

**AUXILIAR DE INGENIERÍA EN LA INTERVENTORÍA DE LA ADECUACIÓN  
DEL COMANDO BAS 29 Y DE LA BRIM 19 DEL BATALLÓN JOSÉ HILARIO  
LÓPEZ DE POPAYÁN CAUCA.**



**HERNÁN DARÍO SÁNCHEZ PANTOJA**

**UNIVERSIDAD DEL CAUCA  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL  
DEPARTAMENTO DE CONSTRUCCIÓN  
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL  
POPAYÁN  
2009**

**AUXILIAR DE INGENIERIA EN LA INTERVENTORÍA DE LA ADECUACIÓN  
DEL COMANDO BAS 29 Y DE LA BRIM 19 DEL BATALLÓN JOSÉ HILARIO  
LÓPEZ DE POPAYÁN CAUCA.**



**HERNÁN DARÍO SÁNCHEZ PANTOJA**

**Proyecto práctica profesional (pasantía) para optar al título de  
Ingeniero Civil**

**Director:  
Ing. LUIS ILDEMAR BOLAÑOS ANDRADE  
Docente Facultad de Ingeniería Civil**

**UNIVERSIDAD DEL CAUCA  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL  
DEPARTAMENTO DE CONSTRUCCIÓN  
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL  
POPAYÁN  
2009**

**Nota de aceptación:**

El director y los jurados han leído este documento, escuchando la sustentación del mismo por parte de su autor y lo encuentran satisfactorio.

---

**Firma del Director**

---

**Firma del Jurado**

---

**Firma del Jurado**

## CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	9
1. ANTECEDENTES	10
1.1 SUPERVISIÓN E INTERVENTORÍA	10
1.2 ACTIVIDADES QUE DESEMPEÑA LA INTERVENTORÍA	11
1.2.1 <i>Interventoría Técnica</i>	11
1.2.2 <i>Interventoría Administrativa</i>	12
1.2.3 <i>Aspecto Ambiental</i>	13
1.2.4 <i>Seguridad Industrial</i>	13
2. JUSTIFICACIÓN	15
3. OBJETIVOS	16
3.1 OBJETIVO GENERAL	16
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	16
4. METODOLOGÍA	17
4.1 LABORES TÉCNICAS	17
4.2 LABORES ADMINISTRATIVAS	18
5. ENTIDAD RECEPTORA	19
5.1 MISIÓN	19
5.2 VISIÓN	19
6. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO	20
6.1 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL PROYECTO	20
7. EJECUCIÓN DE LA PASANTÍA	22
7.1 PARTICULARIDADES DEL TRABAJO DE CAMPO	22
7.2 PARTICIPACIÓN EN LA PARTE TÉCNICA DEL PROYECTO	25
7.2.1 <i>Documentación del proyecto constructivo</i>	25
7.2.2 <i>Estudios iniciales</i>	25
7.2.3 <i>Excavación mecánica</i>	26
7.2.4 <i>Cimientos</i>	28
7.2.5 <i>Elementos estructurales</i>	33
7.2.6 <i>Cubierta</i>	44
7.2.7 <i>Instalaciones hidráulicas, sanitarias y eléctricas</i>	47
7.2.8 <i>Segunda excavación mecánica y perfilación de talud</i>	48
7.2.9 <i>Otras actividades supervisadas</i>	49

7.3	PARTICIPACIÓN EN ACTIVIDADES ADMINISTRATIVAS	51
7.4	INCONVENIENTES PRESENTADOS EN EL AVANCE DEL PROYECTO	55
8	CONCLUSIONES	60
	BIBLIOGRAFÍA	63

## LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Esquema en planta del proyecto	21
Figura 2. Control de interventoría	24
Figura 3. Perforación manual y extracción de muestras de suelo	26
Figura 4. Equipo de precisión utilizado en la obra	26
Figura 5. Equipo pesado utilizado en el movimiento de tierra	27
Figura 6. Colocación de la capa de material	27
Figura 7. Extensión del Manto Geotextil	28
Figura 8. Sistema de perforación de pilotes	29
Figura 9. Pilote elaborado sin lodo bentonítico	29
Figura 10. Castillos de acero para los pilotes	29
Figura 11. Chequeo del figurado del acero	29
Figura 12. Fundición de pilotes	30
Figura 13. Preparación y curado de cilindros de concreto de pilotes	30
Figura 14. Excavaciones para las zapatas	31
Figura 15. Elaboración de la zapata	31
Figura 16. Vigilancia de la preparación de la mezcla de concreto	32
Figura 17. Llegada de agregados a la obra	32
Figura 18. Inspección visual de los agregados	32
Figura 19. Revisión del montaje de la formaleta	33
Figura 20. Vigilancia del montaje del acero	34
Figura 21. Elaboración de la formaleta	34
Figura 22. Chequeo de recubrimientos	35
Figura 23. Chequeo de formaleta y niveles	35
Figura 24. Revisión del asentamiento de la mezcla	36
Figura 25. Toma de muestras de concreto	36
Figura 26. Vigilancia en fundición y vibrado	36
Figura 27. Viga de cimentación terminada	37
Figura 28. Curado del concreto con riego de agua	37
Figura 29. Ajuste y preparación de la formaleta	37
Figura 30. Chequeo del “plomo” de columnas	38
Figura 31. Ladrillo empleado como lastre	38
Figura 32. Chequeo de dimensiones y tolerancias	39
Figura 33. Curado de columna	39
Figura 34. Revisión de acero de vigas aéreas	39
Figura 35. Panorámica general	41
Figura 36. Control de calidad de materiales y chequeo de especificaciones	41
Figura 37. Esquema de losa de tanques	42

Figura 38. Supervisión del armado del acero	43
Figura 39. Fundición de la losa	43
Figura 40. Vigilancia del relleno y compactación	44
Figura 41. Acero de refuerzo utilizado en las losa	44
Figura 42. Fundición de losa de contrapiso	44
Figura 43. Ing. de GS INGENIERIA DE CALIDAD	45
Figura 44. Prueba de tintas	45
Figura 45. Medición de las cerchas	46
Figura 46. Revisión de calibres a los perfiles	46
Figura 47. Monte de Estructura de cubierta	47
Figura 48. Zanja para tubería de alcantarillado	47
Figura 49. Montaje de un punto de desagüe	48
Figura 50. Supervisión de las diferentes tuberías	48
Figura 51. Topografía Talud aledaño al Comando	49
Figura 52. Comisión de topografía	49
Figura 53. Excavadora hidráulica	49
Figura 54. Supervisión del levante de muros	50
Figura 55. Chequeo de la colocación de icopor	50
Figura 56. Levante de muro estructural	50
Figura 57. Prueba de humedad a morteros	51
Figura 58. Personal de la obra con dotación	53
Figura 59. Uso de implementos de seguridad	53
Figura 60. Capacitación dada por la interventoría	55
Figura 61. Examen médico al personal de la obra	55
Figura 62. Llegada del acero despiezado	56
Figura 63. Revisión del acero y longitudes	56
Figura 64. Soldadura defectuosa	56
Figura 65. Retiro de la soldadura	57
Figura 66. Detalle del anclaje de los pernos	58
Figura 67. Tornillos defectuosos	58
Figura 68. Cambio de pernos inadecuados	58
Figura 69. Colocación de pernos con epóxido	59

## LISTA DE ANEXOS

	Pág.
1. EJEMPLO DE ACTA DE RECIBO PARCIAL DE OBRA	63
2. EJEMPLO DE MEMORIAS DE CÁLCULO DE LAS CANTIDADES DE HIERRO	64
3. FABRICACIÓN DE PILOTES IN SITU	65

## INTRODUCCIÓN

En los últimos 10 años las fuerzas Armadas de Colombia, se han fortalecido debido a los problemas sociales de la nación y esto ha implicado ampliar las diferentes instalaciones, principalmente las oficinas y centros de mando en las diferentes ciudades en las que existen batallones.

Es el caso del Batallón José Hilario López que contrató los servicios de construcción e interventoría de la obra “Adecuación del comando BAS 29 y de la BRIM 19”, las diferentes obras civiles consistían en la elaboración de una edificación nueva para oficinas, de un piso, con diferentes baterías sanitarias, diseñado en un sistema estructural de pórticos en concreto reforzado para realizarse en un periodo de seis meses.

La empresa constructora fue el CONSORCIO CAUCA y la empresa que realizó la interventoría fue CONSORCIO CS 2008, bajo la dirección general del ingeniero Fernando José Sánchez Prado y la ingeniera residente María Teresa Ojeda Cabrera. Con esta empresa se llevó a cabo la pasantía académica con el fin de optar al título de ingeniero civil. Dicha pasantía consistió en prestar el servicio de auxiliar a la ingeniera residente de interventoría.

En este documento se presenta en forma general los diferentes procesos constructivos llevados a cabo en la obra mencionada y en forma particular las actividades de auxiliar de interventoría realizadas, y teniendo en cuenta las restricciones impuestas por las Fuerza armadas de Colombia, en el sentido de no suministrar información detallada a terceros y a mantener como documentación clasificada todos los aspectos relacionados con el presente proceso, así como del material objeto del mismo y los asuntos técnicos e instalaciones de las Fuerzas Militares de la República de Colombia.

## 1. ANTECEDENTES

En una constante búsqueda por mejorar las funciones como auxiliar de interventoría, se hizo una recolección de la información durante la permanencia en el proyecto, la cual se amplía con la documentación y los parámetros seguidos por el Consorcio CS 2008.

### 1.1 SUPERVISIÓN E INTERVENTORÍA

En el marco estatal son entendidas como el conjunto de actividades que en representación de la entidad, realiza una persona natural o jurídica para vigilar, controlar, verificar y colaborar en la ejecución de los contratos o convenios. Corresponde a una exigencia legal que tiene el propósito de asegurar al máximo el cumplimiento del objeto contractual, de los fines de la contratación y la satisfacción de los intereses de la entidad mediante la obtención del fin perseguido.

La contratación de la interventoría es obligatoria para algunos contratos o procesos de contratación, por ejemplo, en los contratos de obra resultantes de procesos de licitación. (Artículo 32 Ley 80 de 1993)

En todos los procesos edificatorios y de obra civil en Colombia, el interventor ha sido y es una figura importante dentro de ellos, y por eso es fundamental el conocimiento de esta labor por parte de un futuro profesional, pues lo define la ley 400 de 1997:

*“El interventor, es el profesional que representa al propietario durante la construcción de la edificación bajo cuya responsabilidad se verifica que ésta se adelante de acuerdo con todas las reglamentaciones correspondientes, siguiendo los planos, diseños y especificaciones realizados por los diseñadores”.<sup>1</sup>*

En cuanto a la formación profesional como ingeniero interventor existe un vacío en los programas académicos, pues esta labor es relegada a un segundo plano, salvo algunas excepciones, de igual manera los recursos bibliográficos existentes son muy escasos y es por ello que la experiencia en la realización de esta labor en una pasantía se convierte en la mejor herramienta para orientar a los futuros

---

<sup>1</sup> Ley 400 de 1997 “Por la cual se adoptan normas sobre construcción sismo resistente”. Bogotá D.C. 1997.

profesionales por esta rama, dentro de las muchas que existen en el sector de la construcción.

## **1.2 ACTIVIDADES QUE DESEMPEÑA LA INTERVENTORÍA**

El interventor, actúa como un asesor y es quien representa, los intereses del propietario del proyecto en el desarrollo de los estudios y en los procesos de ejecución, es decir, su presencia es de vital importancia antes de que inicien los trabajos y si fuera posible en la misma concepción del proyecto. El interventor es el asesor y supervisor del cumplimiento de los objetivos del contrato. En cualquiera de las etapas el interventor debe interpretar las necesidades del dueño con el propósito de satisfacer estas, además que se cumplan los objetivos sin tropiezos y con los mejores éxitos.

En el proceso de ejecución, el interventor tiene como responsabilidad principal, observar el cumplimiento del contrato establecido entre la entidad contratante y el constructor. Es de gran importancia destacar, que debe actuar de manera imparcial entre las partes, en términos de las obligaciones, así como los derechos de cada uno de ellos. Debe dar fe del cumplimiento de los términos acordados, haciéndolo también responsable; es decir, que se certifica que el proyecto se ejecuta por parte del constructor en forma adecuada, con las normas y especificaciones planteadas, y si luego aparece una falla debido a la mala ejecución, es tan responsable como el constructor. El interventor se convierte en una garantía para el propietario, para el Estado e incluso para el constructor.

