

**AUXILIAR DE INGENIERÍA EN LA SECRETARÍA DE PLANEACIÓN E  
INFRAESTRUCTURA DEL MUNICIPIO DE TOTORÓ EN EL SEGUIMIENTO Y  
CONTROL DE LA CONSTRUCCIÓN DE OBRAS CIVILES**



**PRESENTADO POR:  
ABRAHAN CABRERA BAUTISTA  
Cód. 100413010328**

**UNIVERSIDAD DEL CAUCA  
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL  
PROGRAMA INGENIERIA CIVIL  
DEPARTAMENTO DE CONSTRUCCIÓN  
POPAYÁN-CAUCA  
2020**

**AUXILIAR DE INGENIERÍA EN LA SECRETARÍA DE PLANEACIÓN E  
INFRAESTRUCTURA DEL MUNICIPIO DE TOTORÓ EN EL SEGUIMIENTO Y  
CONTROL DE LA CONSTRUCCIÓN DE OBRAS CIVILES**



**PRESENTADO POR:  
ABRAHAN CABRERA BAUTISTA  
Cód. 100413010328**

**DIRECTOR DE PASANTÍA:  
ING. FREDY JARAMILLO OTERO**

**UNIVERSIDAD DEL CAUCA  
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL  
PROGRAMA INGENIERIA CIVIL  
DEPARTAMENTO DE CONSTRUCCIÓN  
POPAYÁN-CAUCA  
2020**

## **NOTA DE ACEPTACIÓN**

El Director y los Jurados han evaluado este documento, y escuchado la sustentación de este por el estudiante y lo encuentran satisfactorio, por lo cual autorizan al estudiante para que desarrolle las gestiones pertinentes para optar al título de Ingeniero Civil.

---

**Firma del Presidente del Jurado**

---

**Firma del Jurado**

---

**Firma del Director**

## **AGRADECIMIENTOS**

Al llegar a este punto de mi vida, le agradezco primero a Dios por permitirme avanzar hasta aquí, a mis padres Jorge Eliecer Cabrera y Edilma Bautista, y mis demás familiares por siempre apoyarme y aconsejarme en los momentos de duda, ellos han sido una motivación para alcanzar esta meta que tanto tiempo anhele.

A mis amigos que estuvieron conmigo durante este proceso de formación, por todas las vivencias y momentos agradables compartidos.

Al ingeniero Hernán Solano, por la confianza que deposito en mí y por todas las enseñanzas durante el desarrollo de la práctica profesional. También al resto del personal de la administración municipal por la oportunidad y todas las enseñanzas.

Al ingeniero Fredy Jaramillo, por su asesoramiento y ayuda para el correcto desarrollo de este documento.

Y a todos los docentes de la Universidad del Cauca con los que tuve la oportunidad de estar en clase por compartir sus conocimientos y hacer parte de mi formación como profesional.

## CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN .....	7
2. JUSTIFICACIÓN .....	8
3. OBJETIVOS.....	9
3.1. Objetivo general .....	9
3.2. Objetivos específicos .....	9
4. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LOS PROYECTOS.....	10
4.1. PLACA HUELLA EN LA VIA INSTITUCIÓN EDUCATIVA PUEBLO TOTOROEZ. .....	10
4.1.1. UBICACIÓN.....	10
4.1.2 DISEÑO ESTRUCTURAL .....	11
4.2 CENTRO DE ATENCIÓN PARA LA PRIMERA INFANCIA DE CARMEN DE SABALETA.....	13
4.2.1. UBICACIÓN.....	13
4.2.2 SISTEMA ESTRUCTURAL.....	13
4.2.2.1 CIMENTACIÓN.....	14
4.2.2.2 COLUMNAS Y VIGAS DE CONFINAMIENTO .....	15
4.2.2.3 MUROS .....	15
4.2.3 ARQUITECTURA.....	16
4.3 CASA INTERCULTURAL DE LA SALUD DEL RESGUARDO INDIGENA DE NOVIRAO.....	17
4.3.1 UBICACIÓN.....	17
4.3.2 SISTEMA ESTRUCTURAL.....	17
4.3.2.1 CIMENTACIÓN .....	18
4.3.2.2 COLUMNAS .....	19
4.3.2.3 VIGAS DE CUBIERTA .....	20
4.3.3 ARQUITECTURA.....	20
5. SEGUIMIENTO Y CONTROL DE ACTIVIDADES CONSTRUCTIVAS.....	21
5.1. PLACA HUELLA EN LA VIA INSTITUCIÓN EDUCATIVA PUEBLO TOTOROEZ. .....	21
5.1.1 INSTALACIÓN TUBERÍA SANITARIA 6” .....	21
5.1.2 RELLENO Y COMPACTACIÓN DEL TERRENO.....	23

5.1.3 CONSTRUCCIÓN DE LA PLACA HUELLA.....	26
5.1.3.1 EXCAVACIÓN DE ZANJAS PARA RIOSTRAS.....	26
5.1.3.2 FUNDICIÓN DE LA PLACA HUELLA.....	28
5.1.3.3 FUNDICIÓN DE CUNETA Y BORDILLO.....	34
5.2. CENTRO DE ATENCIÓN PARA LA PRIMERA INFANCIA DE CARMEN DE SABALETA.....	42
5.2.1. PRELIMINARES.....	42
5.2.2. CIMENTACIÓN.....	43
5.2.3 CONSTRUCCIÓN COLUMNAS.....	45
5.2.4 MAMPOSTERÍA.....	48
5.2.5 VIGAS DE CUBIERTA.....	50
5.3 CASA INTERCULTURAL DE LA SALUD DEL RESGUARDO INDÍGENA DE NOVIRAO.....	54
5.3.1. PRELIMINARES.....	54
5.3.2. CIMENTACIÓN.....	55
5.3.3 COLUMNAS.....	58
5.3.4. PISO PRIMARIO.....	60
5.3.5. MAMPOSTERÍA.....	64
5.3.6 VIGAS DE CUBIERTA.....	66
6. CARACTERIZACIÓN DE LAS OBRAS.....	69
6.1. PLACA HUELLA EN LA VIA INSTITUCIÓN EDUCATIVA PUEBLO TOTOROEZ.....	69
6.2. CENTRO DE ATENCIÓN PARA LA PRIMERA INFANCIA DE CARMEN DE SABALETA.....	70
6.3. CASA INTERCULTURAL DE LA SALUD DEL RESGUARDO INDÍGENA DE NOVIRAO.....	72
7. ASPECTOS A MEJORAR.....	75
8. CONCLUSIONES.....	76
9. BIBLIOGRAFIA.....	77

## LISTA DE IMAGENES

Imagen 1. Institución Educativa Pueblo Totoroez.....	10
Imagen 2. Ubicación de la vereda Betania respecto a la cabecera municipal. ....	10
Imagen 3. Vista en planta del diseño estructural. ....	11
Imagen 4. Corte de la cuneta y el bordillo.....	12
Imagen 5. Corte de la riostra.....	12
Imagen 6. Ubicación de la vereda Carmen de Sabaleta con respecto a la cabecera municipal.....	13
Imagen 7. Sistemas estructurales de resistencia sísmica.....	14
Imagen 8. Detalle viga t invertida cimentación.....	14
Imagen 9. Detalle columna de confinamiento. ....	15
Imagen 10. Planta arquitectónica.....	16
Imagen 11. Ubicación de la vereda Novirao respecto a la cabecera municipal. ....	17
Imagen 12. Sistemas estructurales de resistencia sísmica.....	18
Imagen 13. Corte viga de cimentación.....	18
Imagen 14. Corte columna 35x45 cm. ....	19
Imagen 15. Corte columna 30x30 cm. ....	19
Imagen 16. Corte vigas de cubierta. ....	20
Imagen 17. Planta arquitectónica.....	20
Imagen 18. Instalación tubería 6" y fundición de caja de inspección. ....	22
Imagen 19. Instalación tubería 6" final. ....	23
Imagen 20. Descapote y cajeo realizado .....	24
Imagen 21. Daño en la tubería del.....	24
Imagen 22. Regado de material sub-base .....	25
Imagen 23. Compactación de la sub-base.....	25
Imagen 24. Nuevo material para compactar la sub-base.....	26
Imagen 25. Estado del terreno al finalizar el compactado .....	26
Imagen 26. Ubicación de varillas para ejes de riostras en la curva. ....	27
Imagen 27. Fundición solado en las riostras.....	28
Imagen 28. Armado cero de refuerzo y formaletas en el primer tramo recto de la placa. ....	29
Imagen 29. Fundición cajones en piedra pegada, primer tramo recto de la placa huella. ....	29
Imagen 30. Fundición y vibrado de riostras y resultado final. ....	30
Imagen 31. Fundición y vibrado de las huellas en concreto. ....	31
Imagen 32. Primer tramo terminado. ....	31
Imagen 33. Armado de formaletas para la curva. ....	32
Imagen 34. Tramos de la curva terminados en piedra pegada.....	32
Imagen 35. Fundición de las huellas de la curva. ....	33
Imagen 36. Fundición placa huella último tramo.....	33

Imagen 37. Último tramo de la placa huella terminado.....	34
Imagen 38. Acero de refuerzo y formaleta del bordillo.....	35
Imagen 39. Fundición cuneta y bordillo lado derecho, en el primer tramo de la placa.....	35
Imagen 40. Cuneta y bordillo terminados, lado derecho de la placa.....	36
Imagen 41. Formaleta continua del bordillo, lado derecho.....	37
Imagen 42. Cuneta y bordillo del ultimo tramo de la placa.....	37
Imagen 43. Cuneta y bordillo en la curva.....	37
Imagen 44. Fundición cuneta de ingreso al parqueadero.....	38
Imagen 45. Fundición cuneta lado izquierdo.....	39
Imagen 46. Muro de soporte cuneta.....	40
Imagen 47. Cuneta en la curva.....	40
Imagen 48. Fundición cuneta y bordillo ultimo tramo.....	40
Imagen 49. Cuneta y bordillo del ultimo tramo, terminados.....	40
Imagen 50. Primer tramo de la placa huella, terminado.....	41
Imagen 51. Curva terminada.....	41
Imagen 52. Último tramo de la placa huella, terminado.....	41
Imagen 53. Replanteo y estado del terreno luego de las fuertes lluvias.....	43
Imagen 54. Planta de cimentación.....	44
Imagen 55. Zanjas para cimentación y detalle del acero para cimentación.....	44
Imagen 56. Posicionamiento de castillos de refuerzo para columnas.....	45
Imagen 57. Armado de formaletas de columnas.....	46
Imagen 58. Fundición de columnas fachada principal.....	47
Imagen 59. Columnas fachadas principal e izquierda.....	47
Imagen 60. Mampostería de la fachada principal.....	48
Imagen 61. Excavación y nivelación manual del terreno.....	49
Imagen 62. Demolición columna.....	49
Imagen 63. Mampostería baños y zona de despensa.....	50
Imagen 64. Vista de la mampostería.....	50
Imagen 65. Posicionamiento castillos de refuerzo vigas transversales.....	51
Imagen 66. Armado castillos de refuerzo vigas longitudinales.....	51
Imagen 67. Vista de las formaletas para vigas.....	52
Imagen 68. Fundición vigas de cubierta.....	52
Imagen 69. Detalle proyección de pelos de acero.....	53
Imagen 70. Fundición vigas de cubierta zona de despensa.....	53
Imagen 71. Paso de niveles y nivelación manual del terreno.....	54
Imagen 72. Excavación de zanjas de cimentación.....	55
Imagen 73. Armado acero de refuerzo para cimentación y columnas.....	56
Imagen 74. Vaciado y vibrado de la mezcla.....	57
Imagen 75. Toma de muestras de la mezcla de las vigas de cimentación.....	57
Imagen 76. Acabado de las vigas y fundición finalizada.....	58



