL			1.95	

### 8.3.5 Acero de refuerzo Cimentación Cajón Izquierdo Estribo No.1

- Se realizó la supervisión de la actividad constructiva de corte, doblamiento, figuración y la colocación de las barras de acero para la estructura de concreto reforzado, en este caso para la cimentación de cajón izquierdo del estribo No.1 K0+065,32. Además se realiza el chequeo de cantidades y dimensiones del acero instalado

En la Imagen 76 se representa el registro de la actividad realizada.



IMAGEN 76 – ACERO DE REFUERZO CIMENTACION CAJON IZQUIERDO ESTRIBO No.1

La cantidad de acero de acuerdo al despiece con las dimensiones del acero instalado que se muestra en la Imagen 74, se representan en la siguiente Tabla 18.



**Tabla 18 – CANTIDADES DE ACERO INSTALADO CIMIENTO VASTAGO IZQUIERDO  
ESTRIBO No. 1**

FECHA	APLICACIÓN DEL ACERO	CALCULO PARA PESOS				
		DIAMETRO	LONGITUD	CANTIDAD	P/UNIDAD	P/TOTAL
07/11/2014	CIMIENTO VASTAGO IZQUIERDO	5/8"	3.00	38.00	1.55	176.70
07/11/2014	CIMIENTO VASTAGO IZQUIERDO	1"	6.00	17.00	17.00	1734.00

**CANTIDAD DE ACERO INSTALADO: 1910.7 KG**

### 8.3.6 Fundición de Cimentación de Cajón izquierdo Estribo No. 1

Se instaló formaleta metálica para la fundición de la cimentación, mostrada en la Imagen 77, y la fundición se realizó con concreto bombeado colocado uniformemente en todo el cajón izquierdo, con un vibrado interno.

En esta fundición la cantidad de concreto necesario se muestra en la Tabla 19.

**Tabla 19 – VOLUMEN DE CONCRETO FUNDICION CIMIENTO CAJON IZQUIERDO ESTRIBO No.1**

ACTIVIDADES	UN	LARGO m.	ANCHO m.	ALTURA m.	VOLUMEN m3	OBSERVACIONES
Fundaciones de muros en concreto f'c=3000 psi (Puente)	M3	5.90	3.30	0.72	14.02	FUNDICION CIMIENTO CAJON IZQUIERDO
<b>TOTAL</b>					<b>14.02</b>	

Como se muestra en la tabla 19 la altura de cimentación para el cajón izquierdo es de 0.75m, tal como se especifica en los planos.

La actividad constructiva de la fundición se evidencia en las Imágenes 78.



IMAGEN 77 – INSTALACION FORMALETA METALICA CIMENTO ESTRIBO No.1



IMÁGENES 78 – FUNDICION CIMENTACION CAJON IZQUIERDO ESTRIBO No.1

**EQUIPO UTILIZADO:** 3 Vibrador a gasolina, bomba estacionaria, carro mixer

**COMPRAS NECESARIAS:** 14.5 M3 de concreto premezclado de 3000 PSI

En la fundición se presentaron inconvenientes puesto que en la excavación se encontraron rocas de gran tamaño lo que fue difícil removerlas y en la fundición debido a la vibración que produce la tubería por el impulso del concreto se produjo



un deslizamiento de tierra y con ello la caída de una roca, por fortuna ningún trabajador salió lastimado, y se tomaron correctivos en instalar atraque con gatos hidráulicos y tacos de guadua a las paredes del talud de la excavación.

Con respecto a la terminación de la cimentación fue satisfactoria, además de mostrar un correcto vibrado.

### **8.3.7 Acero de refuerzo Cajón y vástago Izquierdo Nivel 1786.92 - Estribo No.1**

- Se realizó la supervisión de la actividad constructiva de corte, doblamiento, figuración y la colocación de las barras de acero para la estructura de concreto reforzado, en este caso para el cajón y vástago izquierdo del estribo No.1 K0+065,32 Además se realiza el chequeo de cantidades y dimensiones del acero instalado.

La cantidad de acero instalado horizontalmente fue hasta el nivel de 1786.92, para el primer nivel donde terminan las pantallas, la instalación y distribución del acero se muestra en la Imagen 79.



**IMAGEN 79 – ACERO DE REFUERZO CAJON Y VASTAGO IZQUIERDO NIVEL PANTALLAS  
ESTRIBO No.1**



**IMÁGENES 80 – ACERO DE REFUERZO MURO DE VASTAGO Y VASTAGO IZQUIERDO  
ESTRIBO No.1**

La cantidad de acero instalado mostrado en la imagen 79 y 80 chequeado respectivamente con el despiece de los planos se muestra a continuación en la Tabla 20.

**Tabla 20 – CANTIDADES DE ACERO INSTALADO PANTALLAS, CONTRAFUERTE, VASTAGO - PRIMER NIVEL ESTRIBO No. 1**

FECHA	APLICACIÓN DEL ACERO	CALCULO PARA PESOS				
		DIAMETRO	LONGITUD	CANTIDAD	P/UNIDAD	P/TOTAL
21/11/2014	PANTALLA	3/4"	5.80	32.00	2.24	415.74
21/11/2014	CONTRAFUERTE CAJON IZQUIERDO	3/4"	10.00	56.00	2.24	1254.40
21/11/2014	CONTRAFUERTE CAJON IZQUIERDO	3/4"	3.80	56.00	2.24	476.67
21/11/2014	CONTRAFUERTE CAJON IZQUIERDO	3/4"	6.30	56.00	2.24	790.27
21/11/2014	CONTRAFUERTE CAJON IZQUIERDO	3/4"	9.95	52.00	2.24	1158.98
21/11/2014	CONTRAFUERTE CAJON IZQUIERDO	3/4"	11.00	80.00	2.24	1971.20
21/11/2014	CUERPO DEL VASTAGO IZQUIERDO	1"	11.00	24.00	3.97	1048.08
21/11/2014	CUERPO DEL VASTAGO IZQUIERDO	1/2"	4.60	52.00	1.00	239.20
21/11/2014	MURO DE VASTAGO IZQUIERDO	3/4"	11.20	16.00	2.24	401.41
21/11/2014	MURO DE VASTAGO IZQUIERDO	3/4"	9.70	16.00	2.24	347.65
21/11/2014	MURO DE VASTAGO IZQUIERDO	3/4"	3.15	56.00	2.24	395.14



**CANTIDAD DE ACERO INSTALADO: 8498.74 KG**

### **8.3.8 Formaleta metálica Cajón y Muro del Vástago Izquierdo Nivel 1786.92 - Estribo No.1**

Se realizó la instalación de la formaleta metálica en un primer nivel hasta la altura de las pantallas, con el objetivo de confinar el concreto obteniendo una estructura que cumpla con la forma, los niveles y dimensiones requeridas en los planos, para la instalación de formaleta metálica esta debe estar limpia de impurezas y debe estar recubierta por un desmoldante adecuado, en este caso se adiciono aceite para evitar que la formaleta quedara adherida al concreto, además de que no manche la superficie y no pueda ser adsorbida por este, también se verificó que la formaleta estuviera ubicada a 0.075m de las barras para asegurar el recubrimiento en todo el cajón, así como la inspección de este durante el vaciado.

El proceso de instalación de la formaleta metálica en el estribo K0+065.32 se puede ver en la Imagen 81.



**IMAGEN 81 – INSTALACION DE FORMALETA METALICA CAJON IZQUIERDO PRIMER NIVEL ESTRIBO No.1**





Para realizar la fundición en buenas condiciones de trabajo se instalaron pasarelas hechas con cuarterones y tablones de madera, para poderse desplazar por la estructura de forma más segura facilitando el trabajo en alturas, también se hizo la instalación de anclaje y atraque con gatos hidráulicos para prevenir distorsiones, deformaciones, o desprendimiento en la formaleta.

En la Imágenes 82 se puede ver la instalación de atraque y de pasarelas.



**IMÁGENES 82- INSTALACIÓN Y ATRAQUE CAJÓN IZQUIERDO PRIMER NIVEL ESTRIBO**  
**No.1**

### **8.3.9 Fundición de Cajón y Muro del vástago izquierdo Primer Nivel - Estribo No. 1**

Se realizó la fundición del cajón y muro del vástago hasta una altura de 4.75m donde terminan las pantallas, con concreto bombeado colocado uniformemente para evitar segregación y dando el vibrado interna y externamente en los lugares donde no pueda entrar el vibrador interno.

En esta fundición la cantidad de concreto necesario se muestra en la Tabla 21



Tabla 21 – VOLUMEN DE CONCRETO FUNDICION CAJON Y MURO DEL VASTAGO IZQUIERDO PRIMER NIVEL ESTRIBO No.1

ABSCISA	ESTRIBO K 00+065,32					
ACTIVIDADES	UN	LARGO m.	ANCHO m.	ALTURA m.	VOL (m3)	OBSERVACIONES
Cajones en concreto f'c=3000 psi (Puente)	M3	5.91	0.40	4.75	22.46	FUNDICION PRIMER CUERPO HASTA PANTALLAS
		2.50	0.40	4.75	14.25	
	TOTAL				36.71	

**EQUIPO UTILIZADO:** 1 Vibrador eléctrico, 2 Vibrador a gasolina, bomba estacionaria, carro mixer

**COMPRAS NECESARIAS:** 51 M3 de concreto premezclado de 3000 PSI

En la Imagen 83 se puede observar la actividad de fundición para el cajón izquierdo y también se puede ver el espacio dejado entre varillas y formaleta para garantizar el recubrimiento del acero y su correcto desarrollo de resistencia.



IMAGEN 83 – FUNDICION PARCIAL DE CAJON Y MURO DEL VASTAGO IZQUIERDO – RECUBRIMIENTO – ESTRIBO No.1

En la Imagen 84 se puede ver la instalación de las pasarelas y tabloncillos de madera para el desplazamiento interno y externo de la estructura, mejorando las condiciones de fundición.



IMAGEN 84 – FUNDICION PARCIAL DE CAJON Y MURO DEL VASTAGO IZQUIERDO – PASARELA – ESTRIBO No.1

### 8.3.10 Retiro de Formaleta Metálica Cajón y muro del Vástago izquierdo Primer Nivel - Estribo No.1

El retiro de la formaleta metálica se realizó cuidadosamente luego de 48 horas de fraguado, en forma tal que se le permitiera al concreto soportar su peso propio, se aprecia buen acabado lo que muestra que el vibrado se realizó de forma correcta, además por el color y textura del concreto se muestra la calidad de los agregados utilizados, también se evidencia el recubrimiento y el funcionamiento de la formaleta metálica quedando perfectamente envueltas de concreto, el proceso de retiro de formaleta metálica se muestra en las Imágenes 85.



IMÁGENES 85 - RETIRO DE FORMALETA METÁLICA MURO DEL VÁSTAGO Y CAJÓN IZQUIERDO PRIMER NIVEL ESTRIBO No. 1



Retirada la formaleta metálica se reparó el concreto en algunos sitios de las esquinas donde se observaron hormigueros que puede ser producto de falta de vibración en esta zona dada por vibración externa por medio de mazo de caucho, posteriormente se realizó el respectivo curado a los elementos fundidos con aplicación de sika anti sol.

### **8.3.11 Acero de refuerzo Cajón y vástago Izquierdo Nivel 1792.09 - Estribo No.1**

- Se realizó la supervisión de la actividad constructiva de corte, doblamiento, figuración y la colocación de las barras de acero para la estructura de concreto reforzado, en este caso para el cajón y vástago izquierdo del estribo No.1 K0+065,32 Además se realiza el chequeo de cantidades y dimensiones del acero instalado.