Las actividades de la interventoría comprenden la vigilancia de varios aspectos involucrados en el proceso constructivo las cuales se especifican a continuación:

**1.2.1 Interventoría Técnica.** En esta interventoría, la función del interventor se encamina a velar por el correcto desarrollo de los diseños y el cumplimiento de las normas de calidad, seguridad y economía adecuadas a la obra. En cumplimiento de sus funciones el interventor debe exigir al constructor cuando sea necesario, la realización de ensayos y pruebas. De todos los trabajos autorizados el interventor deja constancia escrita en la “Bitácora o Libro de Obra”.

Lleva además un control de las especificaciones y si la complejidad del problema así lo justifican, el interventor solicita a la entidad contratante la contratación de especialistas que lo asesoren en función técnica.

Hace un control a las especificaciones de materiales, a las pruebas de las instalaciones y a la puesta en marcha de equipos. Los controles a los cuales se hace referencia, no relevan al constructor de su responsabilidad de llevarlos con el detalle y la precisión que exijan las normas de calidad y los estudios técnicos de la obra. El interventor, por lo tanto, debe vigilar que el constructor cumpla con las normas de control y llevar las consideraciones necesarias y oportunas.

Cuando sea necesario complementar o introducir modificaciones al proyecto en pro del beneficio de este, haciendo las solicitudes pertinentes y cuidar de que en todo momento el constructor disponga de los documentos de trabajo actualizados.

**1.2.2 Interventoría Administrativa.** En la interventoría Administrativa, el interventor debe velar por el cumplimiento del contrato del constructor y vigilar el avance de la obra, para lograr que ella se desarrolle según el programa y el presupuesto previamente aprobados.

Vigila además el cumplimiento de las pólizas de garantías, los pagos de prestaciones sociales, pagos de carácter fiscal a las entidades Estatales y Municipales y demás obligaciones contractuales y legales.

El interventor aprueba el pago a subcontratistas, trabajadores o proveedores, según las normas establecidas en el contrato y a las disposiciones que ordena la ley. Debe supervisar el almacén de la obra y exige al constructor los inventarios, libros y comprobantes que permiten un adecuado control.

Supervisa la ejecución de la obra, su calidad y su cantidad correspondan a lo establecido en el proyecto y contrato. Recibe una determinada obra y autoriza la cuenta de cobro respectiva. Verifica que la obra ejecutada corresponda proporcionalmente a los dineros entregados al contratista, dentro de los términos estipulados en el contrato.

El interventor estudia y autoriza las cantidades de obra, analiza y acuerda con el constructor los precios de los ítems no pactados en el contrato.

El interventor mantiene una relación directa con el constructor para dar su opinión y sugerencias sobre la forma en que se adelanta la obra.

*“Artículo 52. De la Responsabilidad de los Consultores, interventores y Asesores:  
Los consultores, interventores y asesores externos responderán civil y penalmente tanto por el cumplimiento de las obligaciones derivadas del contrato de consultoría, interventoría o asesorías, como por los hechos u omisiones que les fueren imputables y que causen daño o perjuicio a las entidades, derivados de la celebración y la ejecución de los contratos respecto de los cuales hayan ejercido o ejerzan las funciones de consultoría, interventoría o asesoría”<sup>2</sup>*

**1.2.3 Aspecto Ambiental.** Es función primordial de la interventoría, asegurar que se minimice el impacto ambiental que ocasiona el proyecto sobre la comunidad en general y sobre el entorno tanto urbano como regional.

---

<sup>2</sup> Artículo 52. Ley 80 de 1993. Estatuto General de Contratación de la Administración Pública. Artículo 52. Bogotá D.C., 1980.

La interventoría vigila en forma intensa, con respecto al impacto sobre el medio ambiente:

- La flora
- La fauna
- El aire
- Los recursos de agua
- El deterioro del paisaje
- La estabilidad de los taludes
- La disposición de los materiales sobrantes.

**1.2.4 Seguridad Industrial.** En cuanto a seguridad industrial y salud ocupacional, la interventoría supervisa todas las acciones que se desarrollaron en los trabajos, exigiendo al contratista el cumplimiento de las normas y su aplicación práctica.

La interventoría supervisa la prevención de accidentes en cuanto a:

- La organización de la seguridad industrial
- La motivación, inducción y capacitación del personal que labora en la obra
- El depósito y manipulación de materiales peligrosos
- El uso y el mantenimiento de la maquinaria y el equipo utilizado
- La utilización de implementos personales de seguridad, tales como: botas, cascos, guantes, etc.
- El uso de elementos generales de seguridad de la obra, como: Vallas, extintores, avisos, carteleras
- La señalización necesarias

Teniendo en cuenta la importancia de la contratación pública ante una entidad estatal como el Ejército Nacional, debe resaltarse la responsabilidad de la interventoría que realizó el CONSORCIO CS 2008 en la adecuación del comando, las exigencias constructivas especificadas por la entidad y velar por el buen uso de los recursos.

Gracias a la confianza dada por el Consorcio y la residente de interventoría, y en beneficio del proyecto, se le permitía al auxiliar participar en todas las actividades relacionadas con la interventoría de la obra, hacer aportes y sugerencias. Si estas eran valederas se tenían en cuenta, si no lo eran, se explicaban y aclaraban por los ingenieros del proyecto.

**Reserva de la información.** Los participantes en el proyecto se obligan con la dirección de ingenieros a no suministrar ninguna clase de información o detalle a terceros y a mantener como documentación clasificada todos los aspectos

relacionados con el presente proceso, así como del material objeto del mismo y los asuntos técnicos e instalaciones de las Fuerzas Militares de la República de Colombia.

Las Directivas del Batallón conocieron la participación del estudiante de la Universidad del Cauca en la realización de pasantía en las actividades de construcción del comando, las imágenes e información suministrada fueron provistas por la ingeniera residente de interventoría quien autorizó el uso de las mismas.

## 2. JUSTIFICACIÓN

La práctica profesional dentro de una obra especial y de gran magnitud, consolida los conocimientos teóricos adquiridos en la Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad del Cauca y sirve como medio de transición del conocimiento impartido en las aulas de clase a la vida real; logrando que el pasante sea capaz de identificar y controlar los procesos constructivos que se presentan en la construcción de un proyecto de edificación, especialmente los relacionados con nuevas tecnologías de construcción, muros livianos y cubiertas en estructuras metálicas. Al mismo tiempo brinda los conocimientos y capacidad para participar en la dirección, organización y control de un proyecto de construcción. Este permitirá afianzar las relaciones laborales entre técnicos y profesionales a cargo de la obra y trabajadores en general, llevando a conocer el manejo del personal al interior de una construcción.

La idea de participar en los diferentes procesos que se llevaron a cabo en el proyecto implica que como futuro profesional se capacite en el área de la supervisión e interventoría de la construcción y el manejo de procesos administrativos, que serán desarrollados en la vida profesional de un Ingeniero Civil.

Realizar un proyecto constructivo al interior de las fuerzas militares implicó hacerse con discreción y con los respectivos controles de seguridad, mas si se tiene en cuenta la situación delicada de orden público que atraviesa el país y en especial el departamento del Cauca, hace que sus instalaciones se encuentren en constante riesgo.

### **3. OBJETIVOS**

#### **3.1 OBJETIVO GENERAL**

Aplicación de los conocimientos adquiridos en la carrera de Ingeniería Civil participando activamente como auxiliar de interventoría en la Adecuación del Comando BAS 29 y de la BRIM 19 del Batallón José Hilario López de Popayán – Cauca.

#### **3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Participación en las actividades que desempeñó la interventoría en el proyecto constructivo.
- Descripción del manejo utilizado de la documentación y programa de trabajo de la adecuación del comando.
- Participación en la toma de decisiones técnicas de la obra y sugerir alternativas, si fuese necesario.
- Colaboración en la supervisión de la calidad de los materiales empleados y verificación del cumplimiento de las normas y especificaciones técnicas del proyecto.
- Identificación del equipo y herramientas utilizadas en la obra, condiciones de seguridad y prevención en la construcción.

## 4. METODOLOGÍA

El trabajo realizado se basó en la participación en la interventoría en la adecuación del Comando BAS 29 y de la BRIM 19 del Batallón José Hilario López de Popayán.

### 4.1 LABORES TÉCNICAS

- **Documentos del proyecto:** se estudiaron los planos urbanísticos, de redes de servicio, arquitectónicos, entre otros, realizando las observaciones pertinentes con el objetivo de llevar un control de la obra.
- **Conceptos y consultas:** En forma constante se dieron a conocer las dudas, problemas encontrados, opiniones y aportes referentes al proyecto, los cuales fueron estudiados y resueltos con los diferentes profesionales vinculados, quienes a su vez informaban sobre los cambios o modificaciones de los planos con sus respectivas especificaciones.
- **Organización de la obra:** se estudió en coordinación con el contratista la organización de la obra, la cual reunió las garantías técnicas y administrativas suficientes para su ejecución.
- **Materiales:** se llevó a cabo la revisión visual de la calidad de los materiales y los elementos necesarios por medio de chequeos y ensayos, para constatar las especificaciones técnicas del proyecto, normas técnicas Colombianas NTC y normas sismoresistentes NSR-98. También se vigiló el cumplimiento de las prácticas apropiadas para la edificación. En el caso de que los materiales no cumplieran con las especificaciones, se rechazaban.
- **Programas y plazos:** se identificó el programa de trabajo de la obra presentado por el constructor, el cual contenía las fechas de inicio y terminación de los diferentes aspectos a desarrollar y se hicieron algunas observaciones a los ingenieros residentes para lograr un cumplimiento eficiente de la obra.
- **Equipos y herramientas:** En colaboración con el Ingeniero Industrial que vigilaba los aspectos sobre Riesgos Profesionales, se constató que la maquinaria y las herramientas utilizadas cumplieran con las condiciones de seguridad pertinentes para la obra.
- **Errores, Deficiencias y Tolerancias:** La verificación de estos parámetros en los elementos fabricados por el constructor, se llevaron a cabo mediante la

constante inspección de los materiales y procesos constructivos en general, para constatar que se ajusten a los diseños y especificaciones técnicas, dando a saber a los ingenieros residentes sobre trabajos con fallas no factibles de corregir en forma satisfactoria que, por tanto, no ofrezcan garantía de calidad, estabilidad, buena apariencia o seguridad y solicitando eventualmente, en casos especiales, la asesoría necesaria para acertar en las decisiones.

- **Ensayos y Pruebas de Control:** se supervisaron los diferentes ensayos de laboratorio tales como: resistencia del concreto, granulometría de los agregados, y pruebas realizadas a morteros y a la estructura metálica y se constataron los resultados obtenidos con base en los informes de las pruebas, verificando así el cumplimiento de las especificaciones pertinentes del proyecto.

#### **4.2 LABORES ADMINISTRATIVAS**

- Se identificó cómo se evalúa la obra y cómo se solicita al constructor que se tomen o rectifiquen algunas determinaciones cuando la situación lo amerite.
- Actas: Se identificó y estudio la forma de elaborar las actas, que según las modalidades del contrato y las diversas circunstancias del desarrollo de los trabajos, se levantaron durante el proceso de ejecución de la obra.
- La supervisión general se hizo con base en el cumplimiento de normas y leyes referentes a la construcción, así como las normas que regulan la debida contratación de personal, por ejemplo: salarios, horarios y seguridad social.
- La verificación de las cantidades de obra de los trabajos realizados se hizo mediante las mediciones respectivas cada vez que el constructor hacía la entrega parcial o total de ellas.

El hecho de realizar la práctica al interior de las instalaciones militares del Ejército Nacional, hizo que la extracción de información técnica fuese restringida, pero esta limitación no afectó el trabajo realizado por el pasante.