Imagen 77. Armado de formaletas/formaleta lista para fundir. ....	59
Imagen 78. Fundición de columnas y vibrado de la mezcla.....	59
Imagen 79. Columnas fundidas/Anclaje de barras para columnetas. ....	60
Imagen 80. Excavación del terreno/Instalación tubería sanitaria según planos.....	61
Imagen 81. Caja de inspección aguas grises.....	62
Imagen 82. Compactación y relleno de terreno. ....	62
Imagen 83. Fundición placa piso primario. ....	63
Imagen 84. Fundición del primario en zonas de cajas de inspección y resultado final. ....	64
Imagen 85. Mampostería. ....	65
Imagen 86. Detalle icopor para dilatación/Fundición columnetas. ....	65
Imagen 87. Columneta desencofrada/Fundición columneta. ....	66
Imagen 88. Armado de formaletas para vigas de cubierta.....	67
Imagen 89. Detalle lámina de icopor para dilatación/Fundición vigas de cubierta.	67
Imagen 90. Vista de vigas de cubierta luego de desencofrar los tableros laterales. ....	68
Imagen 91. Estado de la vía en épocas de lluvia.....	71

## 1. INTRODUCCIÓN

Durante el proceso de formación académica se adquirieron varios conocimientos básicos en las diferentes áreas comprendidas por la ingeniería. Es por esto que, se hace necesario complementar dichos conocimientos con prácticas profesionales para adquirir una mayor destreza en el desarrollo de las actividades que debe llevar a cabo un ingeniero civil. En este sentido, y de acuerdo con la resolución N° 820 del 14 de octubre de 2014 de la Universidad del Cauca, se considera la práctica profesional como una modalidad de trabajo de grado para optar por el título de ingeniero civil.

La práctica profesional o pasantía se desarrolló con el acompañamiento y supervisión de un docente adscrito a la facultad de Ingeniería Civil. En este caso dicha actividad se llevó a cabo en la Secretaría de Planeación e Infraestructura de la Alcaldía Municipal de Totoró, en la cual se desarrollan diferentes tipos de obras para cubrir necesidades de la comunidad y ayudar al desarrollo de esta. A cargo de la Secretaría de Planeación se encontraba el ingeniero Hernán Solano Solano.

Con el desarrollo de la pasantía se apoyó a la Secretaría de Infraestructura municipal en el área de supervisión y control de algunas de las obras que se encontraban en ejecución, velando por la correcta ejecución de las mismas, es decir que se cumpliera con el objeto de los contratos y con las normas técnicas que rigen la construcción en nuestro país; además de contribuir con soluciones a los problemas que pudieron presentarse en momentos donde el ingeniero residente no estuviera presente en la obra, además de presentar informes semanales a la secretaria de planeación informando el avance de las obras y los problemas que se presentaban en ellas, de esta manera, el personal de la secretaria de planeación tuvo más tiempo para concentrarse en otras obras que estaban en ejecución además de nuevos proyectos que debían ejecutarse antes de terminar el periodo gubernamental.

## 2. JUSTIFICACIÓN

A pesar de que durante la formación académica el estudiante de ingeniería civil adquiere conocimientos teóricos sólidos, se hace necesario tener una etapa de práctica profesional donde se apliquen y afiancen dichos aprendizajes, y de esta forma ganar algo de experiencia para iniciar la vida profesional de la mejor manera posible; cumpliendo uno de los objetivos como ingeniero civil, que es transformar el entorno de manera positiva para cubrir necesidades de la comunidad en términos de infraestructura, en armonía con el ambiente.

Debido a que, en algunos pueblos, como el municipio de Totoró, se cuenta con un recurso humano limitado en la alcaldía municipal, se hace necesaria la presencia de personal que brinde un apoyo en ciertas labores. Es por esto que desde la administración municipal se brinda la oportunidad de desarrollar la práctica profesional, a estudiantes de carreras técnicas, tecnológicas y profesionales de últimos semestres.

Durante el desarrollo de la práctica se participó en la supervisión y apoyo en la construcción de una placa huella en la vereda Betania, un centro de atención a la primera infancia en la vereda Carmen de Sabaletas, la construcción de la casa intercultural de salud en el resguardo indígena de Novirao. Así, se complementó lo adquirido durante la formación académica, contando con la ayuda de los profesionales al servicio de la Secretaría de Planeación municipal, y bajo seguimiento y asesoramiento constante del director de este trabajo de grado.

### **3. OBJETIVOS**

#### **3.1. Objetivo general**

Participar como auxiliar de ingeniería en la gestión que realiza la Secretaría de Planeación municipal, enfocada en la identificación de necesidades y el seguimiento a los contratos de obra en ejecución.

#### **3.2. Objetivos específicos**

- Supervisar las obras en ejecución, velando por el correcto cumplimiento de todas las normas técnicas y de las condiciones establecidas en los contratos, y aportar posibles soluciones ante los inconvenientes técnicos que se puedan presentar.
- Caracterizar las obras en las cuales se lleve a cabo el control y seguimiento, con el fin de identificar aspectos que puedan mejorarse en tema de planeación y ejecución de los proyectos en el municipio de Totoró.

## 4. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LOS PROYECTOS.

### 4.1. PLACA HUELLA EN LA VIA INSTITUCIÓN EDUCATIVA PUEBLO TOTOROEZ.

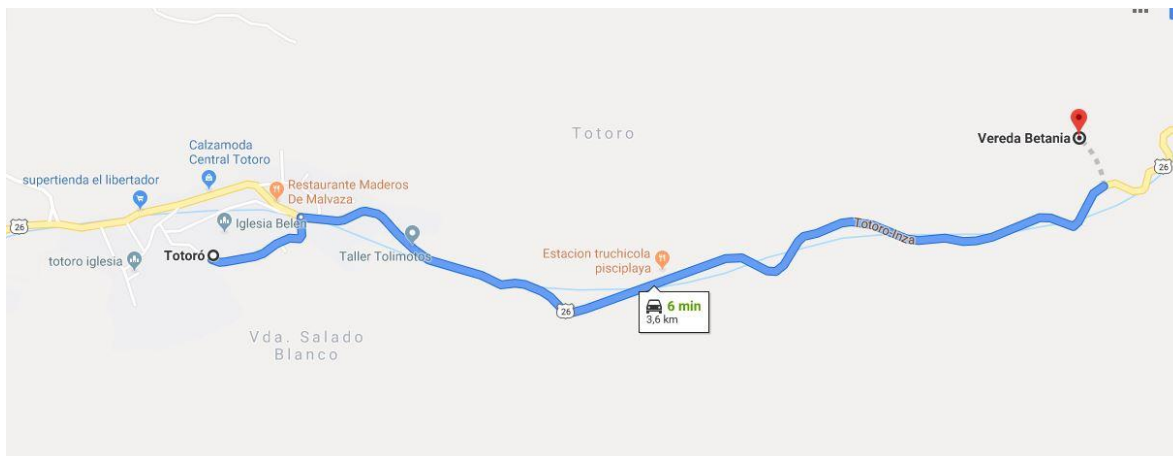
Imagen 1. Institución Educativa Pueblo Totoroez.



Fuente: Elaboración propia.

#### 4.1.1. UBICACIÓN.

Imagen 2. Ubicación de la vereda Betania respecto a la cabecera municipal.



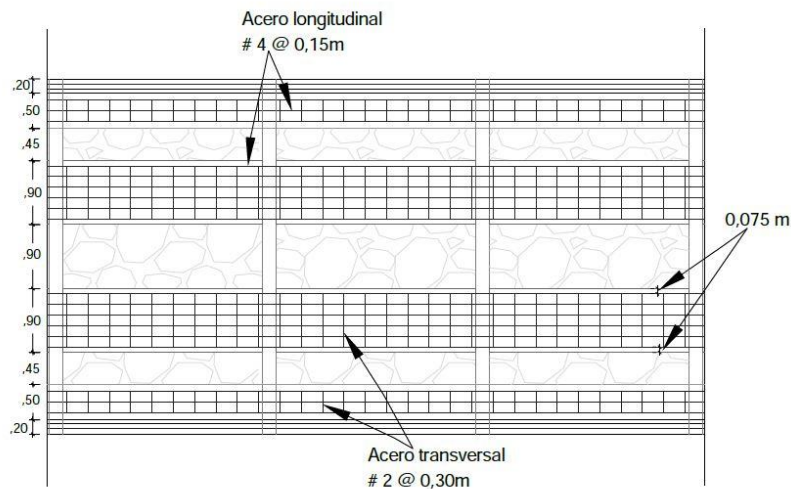
Fuente: Google Maps.

La institución educativa del Pueblo Totoroez (Imagen 1) es un colegio agropecuario del resguardo indígena de Totoró, que se encuentra ubicado en la vereda Betania (Imagen 2), en el km 26 de la vía que lleva al municipio de Inzá; en este punto se encuentra un puente peatonal para el ingreso de las personas que visitan esta institución educativa. El colegio se encuentra a aproximadamente a 100m de la vía principal, en la parte alta del terreno.

#### 4.1.2 DISEÑO ESTRUCTURAL

Lo correspondiente al diseño estructural de la placa huella se hizo siguiendo lo sugerido en la Guía de Diseño de Pavimentos con Placa huella del INVIAS. La placa huella tiene un ancho de 3.6m de losa y 0.70m de cuneta y bordillo a cada lado. Para un total de 5m de ancho, el espesor de la misma es de 0.15m.

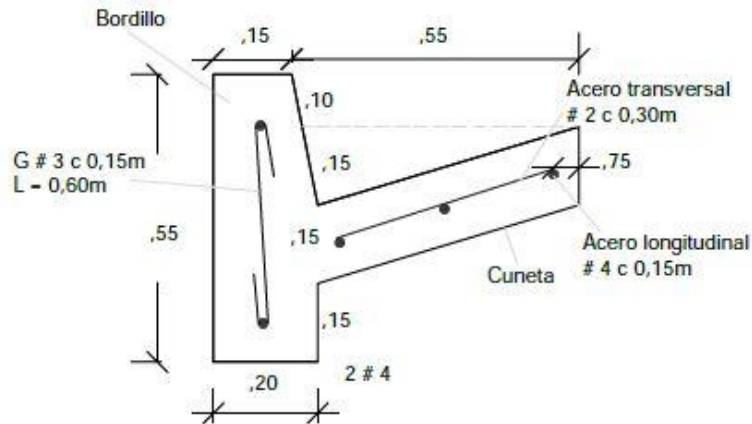
**Imagen 3. Vista en planta del diseño estructural.**



**Fuente:** Guía de Diseño de Pavimentos con placa Huella (pág. 39)

Las huellas (Imagen 3) tienen un ancho de 0.90m cada una, un refuerzo de acero de la siguiente manera: longitudinalmente tendrá 6 barras #4 @ 0.15m y el refuerzo transversal serán barras #2 @ 0.30m, formando así una parrilla que trabaja en conjunto con el concreto para resistir las cargas derivadas del tráfico. En la cuneta (Imagen 4) cuyo ancho es de 0.50m, el refuerzo longitudinal es de 3 barras #4 @ 0.15m y el transversal son barras #2 @ 0.30m, formando también una parrilla para reforzar el concreto. En el bordillo (Imagen 4), que será de 0.20m, el refuerzo longitudinal será barras #4 y los flejes serán en barras #3, tal como se ilustra en la siguiente figura, tomada de la guía de diseño de pavimentos con placa huella del INVIAS.