Se realiza la instalación y amarre total para la terminación del cajón y vástago izquierdo, hasta el nivel requerido de 1792.09 como se muestra las Imágenes 86.



**IMÁGENES 86 – INSTALACION TOTAL DE ACERO DE REFUERZO CAJON Y VASTAGO IZQUIERDO – ESTRIBO No.1**

Y hasta el nivel de 1790.92 donde se apoyaran las vigas metálicas, tal como se especifica en los planos de diseño, se muestra en las Imágenes 87.



**IMAGEN 87 – INSTALACION DE ACERO DE REFUERZO CAJON Y VASTAGO IZQUIERDO  
NIVEL VASTAGO - ESTRIBO No. 1**

La colocación del refuerzo se supervisó en que se colocara con precisión y con el espaciamiento de acuerdo a los planos y diseños, se verificó que estuviera adecuadamente asegurado y amarrado para evitar desplazamientos en la colocación del concreto.

La cantidad de acero instalado mostrado en la imagen 84 y 85 chequeado respectivamente con el despiece de los planos se muestra a continuación en la Tabla 22.



Tabla 22 – CANTIDADES DE ACERO INSTALADO CONTRAFUERTES, MURO DEL VASTAGO, VASTAGO - NIVEL 1792.09 ESTRIBO No. 1

FECHA	APLICACIÓN DEL ACERO	CALCULO PARA PESOS				
		DIAMETRO	LONGITUD	CANTIDAD	P/UNIDAD	P/TOTAL
04/12/2014	CONTRAFUERTES CAJON IZQUIERDO	3/4"	7.50	40.00	2.24	672.00
04/12/2014	CONTRAFUERTES CAJON IZQUIERDO	3/4"	4.80	14.00	2.24	150.53
04/12/2014	CONTRAFUERTES CAJON IZQUIERDO	3/4"	3.80	20.00	2.24	170.24
04/12/2014	CONTRAFUERTES CAJON IZQUIERDO	3/4"	5.65	40.00	2.24	506.24
04/12/2014	CONTRAFUERTES CAJON IZQUIERDO	3/4"	2.95	14.00	2.24	92.51
04/12/2014	CUERPO DEL VASTAGO	1/2"	4.60	76.00	1.00	349.60
04/11/2014	CUERPO DEL VASTAGO	1"	5.80	3.00	3.97	69.08
04/11/2014	CUERPO DEL VASTAGO	1"	6.20	3.00	3.97	73.84
04/11/2014	CUERPO DEL VASTAGO	1"	6.60	3.00	3.97	78.61
04/11/2014	CUERPO DEL VASTAGO	1"	7.00	3.00	3.97	83.37
04/11/2014	CUERPO DEL VASTAGO	1/2"	4.60	9.00	1.00	41.40
04/12/2014	MURO DE VASTAGO IZQUIERDO	3/4"	4.50	80.00	2.24	806.40
20/12/2014	CUERPO DEL VASTAGO	1/2"	2.70	8.00	2.24	48.38

**CANTIDAD DE ACERO INSTALADO: 3142.20 KG**

### 8.3.12 Formaleta metálica Cajón y Muro del Vástago Izquierdo Nivel 1792.09 - Estribo No.1

Se realizó la instalación de la formaleta metálica para la fundición final del cajón y vástago izquierdo, y se verificó que la formaleta estuviera ubicada a 0.075m de las barras para asegurar el recubrimiento en todo el cajón.

La formaleta metálica es hermética para evitar la pérdida de concreto, además tiene la resistencia suficiente para para contener la mezcla de concreto.



El proceso de instalación de la formaleta metálica en el estribo K0+065.32 se puede ver en las Imágenes 88



**IMÁGENES 88- INSTALACIÓN DE FORMALETA METÁLICA CAJÓN Y VÁSTAGO IZQUIERDO ESTRIBO No.1**

Se realizó la instalación de anclaje y atraque con tacos de guadua debido a la altura de donde va a caer el concreto y la presión de este sobre la formaleta, prevenir distorsiones, deformaciones, o desprendimiento.

En la Imagen 89 se puede ver la instalación de atraque y de pasarelas.



**IMAGEN 89 – INSTALACION DE ATRAQUE Y PASARELAS PARA FUNDICION FINAL CAJON IZQUIERDO ESTRIBO No.1**



### **8.3.13 Relleno con material granular Cajón izquierdo Estribo No.1**

Se realizó el relleno con material granular de sitio sacado anteriormente del estribo No.1, se utilizó este material de propiedades no resistentes puesto que el relleno no es estructural , se deja al nivel de las pantallas y se realiza con el propósito de hacer más fácil el trabajo en alturas y para prescindir del uso de motobombas.

Para la realización de esta actividad se contrató una excavadora sobre orugas marca CATERPILLAR, el volumen de relleno fue de 111.48 m<sup>3</sup>. El registro fotográfico de esta actividad se evidencia en las Imágenes 90.



**IMÁGENES 90 -RELLENO CON MATERIAL GRANULAR CAJÓN IZQUIERDO ESTRIBO No.1**

### **8.3.14 Instalación de Platinas Vástago izquierdo Estribo No.1**

Se realizó la instalación de platinas en el vástago izquierdo del estribo No.1, de igual forma que en los estribos anteriores, una de las platinas se encuentran en la parte inclinada del vástago y la otra en la superficie del vástago, para el anclaje de las vigas principales del puente.

Para protección de las platinas en la fundición, que el concreto no quedara adherido se cubrieron con madera.

En las Imágenes 91 se evidencia la actividad.





IMÁGENES 91 - INSTALACIÓN DE PLATINA VÁSTAGO IZQUIERDO ESTRIBO No.1

### 8.3.15 Fundición final de Cajón y vástago izquierdo Estribo No. 1

La fundición se realizó del cajón y vástago en diferentes días debido a la altura faltante por fundir 5.17m.

La primera fundición parcial se evidencia en las Imágenes 92, se realiza por medio de concreto bombeado, dando el vibrado interna y externamente.



IMÁGENES 92 - FUNDICIÓN PARCIAL DE VÁSTAGO Y CAJÓN ESTRIBO No.1

**EQUIPO UTILIZADO:** 3 Vibrador a gasolina, 2 Vibrador eléctrico, bomba estacionaria, carro mixer

**COMPRAS NECESARIAS:** 21 M3 de concreto premezclado de 3000 PSI

La fundición final del vástago y cajón izquierdo se evidencia en las Imágenes 93.



IMÁGENES 93 - FUNDICIÓN FINAL CAJÓN Y VÁSTAGO IZQUIERDO ESTRIBO No.1

**EQUIPO UTILIZADO:** 3 Vibrador a gasolina, 2 Vibrador eléctrico, bomba estacionaria, carro mixer

**COMPRAS NECESARIAS:** 26 M3 de concreto premezclado de 3000 PSI

En esta fundición la cantidad de concreto necesario se muestra en la Tabla 23

Tabla 23 – VOLUMEN DE CONCRETO FUNDICION FINAL CAJON Y MURO DEL VASTAGO IZQUIERDO ESTRIBO No.1

ACTIVIDADES	UN	AREA m2		ANCHO m.	VOL (m3)	OBSERVACIONES
Vástago en concreto f'c=3000 psi (Puente)	M3	26.41		1.00	26.41	
<b>TOTAL</b>					<b>26.41</b>	
ACTIVIDADES	UN	LARGO m.	ANCHO m.	ALTURA m.	VOL (m3)	OBSERVACIONES
Elevaciones en concreto reforzado de f'c=3000 psi (Puente)	M3	5.51	0.40	4.00	17.63	
		2.50	0.40	4.00	8.00	
		2.50	0.20	1.17	0.59	
		2.50	0.40	1.17	1.17	
		2.81	0.40	1.17	2.63	
<b>TOTAL</b>					<b>30.02</b>	

Debido a la altura por fundir y teniendo en cuenta que el concreto no puede caer libremente de una altura superior a 1.5 metros, se trató de depositar la manguera lo más cerca posible de la posición final del concreto, y se utilizaron vibradores de guaya larga.



### 8.3.16 Retiro de Formaleta Metálica Cajón y vástago Estribo No.1

Se evidenció buen acabado lo que muestra que el vibrado se realizó de forma correcta y en la intensidad suficiente para producir una adecuada consolidación en el concreto, además por el color y textura del concreto se muestra la calidad de los agregados utilizados, el proceso de retiro de formaleta metálica se muestra en las Imágenes 94.



IMÁGENES 94 - RETIRO DE FORMALETA METÁLICA CAJÓN Y VÁSTAGO IZQUIERDO  
ESTRIBO No.1

Retirada la formaleta metálica se le realizó el respectivo curado a los elementos fundidos con aplicación de sika anti sol.

### 8.3.17 Excavación Muro de Contención Estribo No.1

Se realizó la excavación del muro de contención del estribo No.1 se contrató una excavadora sobre orugas marca HITACHI, el volumen de excavación fue de 371.81m<sup>3</sup>. La actividad de excavación se evidencia en las Imágenes 95.



IMÁGENES 95 - EXCAVACIÓN PARA MURO DE CONTENCIÓN ESTRIBO No.1



**8.3.18 Fundición de Solado de limpieza Muro de contención Estribo No.1**

Como parte para la preparación de la cimentación, se hace necesaria la limpieza del suelo natural, por lo cual deben recubrirse con una capa delgada de concreto, como se puede ver en las Imágenes 96.



**IMÁGENES 96 – SOLADO DE LIMPIEZA DEL MURO DE CONTENCIÓN ESTRIBO No.1**

La fundición se realizó manualmente se utilizó concreto premezclado pero no fue necesaria la utilización de la bomba.

**COMPRAS NECESARIAS:** 6 M3 de concreto premezclado de 1500 PSI

En la fundición del solado para el muro de contención el volumen de concreto de 1500 PSI para se muestra en la Tabla 24.

**Tabla 24 – VOLUMEN DE CONCRETO FUNDICION SOLADO MURO DE CONTENCIÓN ESTRIBO No. 1**

ABSCISA	ESTRIBO K 00+065,32					
ACTIVIDADES	UN	LARGO m.	ANCHO m.	ALTURA m.	VOL (m3)	OBSERVACIONES
Concreto para solado de limpieza de 1500 Psi	M3	10.20	4.90	0.10	5.00	Solado muro de contención
<b>TOTAL</b>					<b>5.00</b>	



### 8.3.19. Despiece Acero Muro de contención Estribo No.1

El acero de refuerzo del muro de contención está conformado por varilla longitudinal corrugada # 5 distribuida horizontalmente, y varilla longitudinal corrugada #7 distribuida verticalmente, el perfil del diseño se muestra en la Imagen 97.