## **5. ENTIDAD RECEPTORA**

### **CONSORCIO CS 2008**

NIT: 90022c4582-1

Dirección: calle 6 N9-62 Centro

Teléfono: 8244767

Representante legal: Ing. Fernando José Sánchez Prado

Socios: Ing. Yolanda Cabrera Balcázar

Ing. Fernando José Sánchez Prado

Director de Interventoría: Ing. Fernando José Sánchez Prado

Residente de Interventoría: Ing. María Teresa Ojeda Cabrera

Contrato N. 745 de 2008

Interventoría por concurso de méritos.

Supervisora de pasantía: Ing. María Teresa Ojeda Cabrera

### **5.1 MISIÓN**

Desarrollar proyectos en las líneas del servicio de construcción y consultoría, empleando los recursos óptimos y adecuados, con el fin de satisfacer las necesidades y expectativas de nuestros clientes y a su vez de la organización.

### **5.2 VISIÓN**

Consolidarse en el mercado de Colombia como una compañía de excelencia en la prestación de servicios de consultoría y construcción, con una estructura organizacional sólida que proporcione bienestar a sus colaboradores, clientes y proveedores. De igual forma, incursionar en el mercado internacional desarrollando proyectos con estándares de calidad altamente competitivos.

## 6 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO

Proyecto: Adecuación Del Comando Bas 29 Y De La Brim 19 Del Batallón José Hilario López de Popayán Cauca.

Localización: Interior de las instalaciones del Batallón José Hilario López

Área: 1.887 m<sup>2</sup>

Contratista: CONSORCIO CAUCA

Valor contrato: \$1.894'644.000

Interventoría: CONSORCIO CS 2008

Valor contrato: \$151'571.000

Sistema Estructural: Pórticos en concreto reforzado.

Tipo de cimentación: Zapatas individuales de (1.60\*1.60\*0.40)m

Con tres pilotes cada una de  $\Phi = 0.25\text{m}$ , profundidad 7.0m

Cubierta: Cerchas en estructura metálica.

Construcción de una edificación nueva, de un solo piso para uso de oficinas y centro de mando, cuenta con un salón de conferencias, diferentes baterías sanitarias y un sistema de tanques elevados para el almacenamiento de agua.

En la figura 1, se muestra un esquema en planta para dar a conocer mejor el proyecto, en las zonas 1,2 ,4 se encuentran las principales oficinas, la zona 3 es un pacillo de entrada a las instalaciones y la zona 5 es el salón de conferencias.

### 6.1 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL PROYECTO

Sistema Estructural: Pórticos en concreto reforzado.

Grado de disipación de energía: Disipación de energía especial DES

Coefficiente de Modificación de Respuesta:  $R_c=5.0$

Grupo de Uso: Grupo III. Estructuras de Ocupación Especial.

Coefficiente de Aceleración:  $A_a= 0.25$

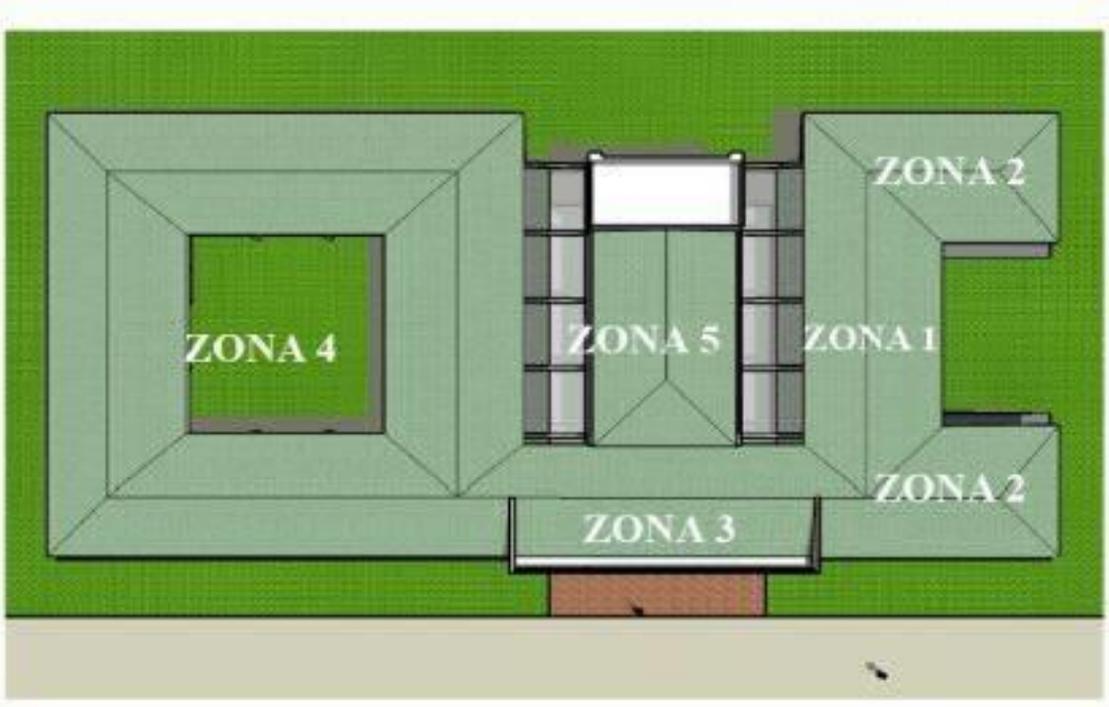
Perfil de Suelo: S3

Coefficiente de Sitio:  $S= 1.50$

Coefficiente de importancia:  $I=1.2$

Características del Suelo: Capacidad Portante. 4.0 T/m<sup>2</sup>

Figura 1. Esquema en planta del proyecto.



## **7 EJECUCIÓN DE LA PASANTÍA**

### **7.1 PARTICULARIDADES DEL TRABAJO DE CAMPO**

El trabajo de campo realizado en la obra Adecuación del Comando BAS 29 y de la BRIM 19 del Batallón José Hilario López de Popayán – Cauca como auxiliar de ingeniería en la interventoría se llevó a cabo a partir del mes de noviembre del 2008 a marzo de 2009.

La construcción de la obra se inició en el mes de septiembre de 2008, con la realización de las actividades preliminares y la construcción de la cimentación profunda; la participación del pasante en el proyecto fue a partir de la etapa constructiva de la cimentación superficial, hasta la primera parte de la construcción de acabados, en general se participó en la construcción de aproximadamente un 80% de la obra.

De manera general, el auxiliar debía dar el visto bueno después de examinar y supervisar las actividades realizadas, teniendo como objetivos básicos vigilar el tiempo y la calidad con que se realizaban las mismas; apoyaba y vigilaba la coordinación de actividades de tal manera que se realizaran de forma satisfactoria de acuerdo al cumplimiento de las condiciones técnicas pactadas y a la seguridad que implicaba cada una de ellas.

Para poder participar en todo lo relacionado a la interventoría del proyecto se debía conocer de manera amplia y profunda todo lo relacionado con él, para lo cual se estudió y manejó la documentación existente de la obra, tales como: juegos de planos del diseño, especificaciones técnicas de construcción y cronograma de ejecución.

Al ser una obra para una entidad del estado como el Ejército Nacional, esta contó con su propia entidad fiscalizadora; la Dirección de Ingenieros del Ejército Nacional (DIING) quienes supervisaron y vigilaron constantemente, tanto a la empresa contratista, como a la interventoría; la que se llevó a cabo por medio de visitas constantes a la obra, verificando actividades realizadas, cantidades, avance o atrasos, y en general cualquier cambio en los diseños o especificaciones. Cuando había cambios estos debían ser consultados por escrito para su aprobación.

Adicionalmente, se hacían comités de obra con funcionarios militares del Batallón, a los cuales debían asistir representantes de la empresa contratista e interventoría, allí se comentaban inquietudes, avances en porcentaje de ejecución de la obra, la colaboración que debía prestarse en la seguridad y al final se firmaba un acta. En el comité se le brindó la oportunidad de estar presente al auxiliar, quien fue presentado como parte del grupo de trabajo de la interventoría y se le permitió comentar sus inquietudes con respecto a los controles de seguridad que se debían seguir y colaborar en los “estudios de seguridad” que se le hacía a cada personal que trabajaba en la obra, el cual consistía en hacerles llenar un

amplio formulario que debía llevar 3 fotografías del rostro de frente y perfil y la toma de las huellas dactilares.

La participación del pasante en estos comités fue más de tipo observador, lo que le permitió conocer la relación con los militares y aprender los temas que se manejan en estas reuniones.

A continuación se da a conocer un esquema planteado por el consorcio CS 2008 del Control de la Interventoría en la adecuación del comando, sobre las actividades a realizar, discriminadas en dos aspectos generales: interventoría administrativa e interventoría técnica, en las etapas previas, durante y al finalizar la construcción (Fig. 2).

Figura 2. Control de interventoría



## **7.2 PARTICIPACIÓN EN LA PARTE TÉCNICA DEL PROYECTO**

A continuación se describen algunas actividades constructivas en las que el auxiliar tuvo participación o se obtuvo información por parte de la empresa interventora.

**7.2.1 Documentación del proyecto constructivo.** Los principales documentos estudiados y analizados minuciosamente por el pasante, fueron los Planos relacionados con el proyecto: 13 planos arquitectónicos, 7 Planos estructurales, 4 Hidráulicos y sanitarios y 3 Eléctricos. Observándose en algunos diseños de vigas inconsistencias tales como traslajos de barras en el centro de la luz, o empalmes de varias varillas en un mismo punto, situación que fue comentada y tenida en cuenta por parte de los ingenieros residentes quienes tomaron las medidas correctivas.

Se identificaron las especificaciones técnicas del proyecto dadas por la Dirección de ingenieros del Ejército Nacional(DIING), el cual era un completo manual en el que se explicaba a detalle la mayoría de los procesos constructivos, materiales a emplear y demás detalles relacionados con el proyecto, era un libro guía tanto para el constructor como para la interventoría.

Se conoció como los ingenieros residentes llevan un constante registro de la obra, de todas y cada una de las actividades realizadas en un libro de obra o “bitácora”, que en esta obra consistía en un libro de actas, se llenaba a mano y cada comentario llevaba su respectiva numeración y firma del autor al final de este.

**7.2.2 Estudios iniciales.** Se hizo un estudio de suelos por la firma *INSTATEL COLOMBIA*, la cual recomendó un tipo de cimentación profunda, pilotes debido a las características de la obra con grado de disipación especial de energía DES, ocupación especial en zona de sismicidad alta.

La interventoría realizó su propio estudio de suelos con la firma *Geoconsulta*, quien recomendó un tipo de cimentación superficial, debido a que la obra era de un solo piso, y se consideró que se estaría sobre diseñando, lo que generó gastos innecesarios. Se hizo la propuesta a la Dirección de Ingenieros del Ejército Nacional (DIING) de omitir los pilotes de 25cm de diámetro presentes en el diseño, pero esta fue rechazada, puesto que es una obra para unas instalaciones militares, la cual debe presentar gran durabilidad y resistencia ante cualquier situación de tipo natural o debido a los inconvenientes de orden público por los que pasa la región. La figura 3 muestra aspectos relacionados con el estudio de suelos que consistió en perforación manual (Fig.3a) y extracción de muestra mediante el tubo schelby (Fig.3b).

Figura 3. Perforación manual y extracción de muestras de suelo.



Figura 3a.



Figura 3b.

**7.2.3 Excavación mecánica.** El contratista llevó a cabo la localización y replanteo del lote con equipo topográfico de alta precisión (Estación Total y nivel de precisión) y el cerramiento del lote.

Figura 4. Equipo de precisión utilizado en la obra.



Figura a.  
Estación Total



Figura b.  
Nivel de precisión

Se hizo un movimiento de tierra de 2.937 m<sup>3</sup>, realizado con equipo pesado de construcción, excavadora hidráulica (Fig.5a) y bulldozer (Fig.5b), maquinaria aprobada en la propuesta.

Figura 5. Equipo pesado utilizado en el movimiento de tierra.