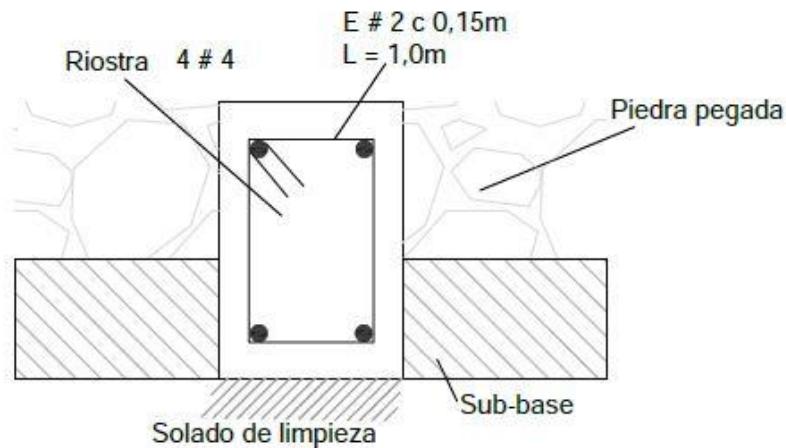
**Imagen 4. Corte de la cuneta y el bordillo.**



**Fuente:** Guía de Diseño de Pavimentos con Placa Huella (Pág. 46)

Adicional a esto, se construyeron riostras de 0.20m de ancho y 0.30m de alto (Imagen 5), cuyo refuerzo es de 4 barras #4 y flejes de barras #2 @ 0.15m, las riostras se ubicaron cada 2.80m, de esta manera, cada módulo tiene una longitud de 3m en los tramos rectos, en el tramo de la curva la longitud estuvo sujeta a variaciones. Las partes en piedra pegada no llevan ningún tipo de refuerzo.

**Imagen 5. Corte de la riostra.**



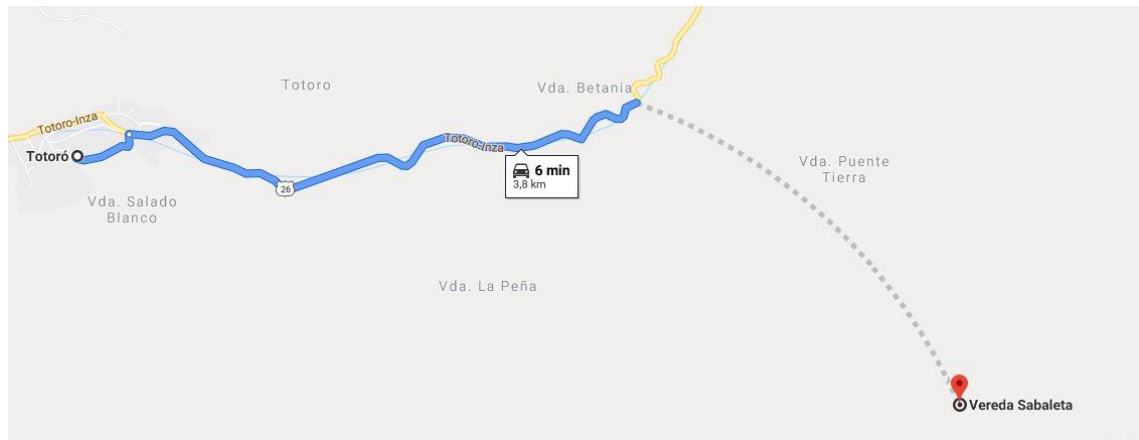
**Fuente:** Guía de Diseño de Pavimentos con Placa Huella (pág. 43)

La longitud de los traslapes, donde fue requerido son de 0.60m, atendiendo lo sugerido en la Guía de Diseño del INVIAS. El concreto empleado se fabricó en el sitio, utilizando la dosificación 1:2:3.

## 4.2 CENTRO DE ATENCIÓN PARA LA PRIMERA INFANCIA DE CARMEN DE SABALETA.

### 4.2.1. UBICACIÓN.

**Imagen 6. Ubicación de la vereda Carmen de Sabaleta con respecto a la cabecera municipal.**



**Fuente:** Google Maps.

De acuerdo con la Imagen 6, la vereda Carmen de Sabaleta se ubica en el km 26 de la vía que conduce al municipio de Inzá, a aproximadamente 3.8 km de la cabecera municipal, desviándose en este punto hacia la derecha por la vía que conduce a la vereda Malvazá. Aproximadamente a 8 km se encuentra la capilla de la vereda Carmen de Sabaleta, junto a la cual se encuentra el lote que fue donado por el cabildo de la vereda y donde se construirá el hogar de atención a la primera infancia.

### 4.2.2 SISTEMA ESTRUCTURAL

El sistema estructural es de muros de carga, un sistema en el cual las cargas verticales son resistidas por muros de carga y las fuerzas horizontales son resistidas por los muros de carga o por pórticos con diagonales. En la siguiente tabla (Imagen 7) tomada de la NSR-10 se puede observar cómo es el funcionamiento del sistema de muros de carga.



### Imagen 7. Sistemas estructurales de resistencia sísmica.

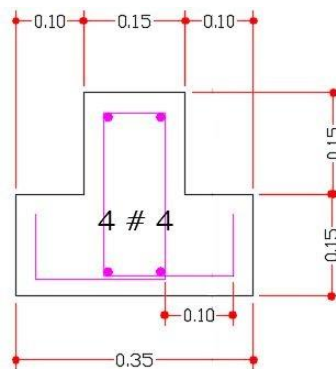
SISTEMAS ESTRUCTURALES DE RESISTENCIA SÍSMICA		
SISTEMA	CARGAS VERTICALES	FUERZAS HORIZONTALES
MUROS DE CARGA		
COMBINADO		
PÓRTICO		
DUAL		

Fuente: Prefacio-Apendice I. NSR-10. (pág. 26)

#### 4.2.2.1 CIMENTACIÓN.

La cimentación es de tipo corrida, empleando vigas tipo T invertida (Imagen 8) con un ala de 35 cm de ancho y 15 cm de alto, un alma de 15 cm de ancho por 15 cm de alto para un alto total de la viga de 30 cm. Cuenta con estribos #2 de una longitud de 95 cm espaciados cada 12 cm.

Imagen 8. Detalle viga t invertida cimentación.

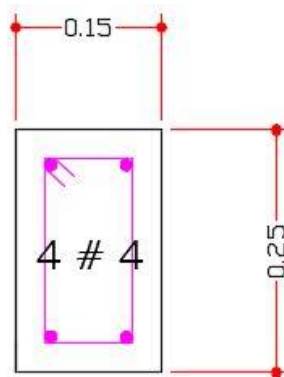


Fuente: Archivo Secretaría de Planeación.

#### 4.2.2.2 COLUMNAS Y VIGAS DE CONFINAMIENTO

Las columnas y vigas de confinamiento cuentan con las mismas dimensiones (Imagen 9) de 15 x 25 cm, empleando 4 varillas #4 como refuerzo principal y estribos #2 con una longitud de 76 cm espaciados cada 12 cm, el concreto fue fabricado en el sitio, empleando la dosificación 1:2:3.

**Imagen 9. Detalle columna de confinamiento.**



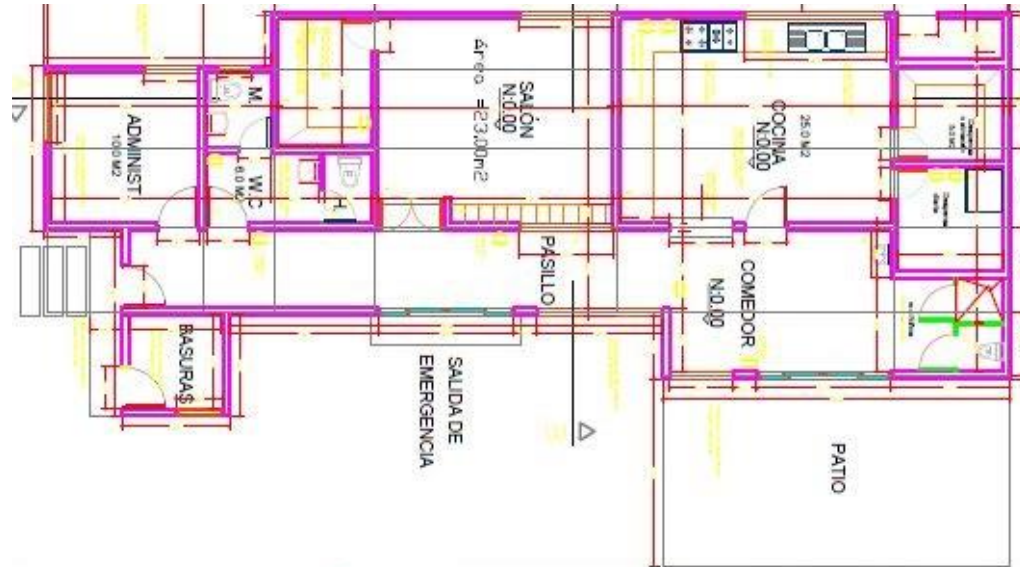
**Fuente:** Archivo de la Secretaría de Planeación

#### 4.2.2.3 MUROS

Los muros son tipo soga, empleando para su elaboración ladrillo común, y se incluyeron algunas varillas #2 de 30 cm de longitud, posicionadas cada 5 hiladas, las cuales se anclaron a las columnas, para de esta manera dar un mayor confinamiento y estabilidad a los mismos, finalmente los muros son ladrillo a la vista, por lo que después de terminar la construcción de cada uno de ellos se realizó una buena limpieza para eliminar los excesos de mortero que quedaban presentes, también se debieron escoger los ladrillos con mejores características físicas para evitar en lo posible que los muros quedaran con imperfecciones.

### 4.2.3 ARQUITECTURA

Imagen 10. Planta arquitectónica.



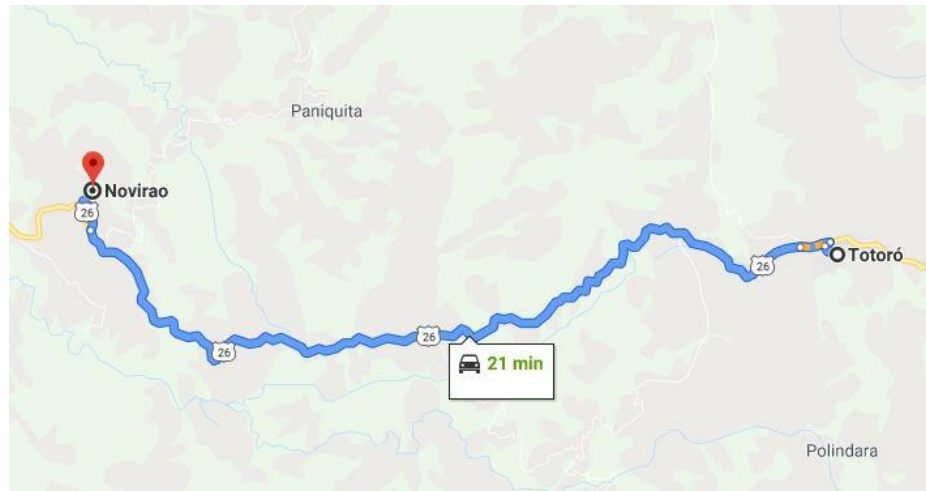
**Fuente:** Archivo Secretaría de Planeación

El hogar agrupado, como se observa en la imagen 10, contará con un espacio para la administración, un área de basuras, una bodega principal, cocina, comedor, patio, un baño para niños y 2 baños para personal y visitantes, en el área de la cocina contará con 2 espacios diferentes para ubicar las despensas, en la parte exterior al lado de la cocina se encontrará el área para alojar las pipas de gas. En total el hogar de atención a la primera infancia tendrá un área total de 160 m<sup>2</sup>.