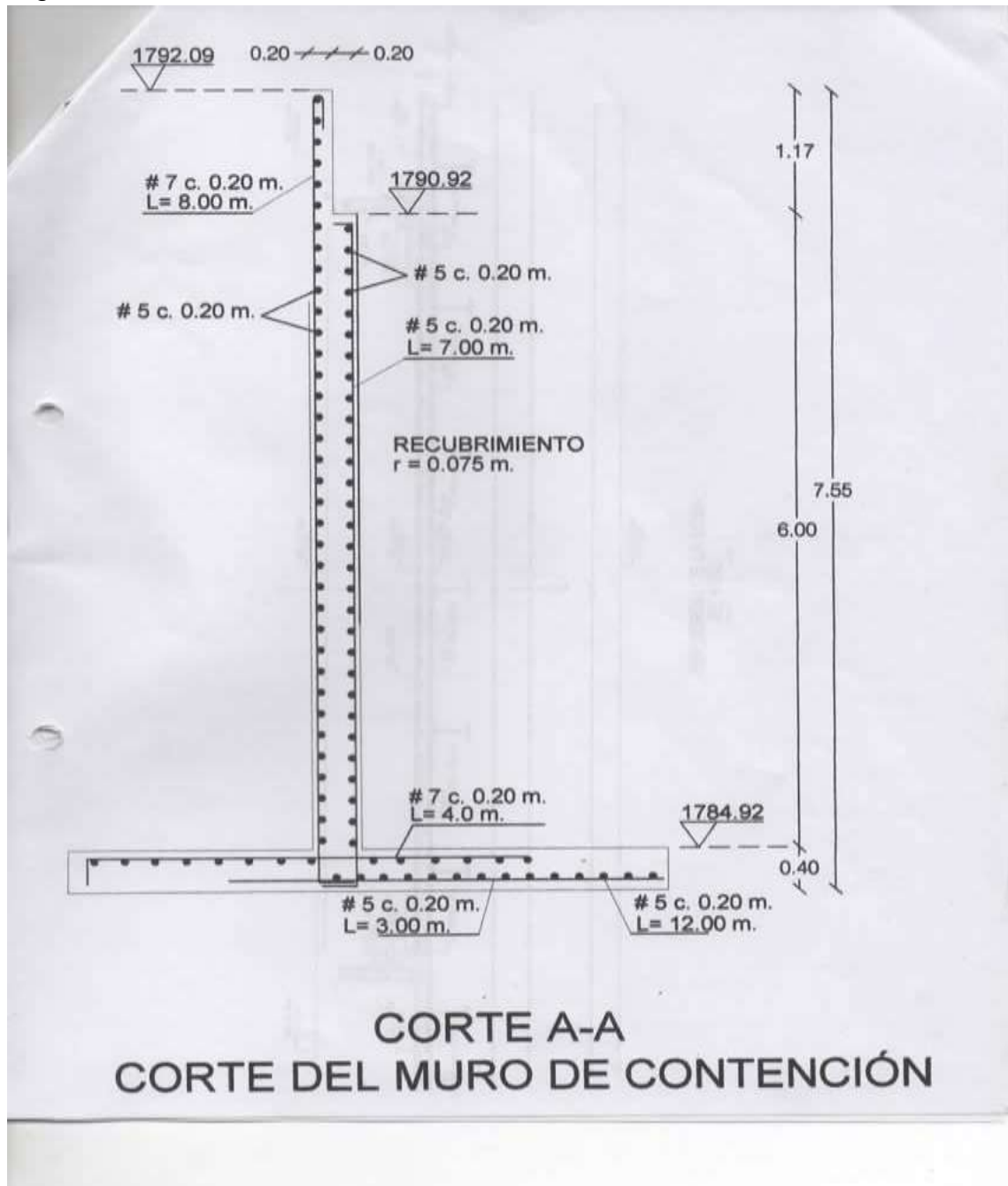


IMAGEN 97 – CORTE DEL MURO DE CONTENCIÓN ESTRIBO No.1



### 8.3.20 Instalación de Acero de Refuerzo zarpa Muro de contención Estribo No.1

Se realizó la supervisión de la actividad constructiva de corte, doblamiento, figuración y la colocación de las barras de acero para la estructura de concreto reforzado, en este caso para la zarpa del muro de contención del estribo No.1 K0+065,32 Además se realiza el chequeo de cantidades y dimensiones del acero instalado.

El registro de la actividad constructiva se muestra en las Imágenes 98



IMAGENES 98 - INSTALACIÓN Y AMARRE DE ACERO DE REFUERZO ZARPA DE MURO DE CONTENCIÓN ESTRIBO No.1

En la colocación de las barras de acero la parrilla inferior se colocaban sobre rocas de dimensión pequeña y se amarraba el acero con alambre dulce, para la parrilla superior se amarraron a las varillas verticales y se apoyaron por el gancho izquierdo, tal como se muestra en los planos y diseños.

### 8.3.21 Fundición Zarpa muro de contención Estribo No. 1

Se realizó la supervisión de actividad de fundición de concreto en la zarpa del muro de contención, el registro se evidencia en las Imágenes 99, y la fundición se realiza por medio de concreto bombeado, dando el vibrado internamente.



IMÁGENES 99 - FUNDICIÓN DE ZARPA DE MURO DE CONTENCIÓN ESTRIBO No.1

**EQUIPO UTILIZADO:** 3 Vibrador a gasolina, 2 Vibrador eléctrico, bomba estacionaria, carro mixer

**COMPRAS NECESARIAS:** 22.5 M3 de concreto premezclado de 3000 PSI

Como se puede ver en las Imágenes 99 margen izquierda la fundición se realizó en horas nocturnas por motivos ajenos al contratista, siguiendo la norma técnica que exige que todo el concreto debe ser vaciado en horas de luz solar a menos de que se disponga de un adecuado sistema de iluminación, se instalaron reflectores aprobados por la interventoría, la terminación de la zarpa se evidencia en la imagen de margen derecha donde ya se ha retirado la formaleta y se puede evidenciar un buen acabado en el elemento.

En esta fundición la cantidad de concreto necesario se muestra en la Tabla 25

Tabla 25 – VOLUMEN DE CONCRETO FUNDICION ZARPA ESTRIBO No.1

ACTIVIDADES	UN	LARGO m.	ANCHO m.	ALTURA m.	VOL (m3)	OBSERVACIONES
Fundaciones de muros en concreto $f'c=3000$ psi (Puente)	M3	10.20	4.90	0.40	19.99	Cimentación muro de contención
<b>TOTAL</b>					<b>19.99</b>	



### 8.3.22 Despiece Contrafuertes del Muro

El acero de refuerzo del muro de contención está conformado por varilla longitudinal corrugada # 6 distribuida horizontalmente y verticalmente cada 0.20m, el perfil del diseño se muestra en la Imagen 100.

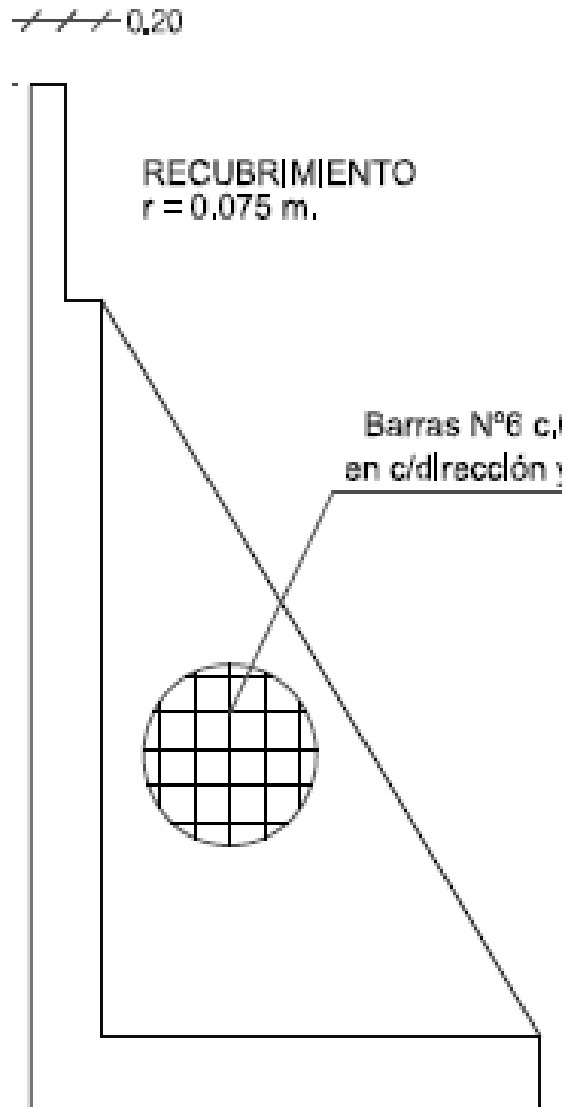


IMAGEN 100 – CONTRAFUERTE MURO DE CONTENCION





### **8.3.23 Instalación de Acero de Refuerzo Muro de contención y contrafuertes del muro Estribo No.1**

Se realizó la supervisión de la actividad constructiva de corte, doblamiento, figuración y la colocación de las barras de acero para la estructura de concreto reforzado, en este caso para el muro de contención y los contrafuertes del muro del estribo No.1 K0+065,32 Además se realiza el chequeo de cantidades y dimensiones del acero instalado.

En las imágenes 101 se muestra el registro de la actividad realizada.



**IMÁGENES 101 - INSTALACIÓN Y AMARRE DE ACERO MURO DE CONTENCIÓN Y CONTRAFUERTE MURO ESTRIBO No.1**

La cantidad de acero de acuerdo al despiece y el contado respectivamente con las dimensiones del acero instalado que se muestra en la Imágenes 101, se representan en la siguiente Tabla 26.