Figura 5a.  
Excavadora hidráulica



Figura 5b.  
Bulldozer

La interventoría supervisó la comisión de topografía contratada por el constructor y verificó la cota de explanación del lote y el replanteo con base en los puntos referencias y diseños entregados de la localización del proyecto, las cantidades del volumen de material a retirar y aprobó conforme al plan de manejo ambiental de la obra el lugar de su adecuación en un botadero aprobado en la ciudad. Para mejorar la subrasante se colocó una capa de 0.40m de espesor de recebo B-600 compactado al 95% del Proctor modificado (Fig. 6), sobre un manto Geotextil (No tejido) (Fig.7) el cual se hizo con compactador vibratorio. La interventoría supervisó que el contratista realizara los ensayos de densidad, se hizo el ensayo de Cono y Arena realizado por geotecnólogos de una empresa de la zona; en puntos del terreno determinados por la interventoría para recibir la capa compactada conforme a las especificaciones, las cuales resultaron satisfactorias con densidades iguales o superiores al 95% del Proctor en los diferentes sitios chequeados.



Figura 6.  
Colocación de la capa de material.



Figura 7.  
Extensión del Manto Geotextil.

Se revisó durante la construcción la permanencia de los puentes de topografía empleados como referencias para cada uno de los ejes de proyecto y se exigió al constructor su protección, traslado o reposición cuando era necesario. Hubo la necesidad de exigir el replanteo y chequeo de algunos puentes de topografía que los obreros habían deteriorado o movido erróneamente, se solicitó al contratista nuevamente la comisión de topografía con equipo para hacer la reposición de algunos puentes.

**7.2.4 Cimientos.** Como se mencionó anteriormente se hizo una cimentación profunda, construyéndose pilotes insitu (Fig.8), con el método tradicional utilizando lodo bentonítico y concreto *tremie* (En el anexo 3 se muestra la metodología seguida por la interventoría para verificar el proceso constructivo “Pilotes fabricados in situ”). El constructor encontró en algunas ocasiones, que el material del terreno presentaba buena estabilidad a las perforaciones y sus paredes no se derrumbaban, después de retirada la broca helicoidal empleada, el terreno presentó buena estabilidad, no había estrangulamiento de las paredes del agujero, pues para evitar esto se emplea el lodo bentonítico el cual es el que ejerce presión a las paredes de los pilotes evitando que la perforación se cierre.

En algunos pilotes no se utilizó el lodo bentonítico (Fig.9), para lo cual la interventoría estuvo presente en dicha acción, llevando registro de qué cantidad de pilotes no necesitaron concreto *tremie*, para poder realizar el reajuste de precios en ese ítem, situación que generó inconformidad con el contratista, llevando a una discusión en la que hubo imparcialidad por parte de la interventoría, la cual no pago este material, debido a que era un material que no utilizó el constructor y por tanto no había por qué pagarlo.

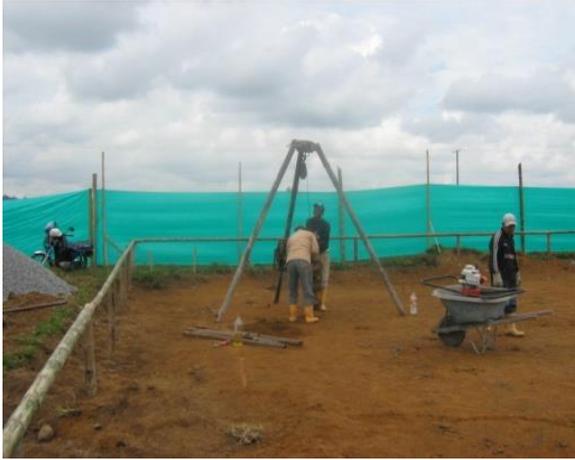


Figura 8.  
Sistema de perforación de pilotes



Figura 9.  
Pilote elaborado sin lodo bentonítico.

La interventoría verificó la correcta distribución de ejes para la perforación de los pilotes por medio de la colocación de unos hilos a lo largo de los ejes materializados por la comisión de topografía, profundidad y diámetro establecido, la interventoría vigiló la elaboración de los castillos para el acero de refuerzo de los pilotes, verificando diámetros, tipo de estribos y separaciones y los aprobó para su colocación; los cuales consistían en 4 barras N° 5 y estribos en N°3 en espiral.



Figura 10.  
Castillos de acero para los pilotes.



Figura 11.  
Chequeo del figurado del acero.

Se utilizó concreto premezclado de 3000 PSI para su elaboración, proveído por la empresa *Concrevalle*, para el cual se pidió hacer la toma de muestra de las

bachadas proporcionadas para la fabricación de las probetas de rotura y posteriormente la empresa presentó a la interventoría los certificados de calidad de la planta y sus insumos, ensayos de los materiales empleados, como granulometrías y ensayos al cemento, los cuales fueron recibidos a satisfacción por el Consorcio SC 2008 después de analizar los ensayos de resistencia del concreto, los que ratificaron la buena calidad de los pilotes con resistencias superiores a 3000PSI a los 28 días.



Figura 12.  
Fundición de pilotes.

Figura 13. Preparación y curado de cilindros de concreto de pilotes.



Figura 13a.

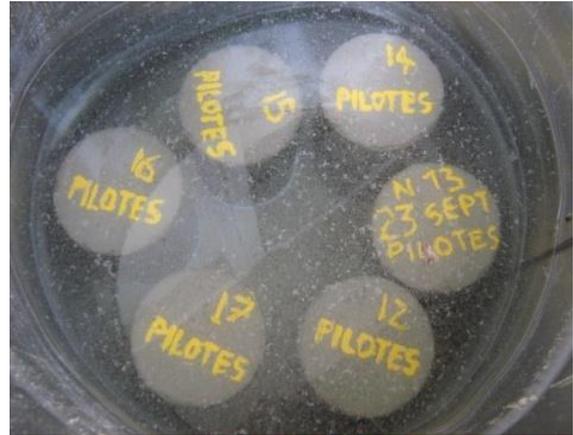


Figura 13b.

El complemento de la cimentación utilizada, eran zapatas de (1.6x1.6x0.4) m., las cuales iban apoyadas sobre 3 pilotes cada una. Para su elaboración se verificó la correcta materialización de los ejes y se utilizó el método anteriormente mencionado de la colocación de unos hilos a lo largo de los puentes de topografía para verificar su correcta posición. Se hizo una excavación manual (Fig.14) vigilando que se respetaran las dimensiones establecidas y que el acero de refuerzo cumpliera con los diseños en cuanto a figurado y material utilizado (Fig.15).



Figura 14.  
Excavaciones para las zapatas.



Figura 15.  
Elaboración de la zapata.

Hilos colocados a lo largo de los ejes de topografía para guiar el posicionamiento de la zapata.

Se procedió a la aprobación del fundido de las zapatas, se utilizó concreto mezclado en obra de 3000PSI, utilizándose una proporción 1:2:3 definida en las especificaciones de la obra dada al constructor por parte de la Dirección de Ingenieros del Ejército. En este se explicaba la dosificación de las mezclas de concreto y mortero a emplear. Un geotecnólogo del contratista con base en dichas proporciones definió los volúmenes de agregados a emplear, se utilizó baldes plásticos en las siguientes proporciones: 9 baldes de agregado grueso, 7 de agregado fino por 2 bultos de cemento, la tolva del mezclador era de 1/3 de m<sup>3</sup>. La preparación de la mezcla fue supervisada constantemente vigilando el número de baldes de cada material utilizado y que estuviesen llenos a ras, se tuvo especial cuidado en la cantidad de agua empleada (Fig.16).

Figura 16. Vigilancia de la preparación de la mezcla de concreto.



Figura 16a.



Figura 16b.

Se tuvo control de los agregados que llegaban a la obra triturado y agregado fino revisados visualmente, aplicando los conceptos aprendidos en la facultad sobre agregados para mezclas de concreto, observando que fuera un material limpio, con el tamaño indicado de  $\frac{3}{4}$  pulgada de tamaño máximo de agregado grueso y se pidió al contratista que los analizara en laboratorio y con estos resultados satisfactorios la interventoría aprobó el uso de estos materiales en la obra.



Figura 17.

Llegada de agregados a la obra.



Figura 18.

Inspección visual de los agregados.

**7.2.5 Elementos estructurales.** El sistema estructural utilizado en el proyecto fueron pórticos, los cuales consistían en un sistema de vigas de cimentación, columnas y vigas aéreas.

Se procedió a hacer las excavaciones necesarias para la elaboración de las vigas de cimentación, el auxiliar vigiló conjuntamente con los ingenieros de la obra, que las vigas estuvieran bien posicionadas y ubicadas con respecto a los ejes de topografía. Con ayuda de unos hilos que se empleaban como guías colocadas a lo largo de los ejes de topografía, se media esta distancia constantemente y se verificaba por medio de estos su posición, se colocó formaleta en madera a los lados y se chequearon las dimensiones establecidas para cada tipo de viga.



Figura 19.  
Revisión del montaje de la formaleta.

Guiado con copia del plano estructural de cada viga, el pasante supervisó el figurado del acero para este tipo de elementos estructurales, que cumplieran las barras con los diámetros y longitudes. Se utilizó acero despiezado de fábrica para facilitar su armado, inicialmente llegó acero milimétrico, el que presentó algunos inconvenientes que más adelante serán aclarados. El auxiliar revisó que estuviera el acero indicado en los planos, que este acorde a las normas sismoresistentes, que fuera de buena calidad y se guiaba a los oficiales en la interpretación de los planos para evitar errores.



Figura 20.  
Vigilancia del montaje del acero.

Una vez lista la formaleta y el acero de refuerzo para las vigas, se chequeó conjuntamente con los ingenieros residentes, tanto del contratista como de la interventoría, las dimensiones, recubrimientos (Fig. 22), cuantía de aceros, si la formaleta empleada soportaba los empujes y las cargas del concreto fresco, aunque no era de una forma muy técnica pues se hacía fuerza con las manos o con los pies para ver si la formaleta se desajustaba y se chequeaban los niveles establecidos (Fig. 23).



Figura 21.  
Elaboración de la formaleta.



Figura 22.  
Chequeo de recubrimientos



Figura 23.  
Chequeo de formaleta y niveles.

Si el pasante tenía inquietudes o encontraba inconsistencias, se hacían las aclaraciones respectivas por parte de los ingenieros, se revisaba y se hacían las modificaciones o arreglos necesarios. Como ocurrió en el caso de la cantidad de estribos utilizados en un elemento, los cuales en algunas ocasiones habían sido

distribuidos erróneamente o hacían falta algunos, pues eran diferentes grupos de trabajo y al chequear se observó esto y se hizo corregir. Al encontrar todo en orden, la interventoría autorizaba la fundición del elemento.

El concreto empleado en estos elementos, fue concreto mezclado en obra de 3000PSI, con proporciones 1:2:3 preparado de la forma anteriormente mencionada, el auxiliar vigiló su preparación, que mantuviera constantes las proporciones empleadas y cantidad de agua requerida, tipo de materiales empleados, los cuales fueron revisados visualmente, que fuera un material limpio, con el tamaño máximo establecido de  $\frac{3}{4}$  de pulgada y se entregaron a la interventoría los certificados de calidad de los materiales, los cuales cumplieron con las especificaciones requeridas por el proyecto.

En la preparación del concreto se tomaron muestras constantes para la revisión de asentamientos y la elaboración de cilindro de rotura, se registró la fecha y número de cilindros fabricados, los cuales se rotularon respectivamente y después de fraguados permanecieron sumergidos en agua para el curado antes de ser fallados.

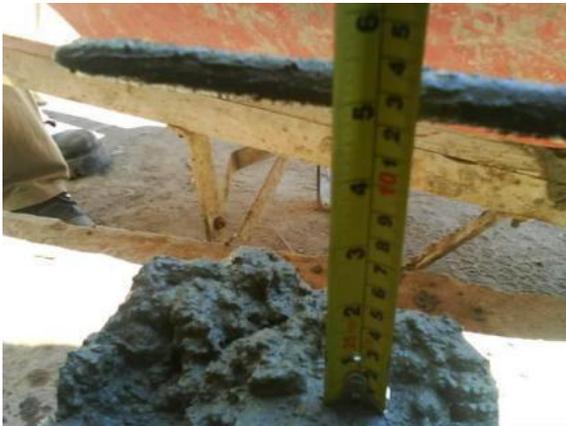


Figura 24.



Figura 25.

Revisión del asentamiento de la mezcla. Toma de muestras de concreto.