### 4.3 CASA INTERCULTURAL DE LA SALUD DEL RESGUARDO INDIGENA DE NOVIRAO.

#### 4.3.1 UBICACIÓN.

Imagen 11. Ubicación de la vereda Novirao respecto a la cabecera municipal.



Fuente: Google Maps.

El resguardo indígena de Novirao se encuentra en la vereda Novirao (como se muestra en la Imagen 11), en la parte baja del municipio de Totoró, para llegar a él, puede hacerse por la vía de conduce de Popayán a Cali, a la altura del km 7 ingresando por la vereda Florencia, a aproximadamente 6 km de la panamericana, se encuentra un cultivo de caña propiedad del resguardo indígena, dentro de este cultivo está el lote en el cual se desarrolla la construcción de la casa de la sabiduría ancestral.

También puede ingresarse al resguardo indígena de Novirao a la altura del km 3 de la vía que conduce al municipio de Totoró, a mano izquierda se encuentra la vía en afirmado por la cual a aproximados 8 km se encuentra el cultivo de caña, la cancha y el colegio del resguardo indígena.

#### 4.3.2 SISTEMA ESTRUCTURAL

El sistema estructural de la obra fue tipo pórtico, un sistema en el cual el pórtico, resistente a momentos es el que deberá resistir todas las cargas verticales y fuerzas horizontales a las que se vea sometida la estructura. En la siguiente figura (Imagen 12), se ilustra la forma como trabajan los elementos del sistema estructural aporticado según las cargas a las que se encuentre sometido.

**Imagen 12. Sistemas estructurales de resistencia sísmica.**

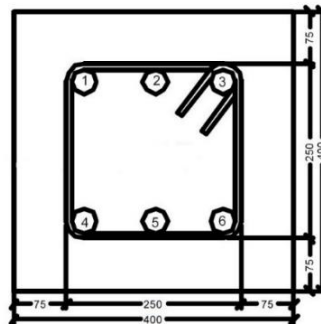
SISTEMAS ESTRUCTURALES DE RESISTENCIA SÍSMICA		
SISTEMA	CARGAS VERTICALES	FUERZAS HORIZONTALES
MUROS DE CARGA		
COMBINADO		
PÓRTICO		
DUAL		

**Fuente:** Prefacio-Apéndice I. NSR-10. (pág. 26).

#### 4.3.2.1 CIMENTACIÓN

La cimentación será tipo corrida, empleando vigas con una dimensión de 0.40m x 0.40m (Imagen 13), con refuerzo longitudinal de 6 barras #5 y flejes de 3/8 con una dimensión de 0.25m x 0.25m, quedando de esta manera un recubrimiento de 7.5 cm. El solado de limpieza tendrá un espesor de 5 cm.

**Imagen 13. Corte viga de cimentación.**



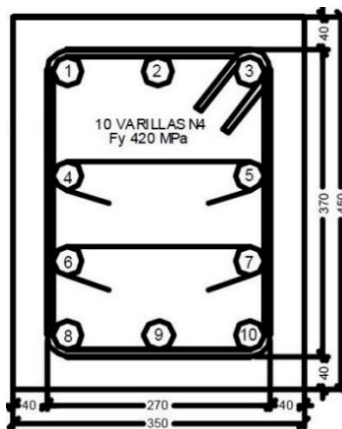
**Fuente:** Archivo Secretaría de Planeación.

La longitud de los traslapes según el diseño será de 1m para barras #5. El espaciamiento de los flejes variará y será de 8 cm en algunas zonas de las vigas y de 17 cm en otras.

### 4.3.2.2 COLUMNAS

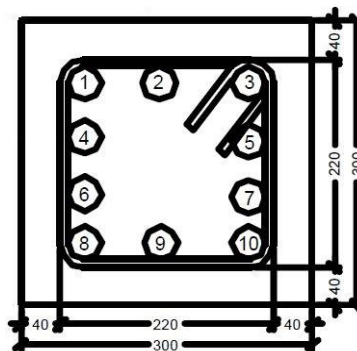
En total, se contará con 43 columnas, 4 de ellas (imagen 14) serán de 0.35m x 0.45m y las 39 restantes (Imagen 15) serán de 0.30m x 0.30m, en cualquier caso, el refuerzo serán 10 barras #4 y flejes de 3/8; cuyo espaciamiento será de 7 cm en las zonas de confinamiento y de 9 cm en la zona central. En el caso especial de las columnas de mayor dimensión, adicional a los flejes, se emplearán también ganchos de 42 cm para las varillas centrales. Los flejes tendrán una dimensión de 22 x 22 cm para las columnas pequeñas y de 27 x 37 cm para las columnas grandes.

**Imagen 14. Corte columna 35x45 cm.**



**Fuente:** Archivo Secretaría de Planeación.

**Imagen 15. Corte columna 30x30 cm.**

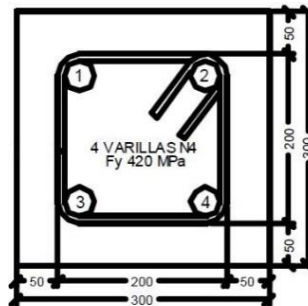


**Fuente:** Archivo Secretaría de Planeación.

### 4.3.2.3 VIGAS DE CUBIERTA

Las vigas de cubierta (Imagen 16) tendrán una dimensión de 30 x 30 cm, su refuerzo será de 4 barras #4 y flejes de 3/8 ubicados cada 6 cm, los flejes serán de 20 x 20 quedando así un recubrimiento de 5 cm en las vigas, los traslapes tendrán una longitud de 0.90m por tratarse de barras de 1/2".

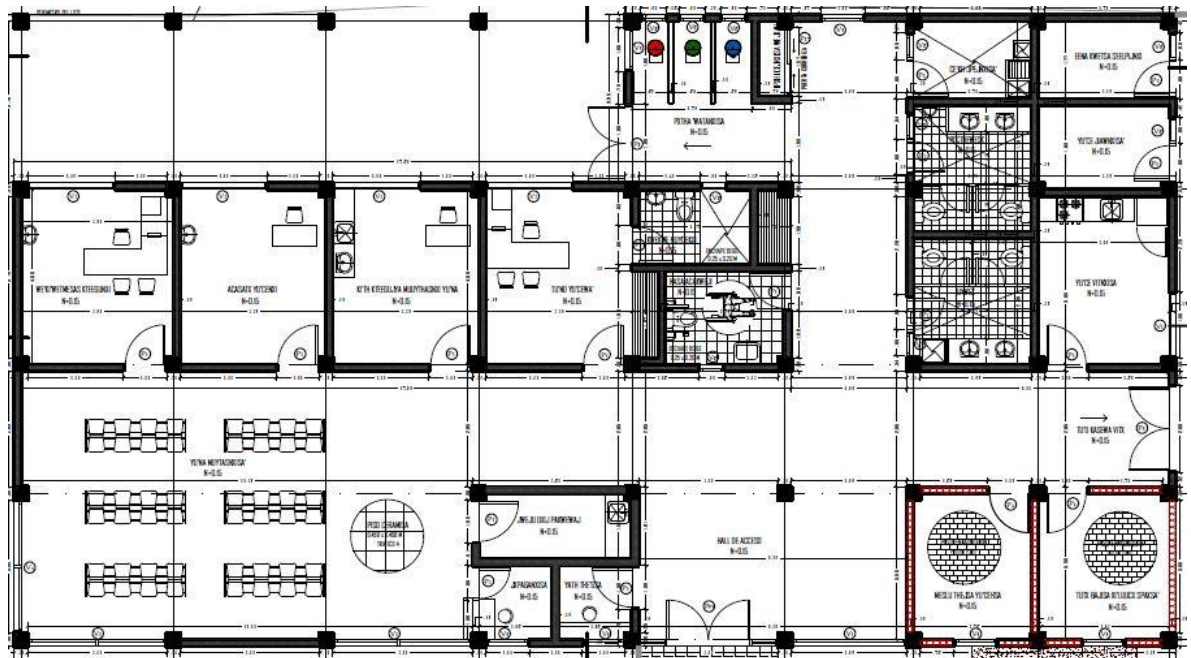
Imagen 16. Corte vigas de cubierta.



Fuente: Archivo Secretaría de planeación.

### 4.3.3 ARQUITECTURA.

Imagen 17. Planta arquitectónica.



Fuente: Archivo Secretaría de Planeación

En total serán 385 m<sup>2</sup> construidos (Imagen 17), donde se tendrán diversos espacios, contando con 4 consultorios, sala de espera, baños para hombres, mujeres y discapacitados, cocina, recepción, 2 áreas especiales para atender medicina tradicional y partería, las cuales tendrán muros en guadua y el piso será en tierra, también contará con zona de basuras, área para alojar las pipas de gas, zona de lavadero y lava traperos; además de un área donde se encontrará todo lo relacionado con el control del sistema eléctrico de la construcción.

## **5. SEGUIMIENTO Y CONTROL DE ACTIVIDADES CONSTRUCTIVAS.**

### **5.1. PLACA HUELLA EN LA VIA INSTITUCIÓN EDUCATIVA PUEBLO TOTOROEZ.**

Antes de iniciar los trabajos de construcción de la placa huella, se debió realizar la instalación de tubería corrugada de 6" para recolección de aguas lluvias; además de la construcción de dos cajas de inspección de 0.60m x 0.60m en concreto. Finalizadas estas labores se dio inicio a la fase de relleno y compactación del terreno para luego iniciar con las labores de construcción de la placa, según el diseño realizado por el ingeniero contratista; que se encuentra basado en la Guía de Diseño de Pavimentos con Placa Huella del INVIAS.

Al existir la necesidad de adherir la nueva placa huella a la placa existente, se debió tener extremada precaución en el momento del relleno y compactación para evitar que la nueva placa quedara a desnivel con respecto a la existente.

La construcción de la placa se dividió en tres etapas. La primera fue la fundición del primer tramo recto; luego el tramo de la curva de 12 m de radio y finalmente la fundición del último tramo recto.

#### **5.1.1 INSTALACIÓN TUBERÍA SANITARIA 6"**

##### **Materiales:**

- Tubería PVC aguas lluvias 6".
- Grava:
- Arena de puerto:
- Cemento
- Acero ¼"

##### **Equipo y Herramienta menor:**

- Barra
- Palén plano
- Palendra
- Buggy



- Palustre
- Nivel de mano

Después de realizar la localización y el replanteo, con ayuda de la estación total, se ubicaron en el terreno estacas que permitían identificar los puntos de inicio y final de cada uno de los tramos, para tener claro las áreas por donde debía realizar los trabajos la retroexcavadora. Teniendo en cuenta esto se iniciaron los trabajos de instalación de tubería de 6" para recolección de aguas lluvias.

Se buscaron cajas de inspección existentes de las cuales se pudiera continuar instalando la nueva tubería. En este proceso se pudo identificar una caja de inspección ubicada en la esquina de los salones superiores, la cual recolecta las aguas lluvias propias y las provenientes de la cocina que se encuentra la parte alta del terreno.

Se realizó la excavación de una zanja para instalar 3 tubos de 6" desde la caja existente, hasta la esquina de la construcción donde se ubican la biblioteca, los baños de profesores y la bodega. En este punto se construyó la primera caja de inspección, la cual recibe el agua que se recolecta en la caja de inspección anterior y la construcción antes mencionada, desde este punto se instalaron 2 tubos más (Imagen 18), logrando llegar al punto donde se encuentra un tubo que transporta el agua lluvia recolectada en los salones inferiores, baños de estudiantes y rectoría.