Tabla 26 – CANTIDADES DE ACERO INSTALADO MURO DE CONTENCIÓN Y  
CONTRAFUERTE MURO ESTRIBO No. 1

FECHA	APLICACIÓN DEL ACERO	CALCULO PARA PESOS				
		DIAMETRO	LONGITUD	CANTIDAD	P/UNIDAD	P/TOTAL
23/01/2015	MURO DE CONTENCIÓN	7/8"	8.00	51.00	3.04	1240.32
23/01/2015	MURO DE CONTENCIÓN	5/8"	7.00	51.00	1.55	553.35
23/01/2015	MURO DE CONTENCIÓN	7/8"	4.00	51.00	3.04	620.16
23/01/2015	MURO DE CONTENCIÓN	5/8"	3.00	51.00	1.55	237.15
23/01/2015	MURO DE CONTENCIÓN	5/8"	12.00	36.00	1.55	669.60
23/01/2015	MURO DE CONTENCIÓN	5/8"	12.00	30.00	1.55	558.00
23/01/2015	MURO DE CONTENCIÓN	5/8"	12.00	17.00	1.55	316.20
23/01/2015	MURO DE CONTENCIÓN	5/8"	12.00	15.00	1.55	279.00
23/01/2015	CONTRAFUERTE MURO	3/4"	6.12	2.00	2.24	27.42
23/01/2015	CONTRAFUERTE MURO	3/4"	5.64	2.00	2.24	25.27
23/01/2015	CONTRAFUERTE MURO	3/4"	5.19	2.00	2.24	23.25
23/01/2015	CONTRAFUERTE MURO	3/4"	4.68	2.00	2.24	20.97
23/01/2015	CONTRAFUERTE MURO	3/4"	4.20	2.00	2.24	18.82
23/01/2015	CONTRAFUERTE MURO	3/4"	3.72	2.00	2.24	16.67
23/01/2015	CONTRAFUERTE MURO	3/4"	3.24	2.00	2.24	14.52
23/01/2015	CONTRAFUERTE MURO	3/4"	2.76	2.00	2.24	12.36
23/01/2015	CONTRAFUERTE MURO	3/4"	2.27	2.00	2.24	10.17
23/01/2015	CONTRAFUERTE MURO	3/4"	1.78	2.00	2.24	7.97
23/01/2015	CONTRAFUERTE MURO	3/4"	1.31	2.00	2.24	5.87
23/01/2015	CONTRAFUERTE MURO	3/4"	0.83	2.00	2.24	3.72
23/01/2015	CONTRAFUERTE MURO	3/4"	1.28	2.00	2.24	5.73
23/01/2015	CONTRAFUERTE MURO	3/4"	1.39	2.00	2.24	6.23
23/01/2015	CONTRAFUERTE MURO	3/4"	1.48	2.00	2.24	6.63
23/01/2015	CONTRAFUERTE MURO	3/4"	1.59	2.00	2.24	7.12
23/01/2015	CONTRAFUERTE MURO	3/4"	1.66	2.00	2.24	7.44
23/01/2015	CONTRAFUERTE MURO	3/4"	1.80	2.00	2.24	8.06
23/01/2015	CONTRAFUERTE MURO	3/4"	1.77	2.00	2.24	7.93
23/01/2015	CONTRAFUERTE MURO	3/4"	1.86	2.00	2.24	8.33
23/01/2015	CONTRAFUERTE MURO	3/4"	1.94	2.00	2.24	8.69
23/01/2015	CONTRAFUERTE MURO	3/4"	2.06	2.00	2.24	9.23
23/01/2015	CONTRAFUERTE MURO	3/4"	2.11	2.00	2.24	9.45
23/01/2015	CONTRAFUERTE MURO	3/4"	2.19	2.00	2.24	9.81
23/01/2015	CONTRAFUERTE MURO	3/4"	2.28	2.00	2.24	10.21
23/01/2015	CONTRAFUERTE MURO	3/4"	2.40	2.00	2.24	10.75
23/01/2015	CONTRAFUERTE MURO	3/4"	2.50	2.00	2.24	11.20
23/01/2015	CONTRAFUERTE MURO	3/4"	2.62	2.00	2.24	11.74
23/01/2015	CONTRAFUERTE MURO	3/4"	2.70	2.00	2.24	12.10
23/01/2015	CONTRAFUERTE MURO	3/4"	2.76	2.00	2.24	12.36
23/01/2015	CONTRAFUERTE MURO	3/4"	2.89	2.00	2.24	12.95
23/01/2015	CONTRAFUERTE MURO	3/4"	3.01	2.00	2.24	13.48
23/01/2015	CONTRAFUERTE MURO	3/4"	1.86	2.00	2.24	8.33

**CANTIDAD DE ACERO INSTALADO: 4858.57 KG**



### 8.3.24 Formaleta metálica muro de contención y contrafuertes del muro Estribo No.1

Se realizó la instalación de formaleta metálica para el muro de contención y los contrafuertes, con el propósito de confinar y dar forma al concreto garantizando el espesor de 0.075m y el correcto desarrollo del acero, para instalar la formaleta primero adicionando aceite para evitar que quede adherida a los elementos a fundir, además de que no manche la superficie del concreto y no pueda ser adsorbida por este, y aseguradas por medio de corbatas, ángulos, rieles.

La formaleta también se encontraba debidamente apuntalada, amarrada, atraque con gatos hidráulicos y tacos de guadua, para prevenir distorsiones y movimientos que pudieran producir vibraciones o deformaciones en la formaleta.

El registro fotográfico que evidencia la instalación de formaleta metálica se muestra a continuación en las Imágenes 102 y 103



**IMÁGENES 102 - INSTALACIÓN DE FORMAleta METÁLICA MURO DE CONTENCIÓN Y  
CONTRAFUERTE MURO ESTRIBO No.1**

En las imágenes 102 también se muestra la instalación de andamios de tijera y pasarelas para mejorar el trabajo en alturas.



IMAGEN 103 – INSTALACION FORMALETA METALICA FUNDICION DE MURO DE CONTENCIÓN ESTRIBO No.1

### 8.3.25 Fundición muro de contención y contrafuertes muro Estribo No. 1

La primera fundición parcial se evidencia en las Imágenes 104, se realizó hasta la altura de 6m, altura de los contrafuertes que se puede apreciar en las imágenes 102, se realiza por medio de concreto bombeado, dando el vibrado interna y externamente, además se instalaron 3 reflectores para poder realizar la fundición en horas nocturnas.



IMÁGENES 104 -FUNDICIÓN DE MURO DE CONTENCIÓN Y CONTRAFUERTE MURO ESTRIBO NO.1

**EQUIPO UTILIZADO:** 3 Vibrador eléctrico, 2 Vibrador a gasolina, bomba estacionaria, carro mixer

**COMPRAS NECESARIAS:** 21 M3 de concreto premezclado de 3000 PSI



La fundición final del muro de contención se realiza en una altura de 1.17m, para esta fundición debido a la altura se instalaron andamios de escaleras y pasarela, se realiza con concreto bombeado, realizando vibrado interna y externamente.

El registro de la fundición se muestra en las imágenes 105.



**IMÁGENES 105 - FUNDICIÓN FINAL MURO DE CONTENCIÓN ESTRIBO No.1**

**EQUIPO UTILIZADO:** 2 Vibrador a gasolina, bomba estacionaria, carro mixer

**COMPRAS NECESARIAS:** 14 M3 de concreto premezclado de 3000 PSI

En esta fundición la cantidad de concreto necesario se muestra en la Tabla 27

**Tabla 27 – VOLUMEN DE CONCRETO FUNDICION MURO DE CONTENCION Y CONTRAFUERTE MURO ESTRIBO No.1**

ACTIVIDADES	UN	LARGO m.	ANCHO m.	ALTURA m.	VOL (m3)	OBSERVACIONES
Elevaciones en concreto reforzado de $f'c=3000$ psi (Puente)	M3	10.20	0.40	3.60	14.69	1 fundición parcial Muro contención
		10.20	0.40	2.40	9.79	2 fundición parcial Muro contención
		10.20	0.20	1.17	2.39	2 fundición parcial Muro contención
		7.50		0.40	6.00	2 Contra fuertes Muro
		<b>TOTAL</b>				<b>32.87</b>

**8.3.26 Retiro de Formaleta muro de contención y contrafuertes muro Estribo No.1**



Se observaron hormigueros en el muro de contención lo que puede deberse a la falta de vibrado, y como consecuencia de las condiciones nocturnas de fundición para un vibrado externo, por lo cual fue necesario realizar actividades para resanar el muro; estas actividades consistieron en cincelar a ras de la superficie, limpiar las cavidades y saturarse con mortero y agua. el proceso de retiro de formaleta metálica se muestra en las Imágenes 106.



**IMÁGENES 106 – RETIRO FORMAleta METALICA MURO DE CONTENCIÓN Y  
CONTRAFUERTE MURO ESTRIBO No.1**

### **8.3.27 Excavación Cajón derecho Estribo No.1**



Se realizó la excavación del cajón derecho del estribo No.1 se contrató una excavadora sobre orugas marca CATERPILLAR, la excavación se realizó para un área de 3.30m y 5.90m, con una altura de 7.17m, hasta el nivel de cimentación del muro de contención, además de se instaló atraque con tacos de guadua para prevenir el deslizamiento del talud vecino del predio “Mi Vaquita”, la altura restante por excavar para la construcción del cajón derecho es de 3.5m, pero debido al riesgo de deslizamiento el proceso constructivo indicado por los diseñadores para su construcción es de pozo indio.

La actividad de excavación se evidencia en las Imágenes 107.



**IMÁGENES 107 – EXCAVACION CAJON DERECHO ESTRIBO No.1**

Debido que en el momento de la excavación se encontraron rocas de diámetros grandes junto al predio vecino que difícilmente se podían picar manualmente o retirar con excavadora, se procedió a utilizar un agente demoledor no explosivo de nombre CRAS producto de toxement, para la demolición de rocas rodantes sin afectar al terraplén vecino a la obra, y continuar con la construcción del cajón derecho del estribo k0+065.32.

Para su aplicación se debía perforar la roca por medio de un taladro, e introducir la mezcla del material con agua en la perforación por pulgada lineal, luego se deja actuar el producto por 24 horas protegiéndolo de la lluvia pero sin taponar los agujeros, se recomienda que los agujeros sean verticales, la reacción que produce este producto es una expansión de la roca, lo que hace que se fracture.



El registro del proceso y las fracturas en las rocas se muestra en las Imágenes 108.



**IMÁGENES 108- APLICACIÓN DE AGENTE DEMOLEDOR NO EXPLOSIVO ESTRIBO No.1**

### **8.3.28 Instalación de Acero de Refuerzo Cajón derecho Estribo No.1**

Se realizó la supervisión de la actividad constructiva de corte, doblamiento, figuración y la colocación de las barras de acero para la estructura de concreto reforzado, en este caso el cajón derecho, pantalla y contrafuertes cajón del estribo No.1 K0+065,32 Además se realiza el chequeo de cantidades y dimensiones del acero instalado.

En la Imagen 109 se muestra el registro de la actividad realizada.





**IMAGEN 109 - INSTALACIÓN Y AMARRE DE ACERO DE REFUERZO CAJÓN DERECHO ESTRIBO No.1**

La cantidad de acero de acuerdo al despiece y el contado respectivamente con las dimensiones del acero instalado que se muestra en la Imagen 109, se representan en la siguiente Tabla 28.

**Tabla 28 – CANTIDADES DE ACERO INSTALADO CAJON DERECHO ESTRIBO No. 1**

FECHA	APLICACIÓN DEL ACERO	CALCULO PARA PESOS				
		DIAMETRO	LONGITUD	CANTIDAD	P/UNIDAD	P/TOTAL
14/02/2015	PANTALLA CAJON DERECHO	3/4"	3.00	24.00	2.24	161.28
14/02/2015	CONTRAFUERTE CAJON	3/4"	6.00	140.00	2.24	1881.60
14/02/2015	CONTRAFUERTE CAJON	3/4"	10.00	12.00	2.24	268.80
14/02/2015	CONTRAFUERTE CAJON	3/4"	6.30	12.00	2.24	169.34
14/02/2015	CONTRAFUERTE CAJON	3/4"	3.80	12.00	2.24	102.14

**CANTIDAD DE ACERO INSTALADO: 2583.17 KG**



### 8.3.29 Control de Calidad Fundiciones del Estribo No.3

Se realizó la prueba de asentamiento del concreto Slump de acuerdo a INV E-404 utilizando una muestra representativa del concreto, obteniéndose un asentamiento de 5" +/- 1. También se tomaron muestras al azar por parte de interventoría y del contratista para realizar el control de calidad en cuanto a resistencia del concreto empleado en la fundición cajón y vástago izquierdo del Estribo No.1, se realizó de acuerdo a INV E-630, se tomaron 4 especímenes según el método descrito en la norma de ensayo INV E-401, con ellos se fabricaran probetas cilíndricas según la norma INV E-402 para someterlos a ensayos de resistencia a la compresión a los 7 y 28 días.

En la Tabla 28. Se resumen los resultados de los ensayos para el control de calidad de resistencia a la compresión del concreto empleado en las fundiciones de pantallas, muro del vástago, muro de contención, tabiques, vástago izquierdo y vástago derecho en la construcción del Estribo No.3.