En las fundiciones se supervisó que realizaran un buen vibrado que no tuviera exceso de la aplicación de este o que no hubiera lugares sin vibrar (Fig.26), en una ocasión se dañó el vibrador a gasolina, utilizado generalmente, y se debió recurrir al eléctrico, pero éste se encontraba descompuesto, lo que obligó a hacer el proceso con la varilla para la preparación de los cilindros de muestras, este hecho se comunicó al contratista y se le advirtió que no se aceptarían más fundiciones con ese método, porque estas debían realizarse con vibrador. Para solucionar el impase se alquiló uno mientras se hacía la revisión del equipo dañado.



Figura 26.  
Vigilancia en fundición y vibrado.

Al día siguiente de la fundición se procedió a desformalear las vigas de cimentación, se chequeó sus dimensiones para verificar tolerancias midiendo su geometría y comparándolas con el diseño. Las que presentaron hormigueos se hicieron reparar con concreto fresco, afortunadamente en las revisiones no se encontraron situaciones graves que afectaran estructuralmente la obra.

Posteriormente se supervisaba un correcto curado de éstas haciéndolas rociar con agua por algún ayudante.



Figura 27.  
Viga de cimentación terminada.



Figura 28.  
Curado del concreto con riego de agua.

Los elementos estructurales como columnas fueron también construidas con concreto elaborado en la obra, para las cuales se utilizó formaleta de madera. Por medio de unos hilos que se colocaron a lo largo de los ejes de topografía correspondientes a dicha columna guiaron su correcta posición, se debía dejar la formaleta perfectamente paralela a éste, para evitar que la columna se girara, se

chequeaba haciendo medir al oficial encargado de dicha columna las dos esquinas que conformaban una formaleta y la separación de esta al hilo debía ser constante en las dos esquinas, sino esta se encontraba girada.



Figura 29.  
Ajuste y preparación de la formaleta.

Chequeo de separación de estribos.

Se conoció, lo que los maestros e ingenieros de la obra llamaban “plomar” la columna, lo que consistía en sujetar unos lastres por medio de unos hilos que colgaban del acero de refuerzo de la columna a manera de plomos; y se medía la separación del hilo a la formaleta, la cual debía ser la misma en la parte inferior y superior de la columna, si no se encontraba así, la columna estaba desplomada y no tenía la verticalidad correcta.



Figura 30.  
Chequeo del “plomo” de columnas.



Figura 31.  
Ladrillo empleado como lastre.

El auxiliar verificaba la labor de “plomar” la columna y la interventoría recibía esta actividad y si había inconformidad, se hacía corregir hasta que se aceptaba y se

aprobaba para su fundición, para lo cual el pasante vigilaba la elaboración de la mezcla observando que mantuviesen las proporciones indicadas de 9 baldes de agregado grueso y 7 de agregado fino, su correcto vibrado evitando excesos o que dejaran zonas sin vibrar y se hacía tomar muestras del concreto para la elaboración de probetas para rotura.

El chequeo de los plomos se hizo antes, durante y después de la fundición de la columna, haciendo las correcciones necesarias y observando los errores. Esta fue una labor de mucho cuidado en la cual no se encontraron elevados inconvenientes ni columnas que no cumplieran con las tolerancias en los errores hallados, como columnas giradas.

Al día siguiente se quitaba la formaleta de la columna, se chequeaban medidas, alturas establecidas y se vigilaba que tuviesen un buen curado haciendo que algún ayudante rociara con agua los elementos.



Figura 32.  
Chequeo de dimensiones y tolerancias.



Figura 33.  
Curado de columna

Los vigas aéreas tuvieron un manejo similar al de las vigas de cimentación, en las cuales se utilizó formaleta en madera apoyadas en unas cerchas metálicas, el auxiliar supervisó sus dimensiones, es decir que esta cumpliera con la geometría del elemento especificado en los planos, figurado de acero y correcto posicionamiento de cada uno de sus componentes, chequeando niveles, longitudes de traslapos establecidas según el diámetro de la varilla, que no hubiesen traslapos en lugares de mayor momento positivo.

Revisión conjunta del auxiliar con los ingenieros residentes del montaje de las vigas aéreas (Fig.34), chequeando que el acero de refuerzo este acorde a lo especificado en el diseño, traslapos permitidos, longitudes de desarrollo

adecuadas, geometría de la formaleta y soporte de la misma para el vaciado del concreto.

Figura 34. Revisión de acero de vigas aéreas.



Figura 34a.



Figura 34b.

Si no se encontraba inconveniente alguno se autorizaba su fundición, en la cual se vigilaba la preparación de la mezcla de concreto, que tuviese un correcto vibrado y se pedía al residente del contratista tomar una muestra de esta para la elaboración de cilindros de rotura.

El desencofre de estos elementos era diferente al de los elementos anteriormente mencionados, la interventoría no autorizaba hasta que no recibiera los ensayos de laboratorio de rotura de cilindros, las cuales al presentar una resistencia igual o superior a la de diseño se permitía el retiro de la formaleta.

A continuación se presenta un cuadro de los ensayos de rotura realizados a algunos elementos durante la estadía en la obra del auxiliar de ingeniería, los cuales satisfacen las resistencias para el diseño establecido y garantiza una buena labor por parte del contratista en la ejecución de la obra (Tabla 1.).

**Tabla 1. Resultado de ensayos de rotura de vigas**

Ref	Fecha de toma	Fecha de rotura	Edad en días	Perímetro cm	Carga		Resistencia		Detalle Obra
					Lb	KN	Mpa	PSI	
56	05-nov	12-nov	7	47.8	74500	331.8	18.5	2681	VIGAS
57	05-nov	12-nov	7	48.5	76500	340.8	18.4	2675	VIGAS
58	05-nov	12-nov	28	48.1	95500	425.4	23.4	3395	VIGAS
59	05-nov	12-nov	28	48.3	105000	467.7	25.5	3701	VIGAS
60	06-nov	13-dic	7	48.6	84500	376.4	20.3	2942	VIGAS
61	06-nov	04-dic	28	47.9	98000	436.5	24.2	3512	VIGAS
62	06-nov	04-dic	28	47.8	115500	514.5	28.7	4157	VIGAS
63	09-nov	16-nov	7	48	75000	334	18.5	2676	VIGAS
64	09-nov	16-nov	7	48.5	73500	327.4	17.7	2570	VIGAS
65	09-nov	07-dic	28	48.2	127000	565.7	31.0	4495	VIGAS
66	09-nov	07-dic	28	48.3	137000	610.2	33.3	4829	VIGAS
67	10-nov	17-nov	7	48.5	69000	307.3	16.6	2412	VIGAS
68	10-nov	08-dic	28	47.4	122500	545.6	30.9	4483	VIGAS
69	10-nov	08-dic	28	48.5	117500	523.4	28.3	4108	VIGAS

Tomado de: certificados de laboratorio de la empresa *citec.ltda*, entregados a la interventoría.

El auxiliar le colaboró a la interventoría llevando un constante registro de la fecha y tramo del elemento fabricado, haciendo el seguimiento del avance de la obra, para ver si presentaba retrasos frente al cronograma o si estaba cumpliendo con todas las actividades establecidas en el contrato.



Figura 35.  
Panorámica general.

Se vigilaba la llegada de los materiales a la obra y que se almacenaran correctamente.

Vigilancia constante de los materiales que llegaban a la obra, inspección visual, soportes de ensayos de laboratorio, certificados de calidad para su aprobación, su correcto almacenamiento para su conservación. Ya que algunos como los agregados estaban a la intemperie y debido a las constantes lluvias la parte de estos que estaba en contacto con el suelo se mezclaban con material arcilloso del lugar, el pasante debió supervisar que no se utilizara este material en la preparación del concreto.

Figura 36. Control de calidad de materiales y chequeo de especificaciones



Figura 36a.



Figura 36b.



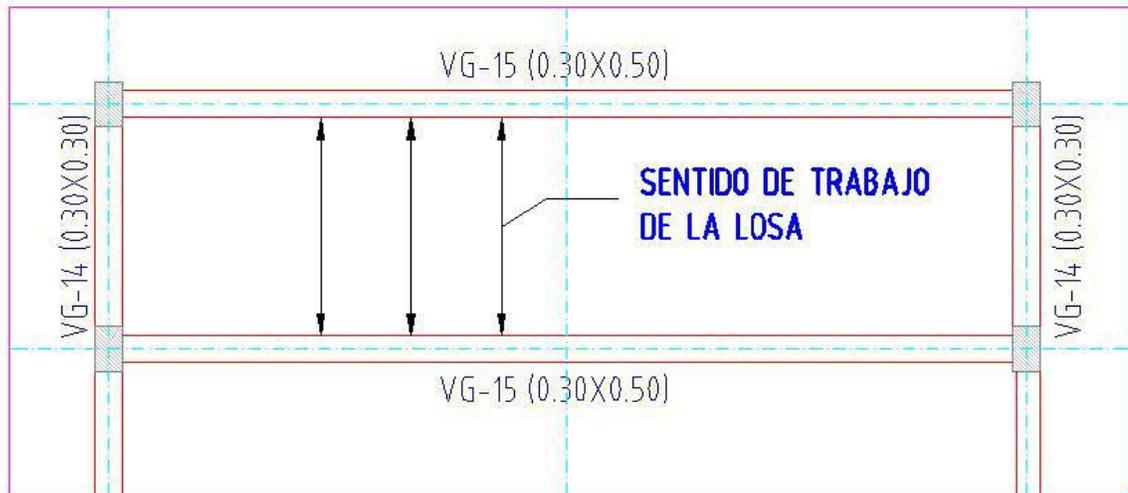
Figura 36c.



Figura 36d.

Dentro de los elementos estructurales construidos en el proyecto, se hizo una losa maciza elevada, para colocación de tanques de almacenamientos de agua. En el montaje de ésta, el auxiliar de ingeniería tuvo gran participación y discusión con los ingenieros residentes, pues la losa estaba diseñada en el sentido corto de esta; es decir el acero de mayor momento positivo en esta dirección.

Figura 37. Esquema de losa de tanques.



Los ingenieros querían armarla en el sentido largo. Analizando el diseño era algo confuso e incompleto, no había mucho detalle de ésta, pero se observó que las vigas de mayor peralte eran las de la luz mayor que soportarían la losa; y por los conocimientos adquiridos en la Facultad de Ingeniería Civil en estructuras, el pasante explicó que la mayoría de las cargas viajan en el sentido corto, concluyéndose que estaría mejor construida en el sentido corto. Los ingenieros residentes agradecieron la intervención del pasante y se construyó la losa de esta manera.

El pasante supervisó el armado del acero de ésta (Fig.38), tal como se mencionó anteriormente y siguiendo el diseño establecido, separaciones necesarias, montaje de la formaleta y recubrimientos; la interventoría dio su aprobación para ser fundida posteriormente. Se utilizó concreto mezclado in situ, el cual se manejó de forma similar a las realizadas anteriormente y con los mismos controles (Fig.39).



Figura 38.  
Supervisión del armado del acero.



Figura 39.  
Fundición de la losa.

Posteriormente se controló el correcto curado de ésta, y se siguieron los controles establecidos para el desencofrado y retiro de atraques.

En la elaboración de losas de contrapiso, se debió controlar el espesor de la capa de concreto utilizada, que estaba establecida en 12cm de espesor, las cuales se chequearon con ayuda de unos hilos colocados a 1.0m por encima del nivel de esta. Se debió garantizar una correcta compactación del material utilizado en el relleno, aunque no se hacía de una manera técnica pues simplemente se hundía el tacón de la bota y si se observaba muy blando se hacía pasar nuevamente la rana vibratoria (Fig. 40). Cuando se acababa de compactar se medía dicho nivel y si se encontraba con el espesor requerido para la losa de 12 cm o superior, la interventoría aprobaba la fundición de dicho tramo. Se utilizó malla electrosoldada como acero de refuerzo (Fig. 41), a la que se le chequeaban los correctos traslapes establecidos y recubrimientos.

La losa iba aislada del suelo con un polietileno negro que se extendía en toda la superficie (debido a que en la ciudad de Popayán hay permanentes lluvias), el agua que se estancaba en estas, se hacía retirar antes de permitir el vaciado del concreto (Fig. 41).



Figura 40.  
Vigilancia del relleno y compactación.