**Imagen 18. Instalación tubería 6" y fundición de caja de inspección.**



**Fuente:** Elaboración propia.

Siendo en este punto donde se encuentra toda el agua lluvia recolectada por la edificación, se construyó la segunda caja de inspección para conducir desde esta,

el agua lluvia hacia un canal en tierra que conduce hacia una alcantarilla ubicada en la parte baja del terreno, se instalaron 4 tubos más (Imagen 19) para llegar desde la última caja de inspección hacia el canal. En total se instalaron 54 mL de tubería corrugada de 6".

**Imagen 19. Instalación tubería 6" final.**



**Fuente:** Elaboración propia.

### **5.1.2 RELLENO Y COMPACTACIÓN DEL TERRENO.**

#### **Materiales**

- Sub base

#### **Equipo:**

- Retroexcavadora
- Vibro compactador de rodillo

Antes de poder iniciar con el relleno y compactación, se debió utilizar la retroexcavadora para retirar por completo toda la capa de material del terreno que debía ser reemplazada por el material seleccionado (sub base). Este proceso fue dirigido por el ingeniero contratista para facilitar la labor del operario de la máquina.

Durante el proceso de descapote (Imagen 20), se presentó un daño a la tubería del acueducto (Imagen 21) que interrumpió el servicio de agua en el área donde se encuentran ubicados los salones inferiores, la rectoría y los baños. Por tanto, fue necesario pausar las labores de la retroexcavadora para solucionar el percance que no se tenía previsto, ya que no se informó acerca de la presencia de

la tubería en ese sector. Una vez solucionado el problema, se reiniciaron los trabajos de descapote.

**Imagen 20. Descapote y cajeo realizado por la retroexcavadora.**



**Imagen 21. Daño en la tubería del acueducto.**



**Fuente:** Elaboración propia.

Una vez finalizado el proceso de descapote en el terreno, se dieron instrucciones al operario de la retroexcavadora para que comenzara a esparcir el nuevo material en capas de poco grosor (Imagen 22) para garantizar un buen compactado. Mientras el vibro compactador cumplía sus labores, se presentaron lluvias, lo cual obligó a la suspensión de las actividades, ya que el material se humedeció en exceso y no estaba compactando de manera correcta. Por este motivo fue necesario dejar transcurrir un día para permitir que el material secase un poco y poder seguir el proceso de compactación.

**Imagen 22. Regado de material de sub-base.**



**Imagen 23. Compactación de la sub-base con cilindro vibro compactador.**



**Fuente:** Elaboración propia.

Mientras el cilindro compactaba en una zona (Imagen 23), en otra se encontraba la retroexcavadora regando nuevo material. Durante una semana se llevó a cabo el proceso de relleno y compactación en el terreno. Al finalizar este proceso, el ingeniero revisó si se había cumplido con las cotas de relleno y encontró que en algunas zonas no se había cumplido; por lo tanto, se realizó de nuevo el proceso con nuevo material para sub base (Imagen 24). Cuando se terminó correctamente el proceso de relleno y compactación que tuvo un espesor de 15 cm aproximadamente, se hizo el replanteo ubicando nuevamente estacas en el terreno, que demarcaban los puntos iniciales y finales de cada tramo, para que el maestro pudiera iniciar la fase de construcción de la placa huella.

En la imagen 25 se observa el estado del terreno una vez terminado por completo el proceso de relleno y compactación con material de sub base.

**Imagen 24. Nuevo material para compactar la sub-base.**



**Imagen 25. Estado del terreno luego del compactado.**



**Fuente:** Elaboración Propia.

### **5.1.3 CONSTRUCCIÓN DE LA PLACA HUELLA**

#### **Materiales:**

- Cemento
- Arena de puerto
- Grava
- Piedra
- Varillas de acero #4, #2
- Alambre de amarre
- Tablas de madera de 25, 20 y 15 cm de ancho

- Puntillas 2½"

#### **Herramienta y equipo:**

- Herramienta menor
- Palustre
- Mezcladora
- Vibrador de concreto
- Regla de aluminio
- Llana metálica
- Rastrillo para concreto

#### **5.1.3.1 EXCAVACIÓN DE ZANJAS PARA RIOSTRAS**

Con ayuda de un nivel de manguera se pasaron los niveles desde la placa huella existente hasta el terreno donde se construiría la nueva, una vez pasados y marcados los niveles, se hincaron varillas y se colocaron hilos para garantizar que la nueva placa quedara consistente con la existente.

La primera riostra ubicada en el terreno se situó justo en el punto donde termina la placa huella existente, se excavó la zanja de 0.20 m de ancha, 4.6 m de longitud y una profundidad de 0.20 m contados desde ras del suelo. De esta manera, la riostra construida tendrá una altura de 0.30 m sin contar 5 cm de solado de limpieza.

Luego de esto, desde el eje de la primera riostra se midieron 3 m, por este punto pasaría el eje de la siguiente riostra, se excavó la zanja de 0.20 m de ancho por 4.6m de longitud y 0.20 m de profundidad. Se repitió este procedimiento en los dos tramos rectos de la nueva placa, garantizando que cada módulo tuviera una longitud de 3 m incluyendo la riostra de 0.20m.

En el tramo de la curva fue diferente el procedimiento, ya que un módulo no tendría la misma longitud en cada extremo (Imagen 26). Para esto, los ingenieros ubicaron varillas en el terreno, dando la forma de la curva con ayuda de la estación total. Así, se ubicaron los ejes de las riostras. Luego, se realizó la excavación de las zanjas con las mismas medidas de las anteriores.

**Imagen 26. Ubicación de varillas para ejes de riostras en la curva.**



**Fuente:** Elaboración propia.

Una vez finalizada la excavación de zanjas para riostras, se preparó concreto y se fundió el solado con un espesor de 5 cm en cada una de las zanjas (como se observa en la imagen 27). Para garantizar que el espesor de solado fuera uniforme se pasaron niveles, y se colocó un hilo para tenerlo como base y medir para corroborar que el solado tuviera el mismo espesor en la zanja.

**Imagen 27. Fundición solado en las riostras.**



**Fuente:** Elaboración propia.

### **5.1.3.2 FUNDICIÓN DE LA PLACA HUELLA**

Primero se posicionaron los castillos de refuerzo para las riostras, luego se posicionó el acero longitudinal #4 para después armar la parrilla de refuerzo con barras #2, ubicadas cada 30 cm (Imagen 28). La ubicación de los traslapos se hizo siguiendo las recomendaciones de la guía de diseño del INVIA.

Antes de iniciar la fundición, el ingeniero contratista tomó la decisión de primero armar formaletas de madera en las partes que se fundirían en piedra pegada (Imagen 28), es decir, el cuadro central de 90 cm y los cuadros laterales de 45 cm cada uno; esto se hizo para facilitar la construcción de la placa, incluyendo una pendiente transversal. Para lograr esta pendiente transversal, el cuadro central de 90 cm de ancho se debió fundir con un espesor de 17 cm, mientras que los cuadros laterales que tienen un ancho de 45 cm se debieron fundir con un espesor de 15 cm. De esta manera, se logró tener una pendiente transversal en la placa huella y una forma más fácil de fundir los tramos en concreto reforzado.

**Imagen 28. Armado cero de refuerzo y formaletas en el primer tramo recto de la placa.**



**Fuente:** Elaboración propia.

En el proceso de fundición de los tramos en piedra pegada, se preparó el concreto en proporción 1:2:3, se transportó en buggys y se vació en las formaletas, luego se vibró para eliminar partículas de aire en la mezcla y así garantizar buena adherencia de los materiales y una mayor resistencia. Cuando la capa de concreto alcanzaba cierto nivel, se procedía a pegar las piedras, respetando el nivel trazado con el hilo (Imagen 29), al día siguiente de terminar la fundición de estos tramos se realizó el desencofrado de estos tramos para iniciar la fundición de las riostras.

**Imagen 29. Fundición cajones en piedra pegada, primer tramo recto de la placa huella.**



**Fuente:** Elaboración propia.



Antes de iniciar el proceso de fundición de las riostras, se realizó el anclaje de los tramos del castillo que irían en la parte de la cuneta. Estos tramos se armaron aparte por decisión del ingeniero, ya que debían tener una inclinación con respecto a la losa, debido a la pendiente de la cuneta. Una vez anclados los tramos de castillo de las cunetas al castillo principal, se amarraron las varillas longitudinales al castillo, para garantizar que estas tuvieran un recubrimiento de 7.5 cm. Después, se armaron pequeñas formaletas que se colocaron en los tramos donde aún no se fundía el concreto reforzado para así confinar la riostra y evitar fugas de mezcla. Una vez realizado este procedimiento, se inició la fundición de las riostras, utilizando concreto en dosificación 1:2:3 y vibrándolo (Imagen 30), teniendo cuidado de no excederse en el tiempo de vibrado para evitar inconvenientes. También, garantizando el recubrimiento de 7 cm para la riostra.

**Imagen 30. Fundición y vibrado de riostras y resultado final.**



**Fuente:** Elaboración propia.

Al día siguiente de la fundición de las riostras, se retiraron las formaletas para proceder con la fundición de las huellas en concreto reforzado (Imagen 30). La fundición de estas huellas se realizó utilizando la misma dosificación en la mezcla de concreto y el mismo procedimiento de vibrado (Imagen 31), garantizando el recubrimiento de 7.5 cm en las varillas #4 longitudinales. Una vez llenados los cajones, con ayuda de una regla de aluminio se le dio nivel a las huellas con respecto al cajón central y a los cajones laterales en piedra pegada. Cuando se realizó este procedimiento, con ayuda de un rastrillo se hicieron huellas, logrando así una superficie roñosa que permitirá un mayor agarre de los vehículos que transitarán por la placa huella.

### Imagen 31. Fundición y vibrado de las huellas en concreto.



**Fuente:** Elaboración propia.

Luego de culminar la fundición del primer tramo recto de la placa huella (Imagen 32), se preparó todo para iniciar la fundición de la curva, siguiendo las indicaciones del ingeniero contratista.

### Imagen 32. Primer tramo terminado.



**Fuente:** Elaboración propia.

Los trabajos para fundición de la curva iniciaron con la excavación de las zanjas para riostras y la fundición del solado de limpieza, al igual de lo hecho en el tramo inicial construido. Luego de tener listas las zanjas se posicionaron los castillos de refuerzo y las varillas longitudinales con sus respectivos traslapos y se armó la parrilla de refuerzo con las barras #2 cada 30. Una vez lista esta parte, se inició el armado de las formaletas para los tramos en piedra pegada cm (Imagen 33), donde el mayor desafío fue dar la forma curva a las tablas empleadas como formaletas.

**Imagen 33. Armado de formaletas para la curva.**



**Fuente:** Elaboración propia.

Una vez terminado el armado de formaletas para los tramos en piedra pegada de la curva, se procedió a iniciar con la fundición de los mismos, iniciando con la colocación del concreto hasta cierto nivel en el cajón, vibrándolo para evacuar las partículas de aire presentes en la mezcla, y luego pegando la piedra respetando el espesor que debe tener la losa (Imagen 34).