**Tabla 29. RESUMEN DE RESULTADOS DE LOS ENSAYOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO EMPLEADA PARA LA FUNDICION DEL ESTRIBO No. 1**

DATOS DE MEZCLA TOMADOS				ROTURA DE CILINDROS			
FECHA DE FUNDICION	ELEMENTO	ASENTAMIENTO	RESISTENCIA REQUERIDA (Kg/Cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA PROMEDIO A LOS 7 DIAS (Kg/Cm <sup>2</sup> )	RESISTENCIA PROMEDIO A LOS 28 DIAS (Kg/Cm <sup>2</sup> )	% DE RESISTENCIA	OBSERVACIONES
08/11/2014	CIMENTACION CAJON IZQUIERDO ESTRIBO 065.32	6	210	225.2		107.2	PREMEZCLADO - PREDELCA
01/12/2014	PANTALLA CONTRAFUERTES ESTRIBO 065.32	6	210	177.8	243.7	115	PREMEZCLADO - PREDELCA
17/12/2014	CAJON Y VASTAGO IZQUIERDO ESTRIBO 065.32	6	210	189.8	257.7	122.7	PREMEZCLADO - PREDELCA
23/12/2014	CAJON Y VASTAGO IZQUIERDO NIVEL 1792.09 ESTRIBO 065.32	6	210	188.6	278.9	132.8	PREMEZCLADO - PREDELCA



Los resultados de resistencia a la compresión en las diferentes edades de ensayo 7 y 28 días, mostraron una evolución razonable y satisfactoria de resistencia a la compresión.

En los ensayos realizados en la fundición de la cimentación del cajón izquierdo a los 7 días ya se había alcanzado la resistencia requerida de diseño, y en los ensayos realizados en la fundición del cajón y vástago izquierdo a los 7 días ya se había alcanzado gran parte de la resistencia con respecto a la de diseño, los resultados son satisfactorios puesto que la resistencia desarrollada por los elementos en el cajón y vástago izquierdo es bastante alta en los 28 días, además por lo que se puede inferir que la mezcla de diseño y la fórmula de trabajo obtenida por dosificación alcanza una resistencia a compresión promedio lo suficientemente elevada, lo cual es meramente satisfactorio.

En base a los resultados dados por el contratista y los resultados con los de la interventoría, el seguimiento y análisis realizado para el control de calidad en el concreto fundido en el Estribo No.1, se puede concluir que se cumplió con las exigencias de resistencia a la compresión especificadas en el diseño, y se alcanzó con la calidad de los materiales propuestos.

Copia de los ensayos originales expedidos por el laboratorio del contratista se muestran en los anexos 4 y 5 del presente documento.



#### 8.4 Construcción Caseta de Vigilancia colegio Gabriela mistral

La vía del puente vehicular pasa por la caseta de vigilancia del colegio Gabriela mistral por lo que se hizo necesario la restitución de este bien al colegio en las mismas condiciones acordadas, el diseño de cómo está planteada la vía se puede observar en la siguiente Imagen 110.



IMAGEN 110 – DISEÑO DE LA VIA PUENTE VEHICULAR - VISTA EN PLANTA



El proceso constructivo de la caseta de vigilancia se muestra en las Imágenes 111.



**IMAGEN 111 – PROCESO DE CONSTRUCCION CASETA DE VIGILANCIA COLEGIO GABRIELA MISTRAL**

La terminación de la caseta de vigilancia del colegio se muestra en la Imagen 112.



**IMAGEN 112 – CASETA DE VIGILANCIA TERMINADA COLEGIO GABRIELA MISTRAL**



## 8.5 CONTROL GENERAL DE CALIDAD

En el proceso de construcción del puente vehicular se hizo necesario realizar el control de calidad tanto de la obra como de los materiales para asegurar el cumplimiento de las especificaciones legales y reglamentarias en la ejecución del contrato.

### 8.5.1 Plan de inspección y ensayos

Se elaboró el plan de inspección y ensayos con las especificaciones de construcción y control de calidad para materiales usados en la obra, de acuerdo al **ARTÍCULO 630 -07 INVIAS**, para los materiales que se usaron en el presente informe.

A continuación se detallan los ensayos que deben realizarse a los agregados utilizados para la elaboración de concreto, la frecuencia de ensayo, y la tolerancia para aceptación o rechazo del agregado.

El agregado utilizado para la mezcla de concreto proviene de la trituradora Conexpe y el proveedor de concreto premezclado se encargó mensualmente de proveer la información de los resultados de ensayos hechos tanto al agregado fino como el agregado grueso, y de responder en caso de que estos no cumplieran con las tolerancias especificada en la norma INVIAS, adicionalmente el contratista y la interventoría visitaba la planta mezcladora con regularidad para tomar muestras representativas a lotes recientes de los materiales y realizar los ensayos que aquí se describen, para compararlos con los del suministrador.

Adicionalmente la empresa proveedora mandaba los ensayos de calibración de las maquinas utilizadas para realizar los ensayos.

Por el control ejercido durante la duración de la pasantía no se obtuvieron problemas con los resultados de ensayos, se maneja un material de buena calidad y de condiciones óptimas para garantizar un concreto con propiedades que garantizo la resistencia de diseño.

El formato utilizado por la empresa se muestra a continuación:



FORMATO	CODIGO:	IC-F-09
	VERSION:	1
PLAN DE PUNTOS DE INSPECCIÓN PROYECTO	FECHA:	Agosto 30 de 2014
	PAGINA:	1 de

<u>Actividad</u>	<u>Documento de referencia (*)</u>	<u>Ensayo</u>	<u>Frecuencia</u>	<u>Responsable</u>	<u>Registro</u>	<u>Tolerancia (Criterio de aceptación ó rechazo)</u>	<u>Revisión</u>
*: Las especificaciones son de las normas INVÍAS 2007 y las particulares del contrato en los ítems indicados							

CONCRETO ESTRUCTURAL							
Concreto estructural al 630	AGREGADO FINO ESPECIFICACIONES INVIAS 2007	Pérdidas en ensayo de solidez en sulfatos E - 220	Una (1) vez por mes	Proveedor del concreto de planta	Certificado de calidad de planta	Sodio 10 magnesio 15	Ingeniero Residente / Director de Obra
		Límite líquido, % máximo E -125	Una (1) vez por jornada			N.A	
		Índice de plasticidad E-126	Una (1) vez por jornada			0	
		Equivalente de arena, % mínimo E-133	1 vez por semana			60	
		Valor de azul de metileno, máximo E -235	al inicio o cuando hay cambio de materiales			5	
		Terrones de arcilla y partículas deleznable, % máximo E-211	Una (1) vez por semana			1	
		Partículas livianas, % máximo E-221	Una (1) vez por semana			0.5	
		Material que pasa el tamiz de 75 mm (No.200), % máximo E-214	Cuando se requiera			5	
		Contenido de sulfatos, expresado como SO <sub>4</sub> , % máximo INV E-233	al inicio o cuando hay cambio de materiales			1.2	
		Absorción de agua, % máximo INV E - 222	al inicio o cuando hay cambio de materiales			4	



**UNIVERSIDAD DEL CAUCA PAOLA ANDREA DORADO IMBACHI**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL**  
**DEPARTAMENTO DE ESTRUCTURAS**

AGREGADO GRUESO ESPECIFICACION ES INVIAS 2007	Desgaste de los ángeles E- 218	Una (1) vez por mes			En seco, 500 revoluciones, % máximo 40 En seco, 100 revoluciones, % máximo 8 Después de 48 horas de inmersión, 500 revoluciones, % máximo (1) 60
	Pérdidas en ensayo de solidez E- 220	Una (1) vez por mes			Sodio 12 magnesio 18
	Terrones de arcilla y partículas deleznales, % máximo E-211	Una (1) vez por semana			0.25
	Partículas livianas, % máximo E-221	Una (1) vez por semana			1
	Índice de aplanamiento, índice de alargamiento, % máximo E - 230	Una (1) vez por semana			25
	granulometría E - 213	Una (1) vez por jornada			Las tolerancias se ajustarán a la Tabla 630.4 Bandas granulométricas de agregado grueso para concreto estructural
	asentamiento 404 INV 2007	cada carga entregada			INV-404
	resistencia 630 INV 2007	(4) especímene s según el método descrito en la norma de ensayo INV E-401, con los cuales se fabricarán probetas cilíndricas según la norma INV E-402, para someterlas a ensayos de resistencia a compresión (INV E-410).	Ingeniero Residente	Resultado s de ensayos de laboratorio	$f_i \geq (f'c - k1)$ $f_m \geq f'c$





### 8.5.2 Plan de calidad y especificaciones de construcción

El plan de calidad elaborado por la empresa basado en el artículo 630 del INVIAS y la Norma Sismo Resistente – 2010 TITULO C. comprende todos los procesos de excavación, demolición, pavimentos, mezcla asfáltica, etc., pero por ser este un informe de supervisión estructural solo se enunciará el proceso que se debe cumplir para garantizar la calidad del concreto estructural para la verificación de las actividades constructivas descritas anteriormente, como lo es la fabricación, transporte, colocación, curado, obra falsa, etc.

#### 8.5.2.1 Procedimiento para realizar el concreto estructural

**OBJETIVO:** Establecer lineamientos generales para la ejecución del proceso Concreto Estructural, teniendo en cuenta los requisitos del cliente, especificaciones contractuales, normas y códigos aplicables y demás normas particulares y de ensayos de materiales de Movilidad Futura S.A.S.

**ALCANCE:** Este procedimiento cubre las actividades para realizar el Concreto Estructural, conforme a los requerimientos indicados en los planos específicos de fabricación y/o normas y códigos aplicables. Los siguientes lineamientos deben tenerse en cuenta durante el proceso: Los materiales deberán cumplir con las especificaciones de construcción.

La dosificación del concreto determinará las proporciones en que deben combinarse los diferentes materiales componentes como son: agregados, cemento, agua y eventualmente, aditivos, de modo de obtener un concreto que cumpla con la resistencia, manejabilidad, durabilidad y restantes exigencias requeridas por las especificaciones particulares del proyecto y las especificaciones de construcción.

Con suficiente antelación al inicio de los trabajos, se deberá suministrar al Interventor, para su verificación, muestras representativas de los agregados, cemento, agua y eventuales aditivos por utilizar, avaladas por los resultados de ensayos de laboratorio que garanticen la conveniencia de emplearlos en el diseño de la mezcla. Una vez el Interventor realice las comprobaciones que considere necesarias y de su aprobación a los materiales cuando resulten satisfactorios de acuerdo a las especificaciones, el Constructor diseñará la mezcla y definirá una fórmula de trabajo, la cual someterá a consideración del Interventor.



Dicha fórmula señalará: - Las proporciones en que se deben mezclar los agregados disponibles y la gradación media a que da lugar dicha mezcla, por los tamices correspondientes a la granulometría aceptada, así como la franja de tolerancia dentro de la cual es válida la fórmula propuesta. - Las dosificaciones de cemento, agregados grueso y fino y aditivos en polvo, en peso por metro cubico de concreto. La cantidad de agua y aditivos líquidos se podrá dar por peso o por volumen. Cuando se contabilice el cemento por bolsas, la dosificación se hará en función de un número entero de bolsas. - La consistencia del concreto, la cual se deberá encontrar dentro de los límites indicados en la Tabla 630.6 del artículo 630 de las especificaciones de construcción de carreteras de INVIAS, al medirla según norma de ensayo INV E-404. - La resistencia a compresión de la mezcla a siete (7) y veintiocho (28) días de curado, según la norma INV E-410.

La fórmula de trabajo se deberá reconsiderar cada vez que varíe alguno de los siguientes factores: - El tipo, clase o categoría del cemento o su marca - El tipo, absorción y tamaño máximo del agregado grueso - El modulo de finura del agregado fino en más de dos decimas (0.2) - La gradación del agregado combinado en una magnitud tal que ella se salga de la tolerancia fijada. - La naturaleza o la proporción de los aditivos - El método de puesta en obra del concreto.