La fundición de este ítem se hizo por sectores, el pasante supervisaba que se les realizaran los mismos procedimientos y controles de calidad anteriormente mencionados.



Figura 41.  
Acero de refuerzo utilizado en las losa.



Figura 42.  
Fundición de losa de contrapiso.

**7.2.6 Cubierta.** El tipo de Estructura para la cubierta, eran cerchas en perfiles metálicos armados en obra. La interventoría verificó su calidad y su correcto almacenamiento. Esta actividad presentó muchos inconvenientes en el transcurso del proyecto, los que serán ampliados más adelante.

El tipo de soldadura especificado en el diseño era E7013. En este ítem el auxiliar de ingeniería participó en el aprendizaje de los diferentes tipos de soldaduras empleados en construcción de las cerchas y el manejo de estas. Para la revisión y recibo de estas estructuras, la interventoría solicitó que se hiciera un ensayo que verificara la calidad de las soldaduras, se presentaron algunas irregularidades en su elaboración, puesto que se estaban fabricando unas cerchas con una soldadura defectuosa y de muy mala apariencia. El contratista llevó a un ingeniero

de la firma *GS INGENIERIA DE CALIDAD*, quien revisó las uniones y realizó un ensayo no destructivo llamado Ensayo de Tintas (Fig. 44), el que consistía en un agente penetrante de color rojizo (Fig. 44a) y un agente revelador (Fig. 44b) a manera de un talco muy fino de color blanco. Se aplicaba el primer producto, se dejaba secar por unos minutos y posteriormente se empleaba la tinta reveladora, en la cual iban reflejándose la porosidad de la soldadura y sus irregularidades (Fig. 44c).



Figura 43.  
Ing. de GS INGENIERIA DE CALIDAD.

Figura 44. Prueba de tintas.



Figura 44a.  
Aplicación del agente penetrante.



Figura 44b.  
Aplicación del agente revelador.



Figura 44c.  
Porosidad e irregularidades en la soldadura.

El auxiliar supervisó que se hicieran mejor todas las uniones realizadas y que la firma diera un certificado de calidad de las estructuras armadas para aprobar su recibo y montaje. De igual manera, se vigiló que todos los elementos que conformaban la estructura metálica estuvieran colocados y ubicados de acuerdo al diseño, ya que eran variables los tipos de cerchas y los perfiles metálicos empleados en estas. Se cuantificó y revisó que estuvieran pintados como lo especificado, con una capa inicial de anticorrosivo y otra de pintura. También el pasante fue registrando el avance en cuanto al montaje de estas se refería y a los controles de seguridad que esta labor requería (Fig. 47a, 47b), que los obreros contaran con implementos de seguridad como guantes, careta y ropa adecuada para la labor y si se observaban tormentas eléctricas no se permitía realizar esta tarea. Se hicieron colocar elementos que en algunas ocasiones el constructor olvidaba, como algún templete, contraviento o perno.



Figura 45.  
Medición de las cerchas.



Figura 46.  
Revisión de calibres a los perfiles.

Figura 47. Monte de Estructura de cubierta.



Figura. 47a.



Figura. 47b.

**7.2.7 Instalaciones hidráulicas, sanitarias y eléctricas.** En esta actividad, el pasante aprendió el manejo y montaje de este tipo de instalaciones por parte de los técnicos y especialistas de la obra. La interventoría verificó y aprobó las especificaciones de las tuberías y materiales empleados con base en los certificados de calidad de cada uno de éstos, chequeo de niveles en tuberías de desagües por gravedad el cual se hacía por medio de un hilo colocado a determinado nivel por encima de la zanja y se media de este al suelo de la excavación, se garantizaba la colocación del material y espesor de los solados utilizados.



Figura 48.  
Zanja para tubería de alcantarillado.

Hilo guía para la revisión de los niveles de las tuberías de desagües por gravedad.

Se verificaba que las instalaciones que intervenían en la estructura de concreto no se fueran a ver afectadas, es decir que no atravesaran su núcleo principal y que los diámetros especificados estuvieran colocados, pero no se tapaba ninguna tubería hasta que la interventoría la aprobara y verificara que todo estuviera correcto, en el lugar indicado y se tomara registro fotográfico de este. Si se necesitaba hacer algún cambio, se consultaba previamente con la interventoría y se hacía un registro en el plano record de la obra, en donde se actualizaban los cambios o detalles.



Figura 49.  
Montaje de un punto de desagüe.



Figura 50.  
Supervisión de las diferentes tuberías.

**7.2.8 Segunda excavación mecánica y perfilación de talud.** En esta segunda intervención se hizo un pequeño movimiento de tierra con excavadora hidráulica para la perfilación y adecuación del talud aledaño al proyecto.

Se realizó el levantamiento topográfico con equipo de precisión y se entregó a la interventoría los datos y las cantidades del movimiento (Fig. 51), las que el auxiliar de ingeniería ayudó a revisar y corroboró que el volumen estuviera acorde a excavar. También el pasante supervisó la ejecución, observando que estuviese el equipo de topografía (Fig. 52), la maquinaria empleada y los requerimientos necesarios en óptimas condiciones, aprobados y acordes a los planteados en el cálculo del movimiento (Fig. 53).

Figura 51. Topografía Talud aledaño al Comando.

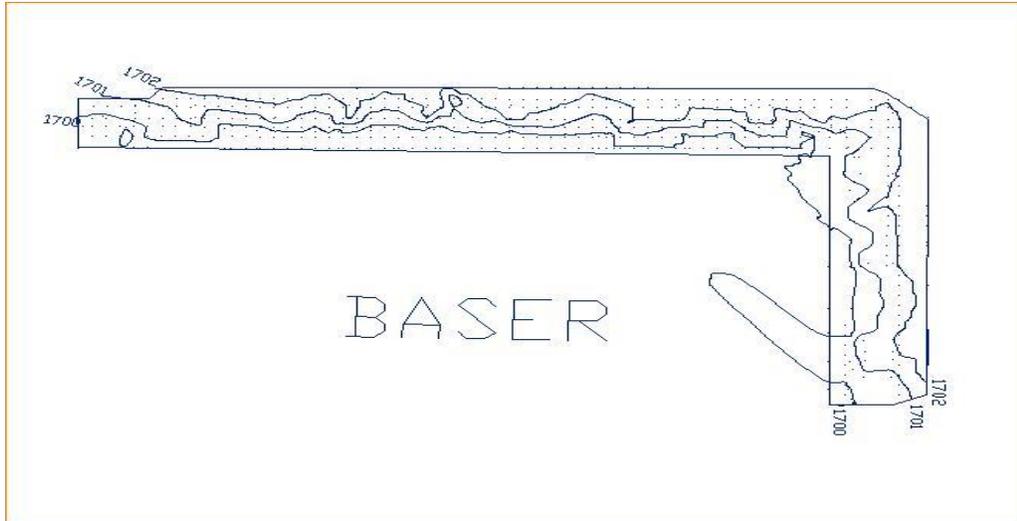


Figura 52.  
Comisión de topografía.



Figura 53.  
Excavadora hidráulica.

**7.2.9 Otras actividades supervisadas.** Dentro de otras actividades, el pasante supervisó el levante de muros de la obra (Fig. 54), en la cual se encontraron diferentes tipos como mampostería confinada en ladrillo N°5, mampostería estructural y muros en panel yeso (Drywall), para los cuales, la interventoría supervisaba y aprobaba la distribución correcta con respecto al diseño arquitectónico, pues en ocasiones se encontraban mal planteados al inicio de la elaboración y se debían hacer corregir. El auxiliar debía estar pendiente de que levantaran el muro en el lugar indicado, con las dimensiones establecidas, en el material indicado y con las especificaciones requeridas, pues la mampostería confinada iba dilatada de las estructuras en concreto con icopor (Fig. 55) y en algunas ocasiones los subcontratistas se olvidaban o no querían colocarla y se les hacía poner las láminas en los lugares indicados.

El confinamiento con viguetas y columnetas se hacía con acero anclado con epóxido, y se debía vigilar que aplicaran el producto indicado y realizaran el montaje como lo especificado en el plano.



Figura 54.  
Supervisión del levante de muros.



Figura 55.  
Chequeo de la colocación de icopor.

Para los muros en mampostería estructural el auxiliar vigiló la correcta colocación del acero, el llenado de dovelas con concreto groutín y el corte de los ladrillos, ya que al principio de esta actividad, se cortaban golpeándolos manualmente lo que ocasionaba el debilitamiento de la pieza, aspecto que se solucionó cuando el contratista colocó una cortadora eléctrica, con la previa exigencia del manejo de la misma por parte de una persona capacitada y los implementos necesarios de seguridad, puesto que en algunas ocasiones los subcontratistas de la mampostería empleaban la herramienta sin las protecciones debidas.



Figura 56.  
Levante de muro estructural.

Los morteros empleados en repellos fueron impermeabilizados en algunos lugares mediante la utilización de un producto especial para repello, no sin antes supervisar que se emplearan las proporciones especificadas por el fabricante y que se emplearan en los lugares establecidos (exteriores y zonas húmedas).

Cabe aclarar que a los morteros no se les realizó ningún ensayo de resistencia, pero por parte de la interventoría se realizó un ensayo de humedad a las paredes después de la aplicación de una capa de pintura, se hizo la prueba del Hidrómetro, la cual consistía en tocar las paredes con este aparato y si registraba una humedad superior a 80% esta era muy alta y no se recomendaba pintarla (Fig. 57). Esta prueba arrojó como resultado un alto porcentaje de humedad en algunos lugares. Para combatir este hecho se colocaron unos reflectores que permitieron acelerar el proceso de secado. También se llevaron a cabo revisiones de los certificados de los materiales empleados (certificados de calidad) y ensayos de resistencia de la mampostería y en los pisos que exigían tráfico alto.



Figura 57.  
Prueba de humedad a morteros.

### **7.3 PARTICIPACIÓN EN ACTIVIDADES ADMINISTRATIVAS**

El auxiliar participó en las mediciones de las cantidades de obras ejecutadas para el recibo parcial de las obras, tales como: cantidades de mampostería o áreas de mortero de repello, pisos y demás ítems presentes en el proyecto, para la realización de las actas y memorias de obra. Estas constituyeron el fundamento para el pago parcial al contratista y la liquidación del contrato y no eximían al contratista de su responsabilidad, hasta tanto se efectuara el recibo definitivo del mismo.

En las cantidades de obra de los ítems aprobados para el proyecto, se aumentaron los metros cuadrados de mampostería en ladrillo, en los cuales el auxiliar colaboró en las mediciones realizadas por la auditoría del ejército (DIING), corroborando las cantidades de acuerdo a las memorias de cálculo aprobadas para esta actividad.

A continuación se enuncian los tipos de actas que se manejaron durante el proyecto de pasantía:

- *Actas de recibo parcial de obra*: Documento contractual mediante el cual el contratista hace entrega parcial y el interventor recibe a satisfacción cuantificados los bienes, las obras o los servicios. Esta acta es el soporte para el pago parcial al contratista.
- *Actas de fijación de precios no previstos*: Cuando en el desarrollo del contrato se presentan actividades constructivas no previstas, estas se incluyen en el acta en unas columnas de “ítems no previstos”, con su respectiva “unidad” y “cantidad”.
- *Comparación de precios unitarios de ítems no previstos*: Este documento está ligado al acta anteriormente mencionada, el contratista presenta un presupuesto del nuevo ítem y la interventoría ratifica este para su aprobación.
- *Análisis de precios unitarios*: El sistema de pago al contratista del proyecto es de precios unitarios, el constructor presenta en su propuesta un presupuesto de cada uno de los ítems y precio total del proyecto con base en unos precios del mercado y la interventoría hace una comparación de estos, confirmando que sean valores admisibles y los aprueba para el proyecto.
- *Memorias de cálculo de las cantidades*: Documento en donde se cuantifican las cantidades de los diferentes materiales empleados como el acero de cimientos, volúmenes de concreto, instalaciones hidráulicas y sanitarias, memorias de mampostería y demás ítems medibles en el proyecto.

A nivel de ejemplo, en el anexo 1 se encuentra copia del acta de recibo parcial de obra y en el anexo 2 el formato de memorias de cálculo de cantidades, mostrando el modelo empleado por la entidad contratante.