**Imagen 34. Tramos de la curva terminados en piedra pegada.**



**Fuente:** Elaboración propia.

Al siguiente día de terminar la fundición de estos tramos, se realizó el desencofrado y se procedió a armar las formaletas de las riostras para iniciar su fundición, empleando el concreto en proporción 1:2:3 y vibrándolo para evacuar las partículas de aire que quedan en la mezcla. Un día después de fundir las riostras, se retiraron las formaletas y se inició la fundición de las huellas en concreto reforzado (Imagen 35). Al llegar al nivel deseado, se pasó el rastrillo sobre las huellas para que estas quedaran con roñas y así garantizar un mayor agarre de los vehículos que transiten por ella.

**Imagen 35. Fundición de las huellas de la curva.**



**Fuente:** Elaboración propia.

Al terminar la fundición de la curva, se iniciaron los trabajos de fundición del segundo tramo recto y último de la placa huella (Imagen 36). El procedimiento igual al descrito anteriormente se inició con la excavación de zanjas para riostras, seguido de la fundición del solado. Después de esto, se posicionó el acero de refuerzo y se inició el armado de las formaletas para la fundición de los tramos en piedra pegada. Al día siguiente de la fundición de estos tramos, se realizó el desencofrado y se armaron formaletas en las riostras para su fundición. Luego de esto, se procedió a fundir las huellas en concreto reforzado, de la misma manera que en los tramos anteriores (Imagen 37).

**Imagen 36. Fundición placa huella último tramo.**



**Fuente:** Elaboración propia.

Terminando de esta manera la fundición de la placa huella como tal, y quedando pendiente, los trabajos necesarios para poder iniciar la fundición de la cuneta y el bordillo para culminar completamente la construcción de la placa huella.

**Imagen 37. Último tramo de la placa huella terminado.**



**Fuente:** Elaboración propia.

### **5.1.3.3 FUNDICIÓN DE CUNETA Y BORDILLO**

Los trabajos correspondientes a la construcción de estos elementos iniciaron con la excavación de las zanjas para el bordillo, con un ancho de 20 cm. Para esto, se pasaron niveles con ayuda de un nivel de manguera, desde el bordillo de la placa existente hacia el terreno nuevo, se hincaron varillas y se colocó un hilo para tener referencia de la profundidad que debía tener la zanja para conservar el nivel que ya existía del bordillo.

Una vez realizada la excavación de la zanja se inició el posicionamiento del acero de refuerzo del bordillo, el armado de la parrilla de refuerzo para la cuneta y el armado de las formaletas para el bordillo (Imagen 38), que tiene una forma trapezoidal, en su base un ancho de 20 cm, y en la parte superior un ancho de 15 cm. Por este motivo, se colocaron tablas con un alto de 25 cm en la parte frontal del bordillo, hasta este punto llegaría el espesor de la cuneta. Por la parte de atrás se pusieron dos tablas con un alto total de 40 cm desde el suelo hasta el nivel del bordillo para darle forma. Para conservar el ancho de 15 cm del bordillo, se amarraron las tablas con alambre, de esta forma, al vaciar la mezcla en la formaleta, esta última no se va a abrir más de 15 cm.

**Imagen 38. Acero de refuerzo y formaleta del bordillo.**



**Fuente:** Elaboración propia.

Al tener armados los cajones de cuneta y bordillo del primer tramo de la placa huella, se inició la fundición de estos, un cajón de por medio (Imagen 39), garantizando así la dilatación entre estos. Para su fundición, al igual que para la placa, se fabricó concreto con dosificación 1:2:3. Además, se realizó un correcto vibrado de la mezcla para evacuar las partículas de aire en ella. Los cajones se llenaban hasta el nivel necesario y luego se les daba el acabado con ayuda de palustre y llana metálica, en la cuneta se barría con una escoba después de darle el acabado para que la superficie no quedara lisa.

**Imagen 39. Fundición cuneta y bordillo lado derecho, en el primer tramo de la placa.**



**Fuente:** Elaboración propia

Al día siguiente de la fundición de estos cajones, se realizó el desencofrado y posteriormente se fundieron los demás cajones, repitiendo el proceso antes mencionado, cada modulo de cuneta y bordillo tuvo una longitud de 1.50m, ésta

longitud se escogió para evitar que se presentaran fisuras en el concreto, ya que los módulos tenían un ancho relativamente pequeño y por lo tanto no se debía dejar una longitud mayor.

**Imagen 40. Cuneta y bordillo terminados, lado derecho de la placa.**



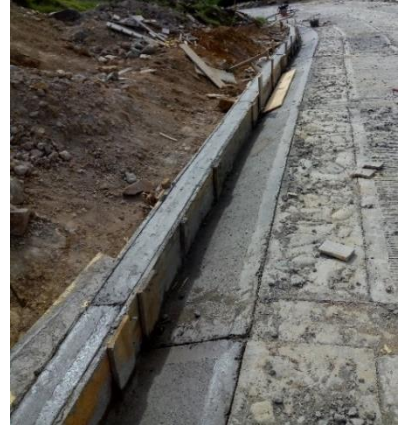
**Fuente:** Elaboración propia.

Finalizado este proceso (Imagen 40), se armó una formaleta continua que abarcaba desde la curva hasta el final de la placa huella (como se observa en la imagen 41), optimizando de esta forma el tiempo de construcción de la cuneta y el bordillo del lado derecho de la placa. La fundición continuó siendo cajón de por medio, ya que se colocaban tablas que confinaran cada módulo y se retiraban al siguiente día para poder fundir los módulos faltantes. De esta manera, se garantizó que existiera una dilatación entre los módulos de cuneta y bordillo (Imagen 42 e Imagen 43).

**Imagen 41. Formaleta continua del  
bordillo, en el lado derecho.**



**Imagen 42. Cuneta y bordillo  
del último tramo de la placa**



**Fuente:** Elaboración propia.

**Imagen 43. Cuneta y bordillo en la curva.**



**Fuente:** Elaboración propia

En el último tramo del lado derecho de la placa no se construyó cuneta ni bordillo, ya que en este punto los vehículos acceden al terreno donde parquean. Por este motivo, se construyó una cuneta 1.20 m de ancho, 9m de largo y 3 cm de profundidad máxima, esta profundidad se encuentra a 50 cm del borde de la placa. Para el refuerzo de esta cuneta, el ingeniero decidió crear una parrilla con varillas longitudinales y transversales #4 (Imagen 44).



**Imagen 44. Fundición cuneta de ingreso al parqueadero.**



**Fuente:** Elaboración propia.

En el lado izquierdo de la placa solo se construyó cuneta y bordillo en el primer tramo, en los demás tramos se construyó sólo una cuneta de 1m de ancho y una pendiente de -10% y +10%, respectivamente (Imagen 45). La necesidad de construir sólo esta cuneta nace de que los vehículos pequeños y motocicletas, puedan ingresar a parquear al lado de la rectoría. Por lo tanto, si se construye cuneta y bordillo en este tramo, no solo no podrían ingresar libremente los vehículos, si no que los estudiantes podrían sufrir accidentes. Y en la parte final de la placa, las chivas generalmente giran a la izquierda para ingresar en reversa al parqueadero, lo que hace que construir el bordillo en esta zona se algo inviable, ya que generaría incomodidad en los conductores.

Esta cuneta se construyó con una parrilla de refuerzo de varillas #4 longitudinales y transversales (Imagen 45), por orden del ingeniero. Su construcción se inició desde el último tramo hacia atrás, fundiendo cajón de por medio. Para garantizar la dilatación entre estos, se llenaban los cajones y se les daba un acabo con palustre para luego realizar un escobeadado sobre la superficie y luego se utilizó una llana metálica para el acabado final.

**Imagen 45. Fundición cuneta lado izquierdo.**



**Fuente:** Elaboración propia.

En una parte de la curva fue necesario construir un pequeño muro para que la cuneta no quedara en el aire (Imagen 46). Este muro de 6 m de largo y una altura variable, en su parte más alta alcanzó 1 m. Este muro debía pasar por una parte de la caja de inspección que se construyó en la esquina de la biblioteca, por este motivo, el ingeniero ordenó que se cortara la tapa de la caja para seguir garantizando el acceso a ella en el momento que sea necesario. Una vez fundido este tramo, se continuó la fundición en el resto de la curva (Imagen 47) donde finalizó la cuneta de 1 m y debió hacerse una transición para pasar de la cuneta de 1m que se venía construyendo a cuneta y bordillo nuevamente (Imagen 49).

La fundición, al igual que en el tramo anterior, se hizo cajón de por medio; garantizando de esta manera la existencia de una dilatación para evitar que se presenten fisuras en el concreto. Al igual que en todo el proceso constructivo de los demás tramos, la mezcla se vibró para eliminar las partículas de aire presentes y se le dio un acabado a los cajones con regla de aluminio y llana metálica, además de un pequeño barrido con escoba para que la superficie de la cuneta no quedara completamente lisa.

**Imagen 46. Muro de soporte cuneta.**



**Imagen 47. Cuneta en la curva**



**Fuente:** Elaboración propia.

Al terminar la construcción del tramo que iba en cuneta de 1 m, se iniciaron los trabajos para la construcción de la cuneta y el bordillo en el tramo restante para conectar con la placa huella existente (Imagen 48). Se inició con la excavación de la zanja para el bordillo, luego el posicionamiento del acero de refuerzo para éste y el armado de la parrilla de refuerzo para la cuneta. Después de esto se armó la formaleta del bordillo, al igual que se hizo para el bordillo del lado derecho de la placa huella, se inició la fundición de los cajones, uno de por medio para permitir la dilatación entre ellos. Al día siguiente se desencofraron los cajones que se habían fundido y se fundieron los demás, terminando así la fundición de toda la placa huella.

**Imagen 48. Fundición cuneta y bordillo último tramo.**



**Imagen 49. Cuneta y bordillo del último tramo, terminados.**



**Fuente:** Elaboración propia.

Construyendo un total de 54 metros lineales de placa huella, en un tiempo de 3 meses. Al terminar la construcción de la placa huella se realizó una limpieza general a la obra, retirando sobrantes de tablas, puntillas y demás objetos que estaban regados sobre la placa huella. Se dejó cerrado el paso vehicular por la nueva placa huella por decisión del ingeniero contratista, para permitir ganar resistencia a los últimos tramos fundidos.

**Imagen 50. Primer tramo de la placa huella, terminado.**



**Fuente:** Elaboración propia.

**Imagen 51. Curva terminada.**



**Fuente:** Elaboración propia.

**Imagen 52. Último tramo de la placa huella, terminado.**



**Fuente:** Elaboración propia.

## **5.2. CENTRO DE ATENCIÓN PARA LA PRIMERA INFANCIA DE CARMEN DE SABALETA.**

### **5.2.1. PRELIMINARES**

#### **Materiales:**

- Varas
- Hilo
- Estacas

#### **Herramienta y equipo**

- Buggys
- Palín
- Pala
- Pica
- Palendra
- Barra
- Retroexcavadora

Los trabajos para la construcción de esta obra iniciaron con el descapote manual del terreno. Sin embargo, las condiciones climáticas y el estado del terreno hacían ardua la labor manual. Por este motivo, la ingeniera contratista decidió realizar el descapote y nivelación del terreno con maquinaria. Una retroexcavadora proporcionada por la alcaldía municipal fue la encargada de realizar el descapote del terreno. Una vez finalizado el proceso de descapote se realizó la localización y el replanteo por parte del ingeniero (Imagen 53), hincando varas en el terreno y colocando hilos en estas varas para marcar los ejes de la cimentación y luego iniciar la excavación de las zanjas para la construcción de las vigas tipo T invertida.

En las primeras etapas de la obra, uno de los mayores inconvenientes que debieron superar sin duda alguna fue el estado del clima en la zona de construcción, ya que constantemente se presentaban fuertes lluvias en el terreno que complicaban la labor del personal.