Antes de formaletear para fundir el concreto se debe topográficamente verificar el nivel de la superficie superior de las capa de base que debe ser muy exacto para evitar mayores volúmenes de concreto que es uno de los ítems más costosos, dejando evidencia de la verificación en el formato de control topográfico; por ello en la etapa de ejecución de la base se debe garantizar la buena nivelación, escoger tramos aleatorios. Determinar hundimientos y sobrellenos, además de revisar la compactación de los bordes.

Una vez verificados los niveles por residente e interventor se da la orden de formaletear y una vez asegurada la formaleta, se debe verificar con equipo de topografía colocado encima de la formaleta el nivel de terminado de concreto antes de autorizar el inicio de la fundición. Se debe revisar con planos la colocación del refuerzo.

Antes de fundir se debe garantizar el resultado aceptado de los niveles, refuerzo acorde con los diseños, aprobados por parte del ingeniero residente e interventor. Equipo necesario para la fundición, regla vibratoria, equipo para dar textura



superficial, antisol, personal suficiente, iluminación necesaria como también verificar el refuerzo longitudinal y transversal.

Durante la fundición del concreto lo mas importante es el ensayo de asentamiento slump en el sitio, sacar la muestra del mixer y verificar (actividad que involucra tanto al ingeniero residente como al interventor), que el asentamiento sea el determinado en las especificaciones, si es así se procede a dar la autorización para descargar el mixer, verificar los sellos que trae el mixer; es el ingeniero residente el que debe romper el sello, evitar que se le agregue agua o aditivos al concreto por parte del conductor del vehiculo sin autorización del residente o interventor.

Durante el descargue del concreto se deben hacer muestras en cilindros cuyo tratamiento debe ser el ideal, debe ser realizado por el personal técnico teniendo cuidado con el número de golpes, entre capas, la ubicación de los cilindros en terreno adecuado, transporte posterior de los cilindros, desencofrado, introducción en agua, llevar control de fecha de muestra y fecha de ensayo, se debe marcar adecuadamente para saber tipo el de concreto, ubicación y en que estructura fue utilizado.

Se debe garantizar el correcto vibrado, los vibradores deberán ser de tipo interno, y deberán operar a una frecuencia no menos de seis mil ciclos por minutos y de una intensidad suficiente para producir la plasticidad y adecuada consolidación del concreto, también se debe garantizar un acabado para su adecuada textura final, y teniendo principal cuidado con el curado del concreto, protección con antisol.

Se considera que el concreto deberá ser dosificado y elaborado para asegurar una resistencia a compresión promedio lo suficientemente elevada, que minimice la frecuencia de los resultados de pruebas por debajo del valor de resistencia a compresión especificada en los planos del proyecto.

Al efectuar las cochadas de tanteo en el laboratorio para el diseño de la mezcla, las muestras para los ensayos de resistencia deberán ser preparadas y curadas de acuerdo con la norma INV E-402 y ensayadas según la norma de ensayo INV E-410. Se deberá establecer una curva que muestre la variación de la relación agua/cemento (o el contenido de cemento) y la resistencia a compresión a veintiocho (28) días. La curva se deberá basar en no menos de tres (3) puntos y preferiblemente cinco (5), que representen cochadas que den lugar a resistencias



a compresión por encima y por debajo de la requerida. Cada punto deberá representar el promedio de por lo menos tres (3) cilindros ensayados a veintiocho (28) días.

La máxima relación agua/cemento permisible (o el contenido mínimo de cemento) para el concreto a ser empleado en la estructura, será la mostrada por la curva, que produzca la resistencia promedio requerida que exceda suficientemente la resistencia de diseño del elemento, según lo indica la Tabla 630.7 del artículo 630 de las especificaciones de construcción de carreteras INVIAS

Todas las formaletas en las cuales sea necesario confinar y soportar la mezcla de concreto mientras se endurece, deberán ser diseñadas por el Constructor y aprobadas por Interventor. Las formaletas deberán ser diseñadas de tal manera, que permitan la colocación y consolidación adecuada de la mezcla en su posición final y su fácil inspección; así mismo, deberán ser suficientemente herméticas para impedir pérdidas del mortero de la mezcla. La aprobación del diseño de las formaletas por parte del Interventor, no exime al Constructor de su responsabilidad respecto de la seguridad, calidad del trabajo y cumplimiento de todas las especificaciones.

Las formaletas, tanto de madera como metálicas, se ensamblarán firmemente y deberán tener la resistencia suficiente para contener la mezcla de concreto sin distorsiones. Antes de iniciar la colocación del concreto, se deberán limpiar de impurezas, incrustaciones de mortero y cualquier otro material extraño. Su superficie interna se deberá cubrir con aceite u otro producto que evite la adherencia, que no manche la superficie del concreto y no sea absorbido por este.

Las abrazaderas que se utilicen para sostener las formaletas y que queden embebidas en el concreto, deberán ser pernos de acero provistos de rosca, tuercas y acoples adecuados, que permitan retirar los extremos exteriores sin producir daños en las superficies del concreto.

No se podrá colocar concreto dentro de las formaletas, si estas no han sido inspeccionadas y aprobadas por el Interventor. Las formaletas se podrán remover parcial o totalmente tan pronto como la mezcla haya adquirido la resistencia suficiente, comprobada mediante ensayos, para sostener su propio peso y el peso de cualquier otra carga.



Suministro y almacenamiento del cemento.

Elaboración de la mezcla Cuando la mezcla se produce en una planta central, sobre camiones mezcladores o por una combinación de estos procedimientos, el trabajo se deberá efectuar de acuerdo con los requisitos aplicables de la especificación ASTM C-94.

Cuando se trate de mezclado parcial en planta central, el tiempo de mezcla en la mezcladora estacionaria de la planta central se podrá reducir a treinta (30) segundos, completando el mezclado en el camión mezclador en tránsito, en la forma indicada en este numeral. Los camiones mezcladores no se deberán cargar a más del 63% del volumen del tambor para mezclado completo en tránsito o al llegar a la obra, ni a más del 70% del volumen del tambor, cuando haya mezclado parcial en la planta central.

El mezclado manual se deberá hacer en bachadas no mayores de un cuarto de metro cubico (0.25 m<sup>3</sup>), sobre una superficie lisa e impermeable. Las cantidades de agregados se deberán medir en cajones de tamaños apropiados. El agregado fino y el cemento se deben mezclar cuidadosamente por medio de palas mientras estén secos, hasta que la mezcla tenga un color uniforme, después de lo cual se forma un cráter en el cual se incorpora el agua en la cantidad necesaria para obtener un mortero de consistencia adecuada. El material de la parte exterior del anillo del cráter se patea entonces hacia el centro y se da vueltas a toda la masa cortándola en secciones, hasta que se logre una consistencia uniforme.

No se deberá hacer ningún re ablandamiento del concreto, agregándole agua o por otros medios, excepto que con la autorización escrita del Interventor podrá añadirse agua adicional de mezcla al concreto transportado en camiones mezcladores o agitadores, siempre que dicho concreto, a su descarga, cumpla todos los requisitos exigidos, ni se excedan los tiempos de mezcla y transporte especificados.

Descarga, transporte y entrega de la mezcla El concreto, al ser descargado de mezcladoras estacionarias, deberá tener la consistencia, trabajabilidad y uniformidad requeridas para la obra. Cuando se empleen camiones mezcladores o agitadores, la descarga de la mezcla, el transporte, la entrega y colocación del concreto deberán ser completados en un tiempo máximo de una y media (1 1/2) horas, desde el momento en que el cemento se añade a los agregados, salvo que



el Interventor fije un plazo diferente según las condiciones climáticas, el uso de aditivos o las características del equipo de transporte.

El concreto descargado de camiones mezcladores o de camiones agitadores, debe ser entregado con la consistencia, trabajabilidad y uniformidad requeridos para la obra. La velocidad de descarga del concreto premezclado debe ser controlada por la velocidad de rotación del tambor en la dirección de la descarga con la canaleta o compuerta de descarga completamente abierta. Si es necesario agregar agua adicional a la mezcla para alcanzar o mantener el asentamiento especificado, sin exceder la relación agua/cemento requerida, se debe mezclar nuevamente el contenido del tambor, por un mínimo de veinte (20) revoluciones a la velocidad de mezclado, antes de proceder a la descarga del concreto.

El concreto puede ser transportado en camiones tipo volqueta, u otro equipo provisto de agitadores, si los documentos del proyecto lo admiten o el Interventor aprueba por escrito esta posibilidad. En tal caso, los recipientes deberán ser metálicos, lisos en su interior, con las esquinas redondeadas, equipados con compuertas para controlar la descarga y provistos de cobertores adecuados para proteger el concreto contra la intemperie.

El concreto transportado en estos equipos debe ser mezclado previamente y debe ser entregado con la consistencia y uniformidad requeridas. A su entrega en la obra, el Interventor rechazara todo concreto que haya desarrollado algún endurecimiento inicial, así como aquel que no sea entregado dentro del límite de tiempo aprobado o no tenga el asentamiento dentro de los límites especificados.

El concreto que por cualquier causa haya sido rechazado por el Interventor, deberá ser retirado de la obra y reemplazado por el Constructor, a su costa, por un concreto satisfactorio. Preparación para la colocación del concreto Por lo menos veinte cuatro (24) horas antes de colocar concreto en cualquier lugar de la obra, se notificara por escrito al Interventor al respecto, para que este verifique y apruebe los sitios de colocación. La colocación no podrá comenzar, mientras el Interventor no haya aprobado el encofrado, el refuerzo, las partes embebidas y la preparación de las superficies que han de quedar contra el concreto.

Dichas superficies deberán encontrarse completamente libres de suciedad, lodo, desechos, grasa, aceite, partículas sueltas y cualquier otra sustancia perjudicial. La limpieza puede incluir el lavado por medio de chorros de agua y aire, excepto



para superficies de suelo o relleno, para las cuales este método puede no ser el adecuado. Las fundaciones en suelo contra las cuales se coloque el concreto, deberán ser humedecidas completamente, o recubrirse con una delgada capa de concreto, si así lo exige el Interventor.

**Colocación del concreto:** Esta operación se deberá efectuar en presencia del Interventor, salvo en determinados sitios específicos autorizados previamente por este. El concreto no se podrá colocar en instantes de lluvia, a no ser que el Constructor suministre Cubiertas que sean adecuadas para proteger el concreto desde su colocación hasta su fraguado.

Todo el concreto debe ser vaciado en horas de luz solar y su colocación en cualquier parte de la obra no se debe iniciar si no es posible completarla en dichas condiciones, a menos que se disponga de un adecuado sistema de iluminación. El concreto no se debe exponer a la acción del agua antes del fraguado final, excepto lo que se dispone en el numeral 630.4.9, del Artículo 630 de las especificaciones de construcción.

En todos los casos, el concreto se deberá depositar lo más cerca posible de su posición final y no se deberá hacer fluir por medio de vibradores. Los métodos utilizados para la colocación del concreto deberán permitir una buena regulación de la mezcla depositada, evitando su caída con demasiada presión o chocando contra las formaletas o el refuerzo. Por ningún motivo se permitirá la caída libre del concreto desde alturas superiores a uno y medio metros (1.50 m).