- Se verificó el cumplimiento de las especificaciones técnicas de construcción, Normas del Código Sismo Resistente NSR-98; en lo pertinente a RAS-2000 y de conformidad a las normas de contratación laboral.
- El auxiliar participó en el seguimiento fotográfico de todas y cada una de las actividades ejecutadas en la obra, especialmente las que no quedan a la vista, de las cuales se entregó registro a la Dirección de ingenieros DIING.
- Se verificó el equipo ofrecido por el contratista en su propuesta, observando que se encontrara en el sitio del proyecto y en óptimo estado de funcionamiento.

- Durante la ejecución de las obras se presentaron actividades no previstas, que aumentaron el valor de la propuesta o que extendieron el tiempo de ejecución; en estos casos los contratistas pidieron a la empresa adiciones en cuantía o en plazo, que fueron aprobadas por la DIING y por la interventoría. Una vez aprobadas las adiciones se elaboraron documentos como adiciones u otros para dar continuidad a la ejecución de la obra. Como el caso de la segunda excavación mecánica mencionada anteriormente, la cual no estaba planteada en el movimiento inicial de tierra.
- Se verificó el cumplimiento del objeto contractual, haciendo un seguimiento de todas las actividades realizadas por el contratista, determinando el control en cuanto al manejo de seguridad industrial e implementos para los obreros, pagos de aportes de parafiscales e impuestos exigidos.



Figura 58.  
Personal de la obra con dotación.



Figura 59.  
Uso de implementos de seguridad.

- Una vez ejecutada la obra, el contratista entregó las respectivas pólizas para su revisión y posterior elaboración del acta final de obra. El valor total de esta acta coincidió con el valor de la propuesta.
- Se verificó el cumplimiento de los plazos para la ejecución del objeto contractual con base en el cronograma de trabajo presentado por el contratista, haciéndose una comparación con el porcentaje de la obra ejecutada y el planteado en el cronograma.
- Se elaboró el acta de liquidación del contrato previa revisión del cumplimiento de los términos de todos los documentos exigidos por la empresa.
- El pasante colaboró en la parte de seguridad al interior de las instalaciones militares, haciendo un listado del personal, el cual se actualizó constantemente

y se entregaba en la portería del comando, para mantener un control del personal que entraba y salía de la obra.

- Se llevó un constante seguimiento del avance del proyecto, que era consignado en el libro de bitácora de la obra y también se verificó el cronograma de actividades presentado por el contratista.
- La interventoría supervisó la capacidad e idoneidad del personal de trabajo presente en la obra, mediante la revisión de hojas de vida y de su experiencia laboral.
- La interventoría fue la encargada de la señalización de los lugares de trabajo y el control del manejo ambiental al interior de la obra.

El auxiliar aprendió que la interventoría es la encargada de hacer el recibo parcial de la obra y las actas de aprobación para los pagos a la empresa contratista. En este proyecto, se hizo un anticipo del 50% del valor de la obra y tres pagos posteriores así: un pago del 20% cuando el contratista entregara el 50% de la obra ejecutada, otro 20% cuando entregara el 70% y el 10% restante al final de la entrega total.

Al inicio y en la ejecución de la obra, la interventoría y el constructor realizaron varias charlas de capacitación a los obreros y personal de la obra, visitas del ingeniero encargado de la seguridad industrial y examen médico a todo el personal.



Figura 60.  
Capacitación dada por la interventoría.



Figura 61.  
Examen médico al personal de la obra.

#### 7.4 INCONVENIENTES PRESENTADOS EN EL AVANCE DEL PROYECTO

Uno de los inconvenientes que se presentó al inicio de la obra, estuvo relacionado con el acero de refuerzo, adquirido por el contratista, lo llevó despiezado de la fábrica por facilidad y así evitar pérdida de tiempo en el figurado de barras de grandes diámetros y traslapando barras para conseguir grandes longitudes. La interventoría en su revisión para la aprobación de este material encontró que el acero venía milimétrico y no cumplía con los diámetros establecidos por el diseño. Por ejemplo: los estribos se especificaban en barras N°3, es decir 3/8 de pulgada, equivalentes a 9.53mm de diámetro, que con este tipo de material se remplazaban por varillas de 9.0mm, disminuyendo así las cuantías de acero establecidas. Éste era acero Venezolano que no satisfacía las normas colombianas sismoresistentes, por lo tanto, la interventoría pidió el retiro de los elementos armados con este material y el posterior remplazo por acero nacional, previa entrega de los soportes de calidad de los mismos.

El contratista hizo el cambio respectivo y entregó acero a satisfacción de la interventoría, pero generó retrasos respecto a la programación inicial e hizo que se aumentara la jornada laboral hasta horas de la noche.



Figura 62.  
Llegada del acero despiezado.



Figura 63.  
Revisión del acero y longitudes.

El clima en la ciudad de Popayán es un inconveniente para cualquier tipo de proyecto al aire libre, este aspecto hizo que se generaran retrasos en el cronograma de actividades y que se llevara un control y seguimiento de los días de lluvia en los que justificaba el atraso por parte del contratista.

Se presentaron inconvenientes con la cubierta y el armado de las cerchas metálicas, pues la soldadura presentaba muchas anomalías, cordones discontinuos y porosos (Fig. 64). La interventoría solicitó que el contratista trajera un especialista en estructuras metálicas y soldadura, por ello se llevó al ingeniero de la empresa GS INGENIERIA DE CALIDAD, quien hizo una inspección visual,

revisó las soldaduras, pero las rechazó en su gran mayoría. Él dio algunas sugerencias y se realizó un ensayo no destructivo, que consistía en una prueba de tintas (mencionado anteriormente).

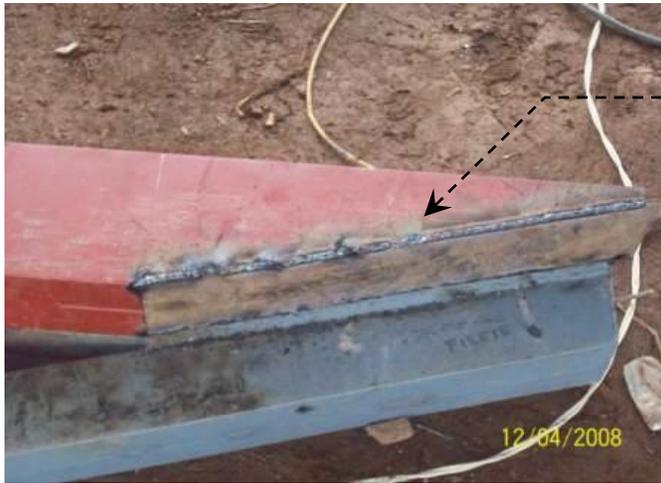


Figura 64.  
Soldadura defectuosa.

El subcontratista afirmó que el tipo de soldadura exigida E7013 era de difícil manejo para algunos soldadores de la región. Este electrodo requiere mayor amperaje generando mayores temperaturas de manejo y pidió bajar el grado de la soldadura a E6013, ya que se obtenía con esta una soldadura con una resistencia superior a la resistencia de acero utilizado, pues los perfiles en acero eran de 50000lb/pul<sup>2</sup>; requiere menor amperaje que el electrodo E7013 y esta se deja trabajar mejor. La Dirección de Ingenieros del Ejército rechazó el cambio del tipo de soldadura y se le solicitó al constructor que contratara personal calificado para el manejo de este tipo de soldadura.

La interventoría solicitó que se cambiaran todas las soldaduras de las cerchas armadas hasta el momento, se realizara una nueva revisión por parte del especialista de la empresa GS y se entregara un certificado de calidad de las mismas antes de permitir su montaje.



Figura 65.  
Retiro de la soldadura.

Se mantuvo especial seguimiento en las nuevas soldaduras realizadas y en las indicaciones dadas, tales como mantener calientes las barras de soldadura en un recipiente especial y el tipo de trabajo realizado.

Para la segunda visita de la firma GS y la nueva prueba de tintas realizada, se mejoró considerablemente; los resultados fueron satisfactorios con mínimos detalles por corregir. La firma garantizó el trabajo realizado aceptando la calidad de las soldaduras y la interventoría recibió a satisfacción el trabajo realizado.

Los gastos ocasionados y pagos a los especialistas en estructuras metálicas fueron asumidos por el constructor quien aceptó después de grandes discusiones, que se debían hacer las correcciones necesarias.

Otro inconveniente presentado que compromete la cubierta, estuvo en el montaje de las platinas de apoyo empleadas para la sujeción entre el concreto del pórtico y el acero de las cerchas. La estructura metálica para la cubierta, iba apoyada sobre una ménsula con una platina de acero que iba anclada en la cara superior con cuatro tornillos de acero de  $\varnothing=13\text{mm}$  y  $L=300\text{mm}$ , empotrados a ésta, los cuales fueron colocados una vez fundida la viga (Fig.66).

En una ocasión, procedieron al anclaje de las platinas de soporte con unos tornillos que no eran los especificados, estaban en mal estado y no tenían las longitudes establecidas, eran tornillos sin fin requeridos para las formaletas de las columnas que ya no se estaban utilizando. El pasante habló con el trabajador para hacerle ver que los tornillos no eran los que estaban en el plano, pero éste no hizo caso y procedió a anclarlos. El auxiliar de ingeniería hizo un registro fotográfico con su respectiva medida (Fig.67), e informó posteriormente a la ingeniera residente de interventoría, era una irresponsabilidad muy grande por parte del subcontratista de la estructura metálica. Ella por su parte, informó al residente y le exigió que comprara los pernos adecuados, los cuales debieron ser anclados con un producto epóxico especial para anclajes de acero en concreto (Fig. 68, 69).

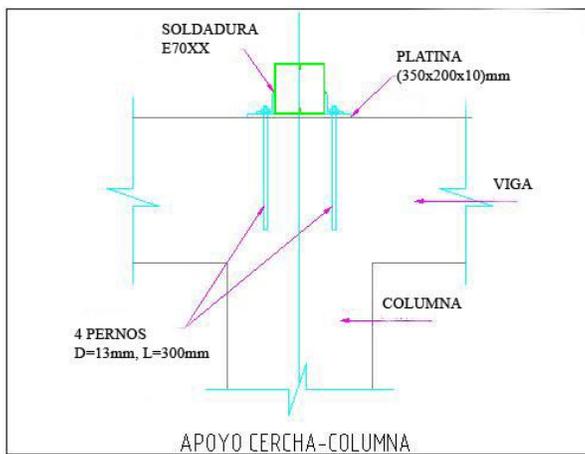


Figura 66.  
Detalle del anclaje de los pernos.



Figura 67.  
Tornillos defectuosos



Figura 68.  
Cambio de pernos inadecuados.



Figura 69.  
Colocación de pernos con epóxido.

Todos estos inconvenientes hicieron retrasar la programación de la obra, lo que generó aumento en la jornada laboral hasta horas nocturnas, domingos y festivos, e incluso a finales de año se laboró el 25 y 31 de diciembre, no siendo suficiente, motivo por el cual el contratista solicitó una ampliación del plazo y su aprobación a la interventoría. Se tuvieron en cuenta para su aceptación, el control de los días de lluvias presentados en la ciudad, los cuales se soportaban con información proporcionada por la estación meteorológica de aeropuerto de Popayán, pues había sido alta la influencia en el retraso de la obra por este factor.

La DIING aprobó la prórroga solicitada ampliando en 45 días la entrega del contrato.