**Imagen 53.** Replanteo y estado del terreno luego de las fuertes lluvias.



**Fuente:** Elaboración propia.

### **5.2.2. CIMENTACIÓN**

#### **Materiales:**

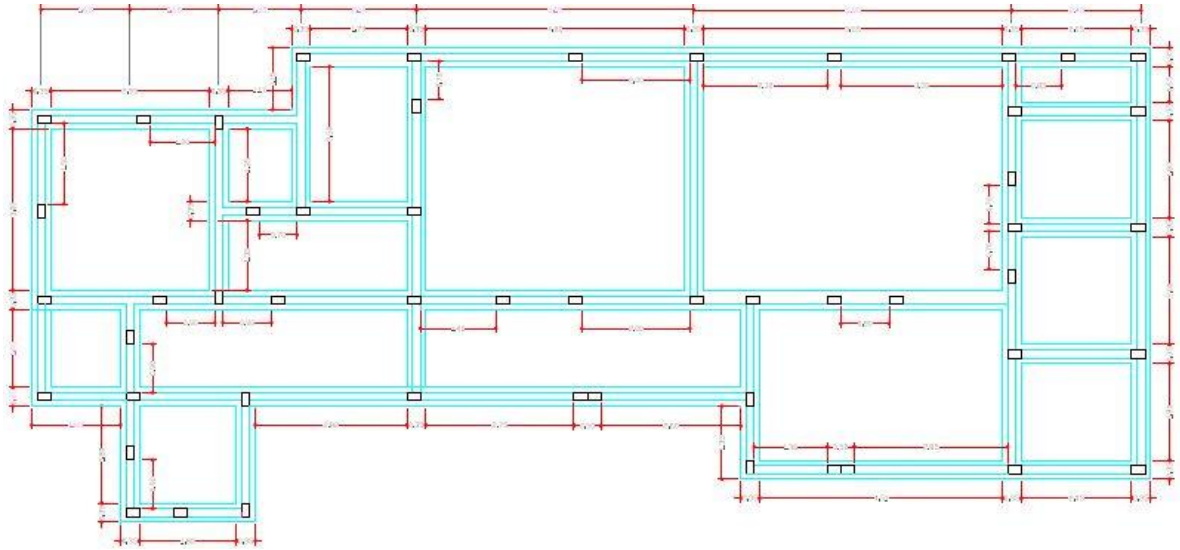
- Cemento
- Arena
- Grava
- Acero #4, #3
- Alambre de amarre

#### **Herramienta y equipo:**

- Mezcladora
- Palín
- Pala
- Barra
- Palendra
- Palustre
- Regla de aluminio
- Buggys
- Vibrador de concreto

Después de realizar la localización y el replanteo, en el terreno se iniciaron los trabajos de excavación de zanjas para la cimentación, tomando como base los hilos que representaban los ejes, se marcaron 17.5 cm a cada lado de los hilos, para tener los 35 cm del ancho del ala de la viga T invertida. Se pasaron niveles con un nivel de manguera desde un punto de referencia claro, para garantizar de esta manera la horizontalidad de las zanjas. Por lo tanto, las zanjas quedaron con una profundidad variable, debido a que el terreno no estaba completamente nivelado, una vez se terminaron los trabajos de excavación de las zanjas para cimentación, se retiraron las varas y los hilos del terreno. En la siguiente imagen se ilustra el plano en planta de la cimentación del hogar agrupado.

**Imagen 54. Planta de cimentación.**



**Fuente:** Archivo Secretaria de Planeación.

Luego se iniciaron los trabajos de fundición del solado de limpieza en las zanjas (Imagen 55). Una vez secó el solado, se inició el posicionamiento del acero de refuerzo para la cimentación que se había armado previamente en el lugar. Una vez se terminó el posicionamiento del acero de refuerzo de las vigas de cimentación, se inició el posicionamiento de los castillos de refuerzo para las columnas, siguiendo el diseño, verificando que las distancias entre castillos coincidieran con las que estaban en los planos de construcción.

**Imagen 55. Zanjas para cimentación y detalle del acero para cimentación.**



**Fuente:** Elaboración propia.

Durante el proceso de posicionamiento de los castillos de refuerzo para las columnas (Imagen 56), se descubrió que existía un error en la posición de una de las zanjas, es decir, esta había quedado más cerca de lo que debía quedar de la zanja contigua. Entonces, debió corregirse el error ampliando en ancho de la excavación 20 cm. Así, el eje de esa zanja se corrió y se logró cumplir con las dimensiones de los planos de diseño. Este error pudo haberse cometido a causa de que en el momento de realizar el replanteo, no se aseguraron de una manera correcta los hilos que marcaban los ejes, y por este motivo durante la excavación pudo haberse corrido el eje de la zanja.

**Imagen 56. Posicionamiento de castillos de refuerzo para columnas.**



**Fuente:** Elaboración propia.

Una vez posicionados y asegurados los castillos para columnas, se construyeron panelitas de mortero para colocar entre el acero de refuerzo de las vigas de cimentación y el solado de limpieza, garantizando así la existencia del recubrimiento necesario. Cuando estuvo listo este proceso, el ingeniero residente dio el visto bueno para iniciar con los trabajos de fundición de las vigas de cimentación en T invertida. Una vez fundida la cimentación se dio inicio a los trabajos de fundición de columnas.

### 5.2.3 CONSTRUCCIÓN COLUMNAS

#### **Materiales:**

- Cemento
- Arena
- Grava
- Acero #4, #3

- Alambre de amarre
- Puntillas 2 ½”
- Tablas
- Bastidores

#### **Herramienta y equipo:**



- Mezcladora
- Palendra
- Martillo de goma
- Buggys
- Vibrador de concreto

Los trabajos de fundición de las columnas iniciaron con el armado y posicionamiento de las formaletas en madera. Una vez armadas las formaletas se aplomaron para garantizar la verticalidad de estas. Luego, se pusieron y aseguraron soportes que lograran mantener las formaletas aplomadas durante el proceso de vaciado y vibración de la mezcla en ellas (Imagen 57). Por cuestión de disponibilidad de tablas, se armaron formaletas para un grupo de columnas, para luego fundirlas y poder utilizar las formaletas en otras columnas.

**Imagen 57. Armado de formaletas de columnas.**



**Fuente:** Elaboración propia.

La fundición inició con las columnas de la fachada principal (Imagen 58), luego de tener aplomadas y soportadas las formaletas, se pasaron niveles entre las formaletas armadas con nivel de manguera, se marcó el nivel en las formaletas y se clavó una puntilla como punto de referencia para saber hasta dónde llenar las formaletas y así garantizar que las columnas quedaran a la misma altura.

**Imagen 58. Fundición de columnas fachada principal.**



**Fuente:** Elaboración propia.

En la fundición de las columnas se empleó concreto que fue fabricado en el sitio, utilizando la dosificación 1:2:3. El proceso de fundición de las columnas se realizó vaciando la mezcla con valdes y vibrándola, además se complementó esta acción dándole golpes con martillo de goma a las formaletas desde afuera. También, se tuvo precaución de que el acero de los castillos quedara centrado en la formaleta para cumplir con el recubrimiento necesario.

Una vez terminada la fundición, las columnas se desencofraron dos días después, las formaletas fueron limpiadas y empapadas de aceite para armarlas nuevamente y fundir el resto de columnas (Imagen 59). Este proceso se repitió hasta culminar la fundición de las columnas. Sin embargo, se dejaron sin fundir las columnas del área de las basuras, por orden del personal de la Secretaría de Planeación, ya que este cuarto debía ser reubicado.

**Imagen 59. Columnas fachadas principal e izquierda.**



**Fuente:** Elaboración propia.

## 5.2.4 MAMPOSTERÍA

### Materiales:

- Arena
- Cemento
- Ladrillo común

### Herramienta:

- Palustre
- Nylon
- Puntillas de acero
- Palendra
- Buggy

Los trabajos de mampostería tipo sogá iniciaron en la fachada principal (Imagen 60). Se realizó la limpieza de la viga de cimentación para la pega de ladrillo, se preparó mortero de pega en proporción 1:3, se marcaron distancias en las columnas para marcar con nylon el nivel al cual debería llegar cada hilada de ladrillo. Cada distancia marcada incluía el espesor del ladrillo y el espesor de la capa de mortero de pega. Como la mampostería era ladrillo a la vista, una vez se terminaba la construcción de un muro, se realizaba la limpieza del mismo con una esponja y agua para eliminar los residuos de mortero que manchaban el muro, también durante la construcción se tuvo la precaución de escoger los ladrillos con tamaños similares para que el muro quedara parejo luego de su construcción.

**Imagen 60.** Mampostería de la fachada principal.



**Fuente:** Elaboración propia.

Mientras se realizaban trabajos de mampostería, también se realizó la excavación manual para dejar el terreno a nivel de las vigas de cimentación (Imagen 61), en las partes donde las zanjas quedaron más profundas.

**Imagen 61. Excavación y nivelación manual del terreno.**



**Fuente:** Elaboración propia.

Mientras se adelantaban las labores de mampostería, el ingeniero interventor realizó una visita a la obra y determinó que una de las columnas de la fachada lateral izquierda, en la zona de la cocina había quedado en el lugar incorrecto, debido a esto, dio la orden de demoler la columna (Imagen 62), reubicarla y fundirla en la posición correcta.

**Imagen 62. Demolición columna.**



**Fuente:** Elaboración propia.

Luego de corregir el problema de la columna, continuaron las labores de mampostería (Imagen 63), para avanzar con la obra (Imagen 64), y luego poder dar inicio a la fundición de las vigas de cubierta.

**Imagen 63. Mampostería baños y zona de despensa.**



**Fuente:** Elaboración propia.

**Imagen 64. Vista de la mampostería.**



**Fuente:** Elaboración propia.

### **5.2.5 VIGAS DE CUBIERTA**

**Materiales:**

- Arena
- Cemento
- Grava
- Acero 1/2" y 3/8"

- Tablas
- Bastidores
- Puntillas 2 1/2"

**Herramienta y equipo:**

- Mezcladora de concreto a gasolina
- Palendra
- Palustre
- Buggy
- Vibrador de concreto
- Martillo de goma

El proceso de construcción de las vigas de cubierta inició con el armado en el sitio de los castillos de refuerzo, una vez armados se posicionaron sobre las columnas y los muros en mampostería en los ejes transversales (Imagen 65), mientras que los castillos de los ejes longitudinales se armaron encima de las columnas y los muros (Imagen 66).

**Imagen 65. Posicionamiento castillos de refuerzo vigas transversales.**



**Imagen 66. Armado castillos de refuerzo vigas longitudinales.**



**Fuente:** Elaboración propia.

Al finalizar este proceso, se inició el armado de las formaletas de madera para las vigas (Imagen 67), garantizando que se mantuviera un ancho constante en ellas para que las vigas cumplieran las dimensiones de los diseños.

**Imagen 67. Vista de las formaletas para vigas.**



**Fuente:** Elaboración propia.

Una vez armadas las formaletas inició la fundición de las vigas, vaciando y vibrando la mezcla en las formaletas, además de dar golpes con el martillo de goma a la formaleta, para de esta forma eliminar las partículas de aire en la mezcla (Imagen 68).

**Imagen 68. Fundición vigas de cubierta.**



**Fuente:** Elaboración propia.

Durante la fundición de las vigas de cubierta, se dejaron proyectados unos pelos de acero (Imagen 69) para posteriormente asegurar los perlines de la cubierta a estos. Los pelos se dejaron proyectados en los extremos de las vigas de cubierta.