Al verter el hormigón, se removerá enérgica y eficazmente, para que las armaduras queden perfectamente envueltas; cuidando especialmente los sitios en que se reúna gran cantidad de ellas, y procurando que se mantengan los recubrimientos y separaciones de la armadura. En todos los casos que sea difícil colocar el concreto junto a las formaletas debido a las obstrucciones producidas por el acero de refuerzo o por cualquier otra condición, se deberá procurar el contacto apropiado entre el concreto y las caras interiores de las formaletas, vibrando estas últimas por medio de golpes en sus superficies exteriores con mazos de caucho o madera o por medio de vibradores de formaleta.

En caso de usar equipos inclinados (canoas, canaletas) deben tener una longitud máxima de 7 m, manteniendo un flujo continuo a una velocidad uniforme del hormigón con pendientes, según el asentamiento del concreto, Norma de ensayo



INV E-404, no sobrepasando los valores de la Tabla 630.9 del artículo 630 de las especificaciones de construcción de carreteras de INVIAS. No se permitirá la colocación de concreto al cual se haya agregado agua después de salir de la mezcladora. Tampoco se permitirá la colocación de la mezcla fresca sobre concreto total o parcialmente endurecido, sin que las superficies de contacto hayan sido preparadas como juntas, según se describe en el numeral 630.4.11 del artículo 630 de las especificaciones de construcción de carreteras de INVIAS.

Se deberá tener la precaución de no mover los extremos del refuerzo que sobresalga del concreto, por lo menos durante las primeras veinticuatro (24) horas luego de colocado el concreto. A menos que los documentos del proyecto o el Interventor indiquen algo en contrario por el tipo de obra. Las descargas deberán sucederse una tras otra, debiendo cada una de ellas colocarse y compactarse antes de que la precedente haya alcanzado el fraguado inicial, para que no quede una separación entre las mismas.

La superficie superior de cada capa de concreto se debe dejar algo áspera para lograr una liga eficiente con la capa subsiguiente. Cada capa superior deberá ser compactada de forma que se evite la formación de una junta de construcción entre ella y la capa inferior. Las capas que se completen en un día de trabajo o que hayan sido colocadas poco antes de interrumpir temporalmente las operaciones, se deben limpiar de cualquier material objetable tan pronto como las superficies sean lo suficientemente firmes para retener su forma.

En ningún caso se suspenderá o interrumpirá temporalmente el trabajo dentro de los cuarenta y cinco centímetros (45 cm) abajo de la parte superior de cualquier superficie, a menos que los detalles de la obra tengan en cuenta un coronamiento de menos de dicho espesor, en cuyo caso, la junta de construcción se puede hacer en la parte inferior de dicho coronamiento. El método y la manera de colocar el concreto se deberán regular de forma que todas las juntas de construcción se coloquen en las zonas de bajo esfuerzo cortante y, en lo posible, en sitios que no sean visibles.

La colocación del concreto por bombeo puede ser permitida dependiendo de la adaptabilidad del método a usar en la obra. El equipo se deberá disponer de manera que las vibraciones derivadas de su operación no deterioren el concreto recién colocado. Al emplear bombeo mecánico, la operación de la bomba deberá ser tal, que se produzca una corriente continua del concreto, sin bolsas de aire.





Cuando se terminen las operaciones de bombeo, en caso de que se vaya a usar el concreto que quede en las tuberías, este se debe expeler de tal manera que no se contamine o se produzcan segregaciones.

Al emplear bombeo neumático, el equipo de bombeo se debe colocar la más cerca posible del depósito de concreto. Las líneas de descarga deberán ser horizontales o inclinadas hacia arriba respecto de la máquina de bombeo. Cuando se utilice equipo de bombeo, siempre se deberá disponer de los medios alternativos para continuar la operación de colocación del concreto en caso de que se dañe la bomba. El bombeo deberá continuar hasta que el extremo de la tubería de descarga quede completamente por fuera de la mezcla recién colocada. Los equipos de bombeo deberán ser limpiados cuidadosamente después de cada periodo de operación.

**Colocación del concreto bajo agua:** El concreto no deberá ser colocado bajo agua, excepto cuando así se especifique en los planos o lo autorice el Interventor, quien efectuara una supervisión directa de los trabajos. En tal caso, el concreto tendrá una resistencia no menor de la exigida para la clase D y contendrá un diez por ciento (10%) de exceso de cemento, en peso, respecto del obtenido en el diseño de la mezcla.

Dicho concreto se deberá colocar cuidadosamente en su lugar, en una masa compacta, por medio de un tremie u otro método aprobado por el Interventor. Todo el concreto bajo el agua se deberá depositar en una operación continua. No se deberá colocar concreto dentro de corrientes de agua y las formaletas diseñadas para retenerlo bajo el agua, deberán ser impermeables. El concreto se deberá colocar de tal manera, que se logren superficies aproximadamente horizontales, y que cada capa se deposite antes de que la precedente haya alcanzado su fraguado inicial, con el fin de asegurar la adecuada unión entre las mismas.

**Vibración:** El concreto colocado se deberá consolidar mediante vibración interna, hasta obtener la mayor densidad posible, de manera que quede libre de cavidades producidas por partículas de agregado grueso y burbujas de aire, y que cubra totalmente las superficies de los encofrados y los materiales embebidos. Durante la consolidación, el vibrador se deberá operar a intervalos regulares y frecuentes, en posición casi vertical y con su cabeza sumergida profundamente dentro de la mezcla. Para lograr la compactación de cada capa antes de que se deposite la siguiente sin demorar la descarga, se debe usar un número suficiente de



vibradores para consolidar el concreto que se está recibiendo, dentro de los quince (15) minutos siguientes a su colocación dentro de las formaletas. Para evitar demoras en el caso de averías, se debe disponer de un (1) vibrador auxiliar en el sitio de la obra.

Las vibraciones se deben aplicar en el punto de descarga y donde haya concreto depositado poco antes. Los vibradores no deberán ser empujados rápidamente, sino que se permitirá que ellos mismos se abran camino dentro de la masa de concreto y se retiren lentamente para evitar la formación de cavidades. La vibración deberá ser tal, que el concreto fluya alrededor del refuerzo y otros elementos que deban quedar embebidos en el concreto y llegue hasta las esquinas de las formaletas. La vibración no debe ser aplicada sobre el refuerzo, ni forzarse a secciones o capas de concreto que hayan endurecido a tal grado que el concreto no pueda volverse plástico por su revibración.

La vibración no deberá ser usada para transportar mezcla dentro de las formaletas, ni se deberá aplicar directamente a estas o al acero de refuerzo, especialmente si ello afecta masas de mezcla recientemente fraguada. Con el fin de obtener un concreto debidamente compactado, carente de cavidades, hormigueros y similares, la vibración mecánica deberá ser completada con la compactación manual que sea necesaria a lo largo de las superficies de las formaletas y en las esquinas y puntos donde sea difícil obtener una vibración adecuada. Las dimensiones de las agujas de los vibradores de inmersión y, en general, los tiempos de vibrado deberán ser cuidadosamente controlados, de manera de obtener las densidades máximas sin sobre vibrar.

**Remoción de las formaletas y de la obra falsa:** El tiempo de remoción de formaletas y obra falsa está condicionado por el tipo y localización de la estructura, el curado, el clima y otros factores que afecten el endurecimiento del concreto. Si las operaciones de campo no están controladas por pruebas de laboratorio, los valores de la Tabla 630.10 del artículo 630 de las especificaciones de construcción de carreteras de INVIAS pueden ser empleados como guía para el tiempo mínimo requerido antes de la remoción de formaletas y soportes, o siguiendo las indicaciones de NSR- 10 TITULO C.6.2.2

**Acabado:** Todas las superficies de concreto deberán recibir un acabado inmediatamente después del retiro de las formaletas. El tipo de acabado dependerá de las características de la obra construida. Acabado ordinario Es el procedimiento usado para la mayoría de las estructuras. Inmediatamente después



de remover las formaletas, toda la rebaba y salientes irregulares de la superficie del concreto se deberán cincelar a ras de la superficie, teniendo en cuenta el texturizado de concreto para vías.

Todos los alambres y varillas que sobresalgan se deberán cortar, cuando menos cinco milímetros (5 mm) bajo la superficie. Todas las cavidades pequeñas se deberán limpiar cuidadosamente, saturarse con agua y rellenarse con un mortero compuesto por una (1) parte de cemento Portland y dos (2) de arena, el cual deberá ser completamente apisonado en su lugar.

En caso de cavidades mayores, se aplicara una capa delgada de pasta de cemento puro antes de colocar el mortero de relleno. Todos los remiendos deberán mantenerse húmedos por un periodo no menor de cinco (5) días. Para el relleno de cavidades grandes o profundas se deberá incluir agregado grueso en el mortero de relleno.

Acabado por frotado de superficie Tan pronto como se hayan removido las formaletas y lo permita la condición del concreto, se iniciara el frotado, empapando las superficies con agua, y frotándolas luego con una piedra de carborundo de mediana aspereza, esmerilando la superficie hasta formar una pasta.

La operación de frotado se debe continuar hasta que todas las señales dejadas por las formaletas y demás salientes e irregularidades hayan sido removidas y la superficie presente una textura lisa y un color uniforme. En este proceso no se deberá emplear ninguna lechada de cemento ni enlucido de mortero.

La pasta producida por el frotamiento debe ser cepillada cuidadosamente o ser extendida uniformemente en una capa delgada sobre la superficie, dejándose que vuelva a fraguar.

El acabado final se obtiene mediante un segundo frotado con una piedra de carborundo más fina. Este sistema de acabado es prescriptivo para las barandas de concreto a las cuales hace referencia el Artículo 632 de las especificaciones de construcción de puentes y carreteras de INVIAS, así como en las demás superficies en los cuales se requiera de manera explícita en los documentos del proyecto.



**Curado:** Inmediatamente después del retiro de las formaletas y del acabado de las superficies, el concreto se someterá a un proceso de curado que se prolongara a lo largo del plazo prefijado por el Interventor, según el tipo de cemento utilizado y las condiciones climáticas del lugar.

En general, los tratamientos de curado se deberán mantener por un periodo no menor de catorce (14) días después de terminada la colocación de la mezcla de concreto; en algunas estructuras no masivas, este periodo podrá ser disminuido, pero en ningún caso será menor de siete (7) días. Se deben tomar todas las precauciones necesarias para proteger el concreto fresco contra las altas temperaturas y los vientos que puedan causar un secado prematuro y la formación de agrietamientos superficiales.

Al terminar la obra, y antes de la aceptación final del trabajo, se deberá retirar del lugar toda obra falsa, materiales excavados o no utilizados, desechos, basuras y construcciones temporales, restaurando en forma aceptable para el Interventor, toda propiedad, tanto pública como privada, que pudiera haber sido afectada durante la ejecución de este trabajo y dejar el lugar de la estructura limpio y presentable.

Todas las labores de ejecución de obras de concreto estructural se realizaran teniendo en cuenta lo establecido en los estudios o evaluaciones ambientales del proyecto y las disposiciones vigentes sobre la conservación del medio ambiente y los recursos naturales.



### 8.5.3 Rotura de cilindros

Como parte de la verificación de los resultados entregados por el proveedor, se tomaron muestras de concreto, se realizaron los especímenes y se sometieron a todas las condiciones descritas por la norma, posteriormente se llevaron a ensayarse en un laboratorio, el registro de la actividad realizada se muestra a continuación en las Imágenes 113.



IMÁGENES 113 – ROTURA DE CILINDROS

### 8.5.4 Control de Calidad para el Acero

El proveedor del acero en cada entrega anexaba los ensayos correspondientes realizados para el acero y el cumplimiento de resistencia del mismo.