## 8. CONCLUSIONES

- Gracias a las buenas bases fundamentadas en la Facultad de Ingeniería, el auxiliar logró dar un buen desempeño, aplicando los conceptos aprendidos en las diferentes áreas, especialmente en la parte constructiva, de geotecnia, de estructuras, de materiales, legislación de la construcción, topografía y de más. Participando en la supervisión de los diferentes procesos constructivos.
- Un proyecto constructivo maneja amplia información, diseños, especificaciones técnicas, documentación administrativa y contable que un ingeniero debe manejar al participar en una obra.
- Estar en un ambiente de trabajo real fortalece los conocimientos adquiridos en las aulas de clase, generando experiencia y seguridad en la toma de futuras decisiones.
- El proceso de evaluación de la soldadura de la estructura metálica se observó detenidamente, el método de la prueba de tintas es muy interesante, ya que no es un ensayo destructivo. Es una técnica que conoció el estudiante gracias al estar en la obra realizando pasantías.
- El objeto de la supervisión y la interventoría es el control y vigilancia de las acciones del contratista, con el fin de lograr el cumplimiento de las obligaciones adquiridas en el contrato y sus elementos integrantes (por ejemplo pliegos de condiciones o términos de referencia).
- La interventoría requiere de gran experiencia y manejo general de todos y cada uno de las actividades realizadas en la obra. Es la parte intelectual, la cual interviene antes, durante y después de la ejecución de un proyecto.
- Gracias al apoyo del Consorcio Cs 2008 se pudo participar y sugerir constantemente ideas y alternativas que ayudaron en la toma de decisiones técnicas, como la participación que tuvo el estudiante en la elaboración de la losa elevada para tanques.
- Participar en un proyecto constructivo, relacionarse y ser guiado por buenos profesionales en Ingeniería y demás ramas, aprendiendo continuamente de cada uno de ellos, es una gran oportunidad que se brinda al auxiliar de ingeniería en el enriquecimiento de sus conocimientos y es una buena manera de hacer la transición de las aulas de clase al trabajo real.
- Tanto el interventor como el constructor forman un equipo de trabajo, con diferencias e inconvenientes que deben ser resueltas en pro del beneficio mutuo para el cual han sido contratado.

- El hecho de realizar el proyecto al interior de las instalaciones militares del Batallón José Hilario López, implicó que toda la información y detalles técnicos constructivos fueran muy reservados y por tanto se prohibía toda la distribución y publicación concerniente a ella, así como la ubicación exacta de la misma.
- La realización de un proyecto de edificación implica la utilización de diversos equipos y herramientas, conocer sus funciones y riesgos que generan, es de gran importancia en la prevención de accidentes laborales.
- Dejar en alto el nombre de la institución a la cual represento y fortalecer las relaciones universidad-empresa, hacen que la práctica empresarial sea una gran alternativa para optar al título en Ingeniería.
- Se logró comprender lo que concierne la palabra “residente”, tanto de interventoría como del constructor, es tener un segundo hogar, en el cual se trabaja y convive con gran cantidad de gente, la cual hay que valorar y respetar mucho, en donde se conoce la hora de entrada, pero no la de salida.
- La interventoría es una herramienta de mejoramiento continuo para los tres actores que participan en la relación contractual: la institución contratista a la que se le ejerce el proceso; el interventor, aún cuando sea interno, y la entidad contratante; cuyo propósito es ofrecer un producto relacionado con su responsabilidad, por lo tanto se requiere el compromiso de los tres.
- El proyecto permitió la interrelación con todo el personal de la obra y trabajadores en general, más o menos unos cien hombres que desempeñaban distintas funciones.
- Se puede decir que la obra fue sobre diseñada, si se tiene en cuenta las características de la cimentación y de la cubierta, pero ello es entendible, si se tiene en cuenta que la construcción hace parte de una instalación militar que está ubicada en un sector donde el orden público es delicado, por tanto se espera que la edificación garantice la durabilidad y cumpla con el objetivo militar de resguardar sus vidas.
- De igual manera, este trabajo permitió observar y aprender el manejo de personal al interior de un proyecto constructivo de gran escala.

## BIBLIOGRAFIA

- NORMAS DEL CÓDIGO SISMO RESISTENTE. NSR. Bogotá D.C. 1998.
- MANUAL TÉCNICO, Tubosistemas para Acueducto, Unión Platino y Alta Presión, Acometidas Domiciliarias de PAVCO.
- POLANCO, Luis Fernando. Manual de gerencia, estructura organizacional y presupuesto de obra para empresas constructoras. Editorial Universidad del Cauca. Popayán, 1999.
- LEY 80 DE 1993, Estatuto general de contratación de la administración pública. Editorial Ediciones Lito Imperio, 1998.
- MANUAL TÉCNICO DE SOLDADURA, West Arco, 2002.
- ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA LA ADECUACIÓN DEL COMANDO BAS 29 Y BRIM 19, Dirección de ingenieros del Ejército Nacional (DIING).

**ANEXO 1.**  
**EJEMPLO DE ACTA DE RECIBO PARCIAL DE OBRA**

FUERZAS MILITARES DE COLOMBIA					
					
<b>EJÉRCITO NACIONAL</b>					
<b>DIRECCIÓN DE INGENIEROS</b>					
					ACTA No. _____ /
					REG. AL FOLIO No. _____ /
<b>FECHA</b>	<b>Bogotá , 12-11-08</b>				
<b>INTERVIENEN</b>	<b>Teniente Coronel</b> <b>Supervisor Contratos DIING</b> <b>CT.IC.</b> <b>Auditoria de Proyectos DIING</b> <b>INTERVENTORIA</b> <b>Representante legal</b> <b>CONTRATISTA</b> <b>Representante legal</b>				
<b>SUNTO</b>	PRIMER CORTE DE OBRA TOTAL, DEL CONTRATO N° 641/2008 CUYO OBJETO LA ADECUACIÓN DEL COMANDO BAS N°29 Y BRIM 19 EN EL BATALLON JOSE HILARIO LOPEZ, POPAYÁN SUSCRITO ENTRE LA DIRECCIÓN DE INGENIEROS Y EL CONSORCIO CAUCA				
<b>AL EFECTO SE PROCEDE ASI:</b>					
Item	Actividad	OBRA EJECUTADA			
		Unidad	Cantidad	Vr. Unitario	Vr. Total
<b>1</b>	<b>1. PRELIMINARES</b>				
1.1	LOCALIZACIÓN Y REPLANTEO	m2	2.331,42	\$ 3.760,00	\$ 8.766.139,20
1.2	DESCAPOTE MECANICO (Incluye retiro de escombros)	m2	2.689,95	\$ 3.220,00	\$ 8.661.639,00
1.3	EXCAVACIÓN MECANICA(Incluye cargue y retiro)	m3	2.937,21	\$ 27.000,00	\$ 79.304.670,00
1.4	EXPLANACIÓN Y RETIRO	m3	319,53	\$29.500,00.	\$ 9.426.135,00
<b>Total PRELIMINARES</b>					<b>\$ 106.158.583,20</b>
<b>2</b>	<b>2. CIMENTOS</b>				
2.1	ZAPATAS EN CONCRETO 3000 PSI mezclado en obra(Sin	m3	70,66	\$ 412200.000	\$ 29.126.052,00
2.2	VIGA CUMENTACIÓN CONCRETO 3000 PSI mezclado en	m3	80,71	\$ 403800.000	\$ 32.590.698,00
2.3	ACERO 60.000 PSI (Incluye alambre negro y figurado)	kg	26.174,78	\$ 3200.000	\$ 83.759.296,00
<b>Total CIMENTOS</b>					<b>\$ 145.76.046,00</b>
<b>3</b>	<b>3. DESAGUES E INSTALACIONES SUBTERRANEAS</b>				
3.1	PUNTO DESGUE PVC 2" (Incluye Accesorios)	und	31,00	\$37.600,00	\$ 1.165.600,00
3.2	PUNTO DESGUE PVC 4" Aparatos Sanitarios (Incluye Accesorios	und	17,00	\$ 61700.000	\$ 1.048.900,00
<b>Total DESAGUES E INSTALACIONES SANITARIAS.</b>					<b>\$ 2.214.500,00</b>
<b>4</b>	<b>4. PISOS-BASES-RELLENOS</b>				
4.1	RECEBO B-600(Compactado al 95%)	m3	580,06	\$ 55500.000	\$ 32.193.330,00
4.2	GEOTEXTIL (No tejido)	m2	2.071,66	\$ 4000.000	\$ 8.286.640,00
<b>Total PISOS-BASES-RELLENOS</b>					<b>\$ 40.479.970,00</b>
<b>5</b>	<b>5. ESTRUCTURAS EN CONCRETO</b>				
5.1	VIGA DE AMARRE EN CONCRETO (Sin refuerzo)	m3	18,59	\$ 465000.000	\$ 8.644.350,00
5.2	ACERO 60.000 PSI (Incluye alambre negro y figurado)	kg	15.349,02	\$ 3200.000	\$ 49.116.864,00
<b>Total ESTRUCTURAS EN CONCRETO</b>					<b>\$ 57.761.214,00</b>
<b>10</b>	<b>10. CUBIERTA</b>				
10.1	PERFIL METALICO CERCHAS PHR C120*60 CAL. 14 Cajon	kg	9.588,97	\$ 6900.000	\$ 66.163.912,25
<b>Total CUBIERTA</b>					<b>\$ 66.163.912,25</b>
<b>COSTO DIRECTO</b>					<b>\$ 418.254.225,45</b>
<b>ADMINISTRACION 5 %</b>					<b>\$ 62.738.133,82</b>
<b>IMPREVISTOS 6%</b>					<b>\$ 8.365.084,51</b>
<b>UTILIDAD 5 %</b>					<b>\$ 20.912.711,27</b>
<b>IVA SOBRE U 16%</b>					<b>\$ 3.346.033,8</b>
<b>VALOR TOTAL DE LA OBRA</b>					<b>\$ 513.616.188,85</b>
<b>AMORTIZACION ANTICIPO 50%</b>					<b>\$ 256.808.094,43</b>
<b>TOTAL A PAGAR PRESENTE ACTA</b>					<b>\$ 256.808.094,43</b>



### ANEXO 3. FABRICACIÓN DE PILOTES IN SITU

Los pilotes de extracción, perforados y hormigonados «in situ», constituyen una de las soluciones clásicas de cimentación a los problemas planteados, bien por baja capacidad portante del terreno o bien por la necesidad de soportar grandes cargas transmitidas por la estructura a cimentar.

Son las cimentaciones realizadas mediante pilotes de hormigón armado, cuya ejecución se efectúa perforando previamente el terreno, rellenando con lodo bentonítico y por último con hormigón fresco y las correspondientes armaduras.

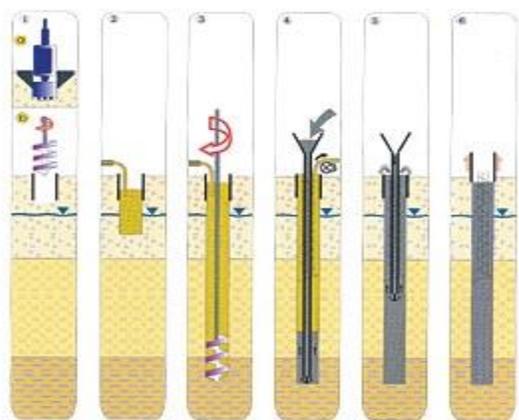
Con este sistema se pueden construir pilotes con diámetro entre 0,20 m a 2,50 m y profundidades hasta de 50 m

#### CARACTERÍSTICAS DEL MÉTODO

- Puede utilizarse un concreto fluido o concreto TREMIE.
- Es un concreto fluido y altamente cohesivo, sin segregación y de fácil colocación por medio de un tubo al cual se le amerita su nombre.
- El TUBO TREMIE tiene un diámetros entre 15 a 25 cm, debe dejarse 0,50 m por encima del fondo y se introduce máximo en el concreto vaciado 2 m.

**Sistemas de Perforación:** Las brocas de determinada forma helicoidal son autoroscantes o se introducen bajo presión en el suelo. Se levanta la broca para vaciar la tierra y se vuelve a introducirla para un siguiente tramo de profundización. Durante la excavación de la zanja, el lodo va llenándola, al estar en continuo movimiento, tiene poca consistencia, y se comporta como un fluido. Sin embargo, cuando se deja de remover, la viscosidad de los lodos bentoníticos aumenta, adquiriendo la resistencia necesaria como para evitar que las paredes de la excavación caigan, quedando sostenidas.

Se procede a la fundición del concreto por medio del TUBO TREMIE, que éste es quien regula la segregación, la velocidad de caída (15 m<sup>3</sup>/hora para evitar las juntas de contracción), asentamiento mínimo de 15 cm.



- 1) Inicio de la perforación con broca helicoidal
- 2) Puesta en obra del depósito y circuito de bentonita.
- 3) Perforación bajo carga de bentonita.
- 4) Reciclaje de la bentonita, colocación de armadura total / parcial y vertido de hormigón.
- 5) Extracción de la camisa