La colocación y almacenamiento del acero se representa en la Imagen 114.



IMAGEN 114 – ALMACENAMIENTO DE ACERO



## **8.6 FORMATOS**

En el transcurso de la construcción del puente vehicular fue necesario la adición de formatos para el control de equipos como el formato que se empezó a llevar del control de motobombas para posteriormente cobrarse a la entidad, también la elaboración de APU análisis de precios unitarios de actividades no previstas como el del uso de motobombas, excavaciones a mano, demolición de rocas rodantes con material cras, baños en superboard para trabajadores, base granular, etc., también llevar el registro de acarreo de materiales y las compras realizadas para tener un manejo y control de las actividades realizadas.

El registro de los formatos manejados para el plan de calidad se muestra en anexo en digital debido a la cantidad de información que contienen.

## **8.7 Estructura Metálica**

Como el proceso o contenido de la pasantía estaba centrado en la construcción de los apoyos en concreto estructural del puente, no se trató el proceso de instalación y soldadura de la estructura metálica, sin embargo por tratarse de algo nuevo en la ciudad de Popayán se mostrara como avanza el puente y parte de su construcción en estructura metálica.

Soldadura de vigas de rigidez y principales para montaje se muestra en la Imagen 115.



**IMAGEN 115 - ARMADO Y SOLDADURA DE VIGAS DE RIGIDEZ PUENTE SECUNDARIO**



El montaje de las vigas de rigidez y principales por medio de grúa telescópica se muestra en la Imagen 116.



**IMAGEN 116 – COLOCACION DE VIGAS DE RIGIDEZ PUENTE SECUNDARIO**

Las vigas del puente secundario transmiten las cargas a los vástagos y tabiques del Estribo No.3 y la pila central, tal como se muestra en las Imágenes 117 y 118.



**IMAGEN 117 – VIGAS Y VASTAGO ESTRIBO No.3**



**IMAGENES 118 – SOLDADURA CON PLATINA DE TABIQUES PILA CENTRAL**



El montaje de las vigas metálicas para el puente principal tal como se especifica en los diseños se puede ver en las Imágenes 119.



**IMAGENES 119 – MONTAJE DE VIGAS PUENTE SECUNDARIO**

La terminación del montaje de la estructura metálica para la construcción del puente secundario se muestra en las Imágenes 120.



**IMAGENES 120 –PUENTE SECUNDARIO EN VIGAS METALICAS**





## **9. OBSERVACIONES Y ASPECTOS RELEVANTES APRENDIDOS Y PUESTOS EN PRÁCTICA EN EL DESARROLLO DE LA PASANTIA**

- En la práctica profesional aprendí a tener un control de los materiales a utilizar sobre cada elemento, manejando un cuadro de aceros y concreto que definía las cantidades necesarias para la óptima realización de la construcción, y para la compra de los materiales, evitando así desperdicios.
- Adquirí experiencia en el manejo de trabajadores y en un ámbito profesional, es importante mostrar liderazgo, seguridad y respeto, para desarrollar las actividades de la mejor forma posible.
- Ensayos y análisis de resistencia a la compresión del concreto estructural, es de los aspectos más importantes que se deben llevar en una obra para poder certificar que se está obteniendo la resistencia de diseño especificada, y asegurar la calidad de la obra.
- Aprendí acerca de los procedimientos para efectuar un control de calidad en el proceso de construcción de un elemento estructural: preparación de sitio, instalación, amarre y conteo de acero, instalación de formaleta, verificar niveles y dimensiones, colocación de concreto, vibración, retiro de formaleta, acabado y curado.
- Inspeccionar y verificar que la obra se ejecutara de acuerdo a los planos y diseños, velando en todo momento por la obtención de la mejor calidad de la obra.
- Registro y control de avance de la obra a través de informes mensuales, aprendí a elaborar los informes mensuales presentados por el contratista para mostrar a la entidad contratante como estaba avanzando la obra, también es importante realizarlo porque se lleva un control de los ítems ya ejecutados y de todas las tareas realizadas en el mes.
- Socialización del proyecto con la comunidad, en varias oportunidades se realizaron encuestas acerca de cómo se sentía la comunidad con el proyecto, si veía afectación a su calidad de vida, etc., es importante la participación de la comunidad en proyectos como este, puesto que se hacen para su beneficio, también se realizaron reuniones para mostrar el avance en la construcción con las respectivas veedurías.



## **10. CONCLUSIONES**

Con la culminación de esta pasantía se llega principalmente a las siguientes conclusiones:

- Mediante la supervisión técnica realizada en la obra basada en las recomendaciones del TITULO I, de la Norma Sismo Resistente de 2010 se puede concluir que la calidad de la obra en términos constructivos se definió por un plan de calidad de los procesos constructivos y un plan de ensayos para determinar que la calidad de los materiales cumplieran de acuerdo a las normas técnicas colombianas y las normas del Invias, posteriormente se obtuvo mediante comprobaciones por medio de ensayos el cumplimiento de las especificaciones y finalmente se podrá alcanzar teniendo como resultado el buen funcionamiento del puente vehicular.
- Se aprobó un control de calidad de la construcción de la estructura, aspecto relevante en el trabajo de supervisor técnico.
- Los objetivos planteados en el anteproyecto entregado, se cumplieron totalmente, obteniendo un alto grado de satisfacción personal por el provechoso desarrollo de pasantía.
- El desarrollo de este proyecto contribuye ampliamente en diferentes aspectos, no solo la parte académica, sino también en un ámbito humano, práctico, social, debido a que la experiencia como pasantes en muchos casos es el primer contacto como Ingenieros Civiles, para posteriormente ser íntegros y útiles a la Comunidad.
- En la práctica profesional se ganó experiencia laboral en la construcción de un puente vehicular, donde se lograron ampliar los conocimientos y conceptos adquiridos en la formación académica, además de una visión y de forjarse hacia el futuro desarrollo profesional.



## **11. RECOMENDACIONES**

- Para una práctica profesional de pasantía o cualquier proyecto de construcción es importante conocer las Normas que lo rigen, principalmente para hacerlo bien, íntegramente y para obtener los mejores resultados.
  
- Sería conveniente que en la universidad se desarrollaran un tipo de prácticas que nos ayuden a estar más preparados para competir en un ambiente laboral o que de alguna forma se realicen visitas constantes a diferentes obras para aplicar y reforzar los conocimientos aprendidos en la teoría académica, además de resolver diferentes dudas que pueden surgir de una visita que tal vez en el curso no son tan visibles.
  
- Se recomienda a futuros estudiantes o lectores, que tengan confianza y seguridad en lo aprendido durante la formación académica para dar soluciones a diferentes problemas que se pueden presentar en una construcción, y en caso de desconocer, se abre la iniciativa de investigación para adquirir nuevos conocimientos ingenieriles.
  
- La ingeniería es un campo muy amplio por lo que antes de empezar una pasantía es importante conocer el proyecto, informarse acerca de este tipo de obra y los aspectos más relevantes a tener en cuenta, también es importante conocer la empresa, y analizar realmente cual es el proyecto más provechoso para tu vida profesional.
  
- Algo importante para los futuros pasantes es manifestar el agradecimiento con la empresa receptora por la oportunidad, pero también no podemos olvidarnos de que se está en representación de una Universidad acreditada en alta calidad y que el comportamiento que desarrollemos en la empresa es clave para la Imagen de la Universidad y para posibles nuevos contratos con Pasantes, por lo tanto disciplina, responsabilidad y el mejor resultado de nuestras capacidades.



## 12. CONTROL DE HORAS

CONTROL DE HORAS DE PASANTIA				
FECHA	HORAS TRABAJADAS	HORAS EXTRAS	HORAS TOTALES ACUMULADAS	FIRMA
AGOSTO				
SEMANA 4	16		16	
SEPTIEMBRE				
SEMANA 1	25		41	
SEMANA 2	25		66	
SEMANA 3	23		89	
SEMANA 4	27	11	127	
OCTUBRE				
SEMANA 1	25	3	155	
SEMANA 2	25		180	
SEMANA 3	25		205	
SEMANA 4	24	4	233	
SEMANA 5	28	3	264	
NOVIEMBRE				
SEMANA 1	19	7	290	
SEMANA 2	22	8	320	
SEMANA 3	22	1	343	
SEMANA 4	25	3	371	
DICIEMBRE				
SEMANA 1	25	9	405	
SEMANA 2	25		430	
SEMANA 3	27	4	461	
SEMANA 4	11		472	
ENERO				
SEMANA 1	11		483	
SEMANA 2	16		499	
SEMANA 3	22		521	
SEMANA 4	30	8	559	
SEMANA 5	26		585	
FEBRERO				
SEMANA 1	27		612	
SEMANA 2	25		637	
SEMANA 3	8		645	

TABLA 30 – FORMATO PERSONAL CONTROL DE HORAS PASANTIA



### **13. BIBLIOGRAFIA**

- NSR 10, TITULO I – Supervisión técnica.
- NSR 10, TITULO C – Concreto estructural.
- Norma INV - Artículo 630, Concreto Estructural.
- Norma INV, E-404, Asentamiento del concreto
- NTC 396 – Método de ensayo para determinar el asentamiento del concreto. (ASTM C143).
- Norma INV E-402, E-410, Resistencia a la Comprensión.
- NTC 1377 – Elaboración y curado de especímenes de concreto para ensayo laboratorio (ASTM C192).
- NTC 673 – Ensayo de resistencia a la compresión de cilindros de concreto (ASTM C39).
- Norma INV E-213, Granulometría de los agregados.
- NTC 1920 – Acero Estructural (ASTM A36).
- NTC 3318 – Concreto premezclado (ASTM C94).



#### **14. ANEXOS**

En los siguientes anexos se presenta los resultados de los ensayos a la compresión hechos en el concreto fundido en la construcción de la Pila central, Estribo No.3 y Estribo No.1

- **Anexo 1. RESULTADOS RESISTENCIA A LA COMPRESION – FUNDICION DE CIMENTACION, PANTALLAS, TABIQUES Y MURO DE VASTAGOS, PILA CENTRAL.**
- **Anexo 2. RESULTADOS RESISTENCIA A LA COMPRESION – FUNDICION DE PANTALLAS, TABIQUES, CAJON VASTAGO DE LA PILA CENTRAL Y CIMENTACION, PANTALLAS, TABIQUES CAJON VASTAGO ESTRIBO No.3**
- **Anexo 3. RESULTADOS RESISTENCIA A LA COMPRESION – FUNDICION DE VASTAGOS DE PILA CENTRAL Y SEGUNDO CUERPO PANTALLAS, TABIQUES, CAJON ESTRIBO No.3**
- **Anexo 4. RESULTADOS RESISTENCIA A LA COMPRESION – FUNDICION DE SEGUNDO CUERPO PANTALLAS, TABIQUES CAJON VASTAGO, VASTAGOS Y MURO DE CONTENCIÓN ESTRIBO No.3 Y CIMENTACION CAJON IZQUIERDO ESTRIBO No.1**
- **Anexo 5. RESULTADOS REISTENCIA A LA COMPRESION – FUNDICION CAJON Y VASTAGO IZQUIERDO ESTRIBO No.1**
- **Anexo digital, 1 CD.**

Anexos en los cuales se presentan los documentos necesarios para aprobación de pasantía:

- **Anexo 6. RESOLUCION DE APROBACION DE PASANTIA**
- **Anexo 7. CERTIFICACION DE HORAS POR PARTE DE LA EMPRESA RECEPTORA**