**Imagen 69.** Detalle proyección de pelos de acero.



**Fuente:** Elaboración propia.

Una vez fundidas las primeras vigas de cubierta, se desencofraron 3 días después (Imagen 70), ya que tenían el apoyo inferior de los muros. Luego de esto se limpiaron las formaletas, se empaparon de aceite y se armaron en otros lugares para fundir más vigas. Las vigas que no tienen apoyo de muros, se fundieron y desencofraron 7 días después. El avance obtenido hasta la fundición de las vigas de cubierta se logró en un tiempo de 2.5 meses.

**Imagen 70.** Fundición vigas de cubierta zona de despensa.



**Fuente:** Elaboración propia.



## 5.3 CASA INTERCULTURAL DE LA SALUD DEL RESGUARDO INDÍGENA DE NOVIRAO.

### 5.3.1. PRELIMINARES

#### Materiales:

- Yute
- Guaduas
- Puntillas 2 ½”
- Nylon
- Varillas
- Tablas
- Hojas de zinc

- Manguera

#### Herramienta y equipos

- Retroexcavadora
- Palendra
- Palín
- Buggy

El lote donde se inició la construcción encontraba dentro del cultivo de caña del resguardo indígena de Novirao, por lo que el descapote se hizo con retroexcavadora.

Una vez terminado el descapote se realizó el cerramiento en yute verde para bordear el sitio de construcción de la obra, también se construyó el almacén para guardar materiales y herramientas. Al finalizar estos trabajos, se pasaron niveles con nivel de manguera desde un punto de referencia hacia el lugar donde se construiría la obra.

Al pasar los niveles (Imagen 71), se descubrió que el terreno no estaba completamente nivelado. Por lo tanto, se hincaron varillas y se amarraron hilos para referencia del nivel que debería quedar el terreno. Una vez listo esto, se inició excavación manual para completar la nivelación del terreno (Imagen 71).

#### Imagen 71. Paso de niveles y nivelación manual del terreno.



**Fuente:** Elaboración propia.

Una vez finalizó la nivelación manual del terreno, se realizó el replanteo bordeando la zona de construcción con guaduas y asegurándolas al terreno para que no se fueran a mover. Una vez hecho esto, se marcaron los ejes, y los bordes de las zanjas de cimentación, colocando puntillas para referenciar estos puntos y posteriormente iniciar la excavación de zanjas para cimentación.

### 5.3.2. CIMENTACIÓN

#### Materiales:

- Arena
- Cemento
- Grava
- Acero 5/8" y 3/8"
- Alambre de amarre

#### Herramienta y equipo:

- Mezcladora de concreto diésel
- Vibrador de concreto eléctrico
- Buggy
- Palendra

Los trabajos iniciaron colocando hilos en las puntillas de las guaduas ubicadas en el replanteo, de esta manera se referenciaron los bordes de las zanjas de cimentación y se inició su excavación (Imagen 72). Estas zanjas tenían medidas de 40 cm de ancho y una profundidad de 45 cm, aunque varió en las zonas donde el terreno no estaba a nivel con el punto de referencia.

**Imagen 72. Excavación de zanjas de cimentación.**



**Fuente:** Elaboración propia.

Luego de finalizar la excavación de las zanjas de cimentación se realizó la fundición del solado de limpieza con un espesor de 5 cm. Al concluir este proceso, se posicionaron en el terreno los castillos de acero de refuerzo para los ejes cortos que se habían armado previamente, y luego se armaron en el terreno los castillos de refuerzo para los ejes largos (Imagen 73). Cuando se finalizó el armado completo del refuerzo para la cimentación, se posicionaron en la zanja sobre panelitas de mortero construidas con anterioridad.

Luego se inició el posicionamiento y armado de los castillos de refuerzo para las columnas (Imagen 73). Una vez se posicionaron y armaron los castillos de las columnas, se inició el amarre de los nudos con alambre para luego iniciar la fundición de las vigas de cimentación de 40 x 40 cm.

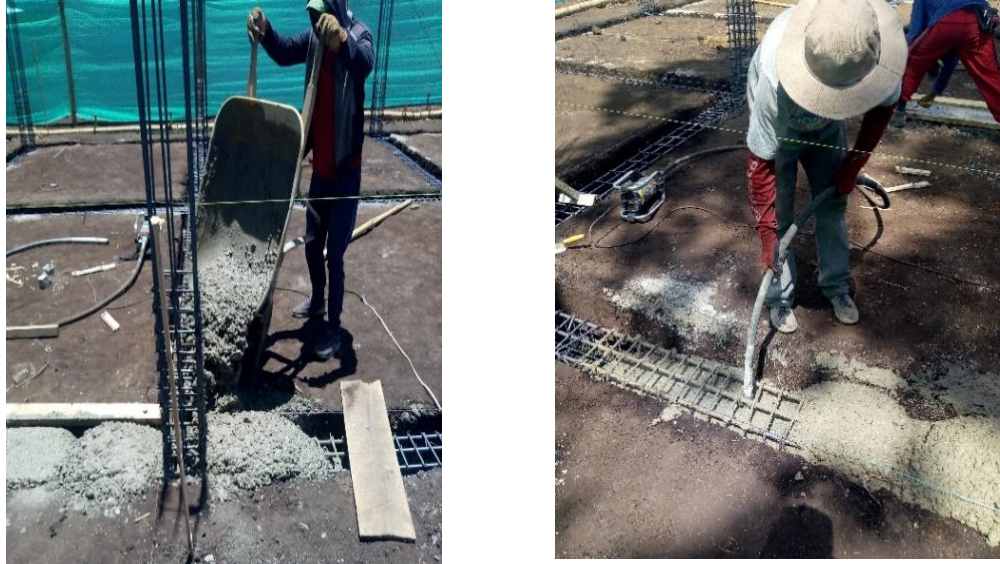
**Imagen 73. Armado acero de refuerzo para cimentación y columnas.**



**Fuente:** Elaboración propia.

Luego de armar todos los castillos de refuerzo para las columnas y asegurar los nudos con alambre de amarre, se inició la fundición de la cimentación con concreto fabricado en el sitio en dosificación 1:2:3, realizando el paso de niveles con nivel de manguera para garantizar que las vigas quedaran completamente niveladas. Luego, se hizo el vaciado de la mezcla en las zanjas para luego vibrarla (Imagen 74). Cuando se llenaron las zanjas hasta el nivel correcto, se realizó el acabado de las vigas con un palustre (Imagen 76).

**Imagen 74. Vaciado y vibrado de la mezcla.**



**Fuente:** Elaboración propia.

Durante el proceso de fundición de la cimentación se realizó la toma de muestras de la mezcla que se estaba empleando para la fabricación de las vigas de 40 x 40 cm para la cimentación de la estructura (Imagen 75).

**Imagen 75. Toma de muestras de la mezcla de las vigas de cimentación.**



**Fuente:** Elaboración propia.

**Imagen 76. Acabado de las vigas y fundición finalizada.**



**Fuente:** Elaboración propia.

### **5.3.3 COLUMNAS**

#### **Materiales**

- Arena
- Grava
- Cemento
- Acero 1/2" y 3/8"
- Alambre de amarre
- Tablas
- Bastidores

#### **Herramienta y equipo**

- Andamios
- Palendra
- Buggys
- Valdes
- Mezcladora de concreto diésel
- Vibrador de concreto eléctrico

Después de finalizar la fundición de las vigas de cimentación, se terminó de armar los castillos de refuerzo de las columnas para poder iniciar el armado de las formaletas de madera, éstas fueron armadas en el sitio y aseguradas con tornillos para evitar así que se abrieran durante el vaciado de la mezcla. Una vez armadas las formaletas, se posicionaron y aseguraron con respecto a los hilos de los ejes, una vez aseguradas para que no se desplazaran, se realizó un aplomado y luego un asegurado con palos para garantizar la verticalidad de las formaletas para las columnas durante y después de la fundición (Imagen 77).

**Imagen 77. Armado de formaletas/formaleta lista para fundir.**



**Fuente:** Elaboración propia.

Una vez listo el primer grupo de formaletas, se pasaron niveles desde un punto de referencia a las formaletas, con nivel de manguera. Luego, se colocó una puntilla en las formaletas para indicar hasta donde debían llenarse, para garantizar de esta forma que todas las columnas quedaran a la misma altura. Se inició la fundición de las columnas, preparando el concreto en dosificación 1:2:3, realizando el vaciado con baldes en la formaleta y realizando un vibrado de la mezcla cada 5 baldes vaciados. Además del vibrado, a la parte externa de la formaleta se le dieron golpes con porra de caucho para complementar la acción y evacuar las partículas de aire presentes en la mezcla (Imagen 78).

**Imagen 78. Fundición de columnas y vibrado de la mezcla.**



**Fuente:** Elaboración propia.

Dos días después de fundir las columnas, se realizó el desencofrado de las mismas. Después de retiradas las formaletas, estas se limpiaron y empaparon de aceite para armarlas de nuevo en otros castillos y así fundir las columnas restantes. Luego de armadas las formaletas, se repitió el proceso mencionado anteriormente, aplomando las formaletas para luego fundir las columnas.

Luego de finalizar el proceso de construcción de las columnas, se inició el proceso de anclado de varillas de 3/8" en las vigas de cimentación para las columnetas de confinamiento para los muros en ladrillo común (Imagen 79). Se hicieron huecos en las vigas de cimentación con un taladro para ubicar las varillas de las columnetas y con ayuda de epóxico Sikadur, se fijaron estas varillas para luego anclar los castillos de refuerzo de las columnetas.

**Imagen 79. Columnas fundidas/Anclaje de barras para columnetas.**



**Fuente:** Elaboración propia.

#### **5.3.4. PISO PRIMARIO**

##### **Materiales:**

- Cemento
- Arena
- Grava
- Tubería pvc sanitaria 2", 3" y 4"
- Tubería pvc presión 1½", 1", ¾", ½"
- Tubería pvc para electricidad 1", ¾", ½"
- Acero 3/8", Fy 420 MPa
- Tablas de madera
- Puntillas 2½"
- Soldadura pvc
- Roca muerta

## Herramienta y equipo

- Mezcladora de concreto
- Palenbras
- Barra
- Palín
- Buggys
- Codal de aluminio
- Compactador tipo rana
- Compactador tipo saltarín

Los trabajos iniciaron con la excavación y retiro de una capa de 10 cm de espesor en las áreas donde debía fundirse el piso primario (Imagen 80), estos trabajos se llevaron a cabo durante el armado de castillos de refuerzo para columnas. Una vez terminada esta fase, se inició la excavación de zanjas e instalación de tubería sanitaria según lo indicado en los planos (Imagen 80). También, se realizó la excavación para la construcción de las cajas de inspección.

### **Imagen 80. Excavación del terreno/Instalación tubería sanitaria según planos.**



**Fuente:** Elaboración propia.

Las zanjas para tubería sanitaria se excavaron dejando el 1% de pendiente, siguiendo el diseño presentado en los planos hidrosanitarios del proyecto. La tubería entre cajas de inspección se instaló de 4", la tubería para lavamanos, lavaplatos y algunos sifones fue de 2" y la tubería de inodoros y otros sifones fue de 3". Al tener instalada la tubería sanitaria, se fundió una capa de solado en el fondo de las cajas de inspección, cuando el solado fraguó se armaron formaletas para fundir las cajas de inspección (Imagen 81). Durante la fundición de las cajas de inspección se tuvo precaución para que quedaran a nivel, así cuando se instalaran las tapas calzaran perfectamente.



**Imagen 81. Caja de inspección aguas grises.**



**Fuente:** Elaboración propia.

Luego de instalar toda la tubería sanitaria dentro de la obra y después de finalizar la fundición de las cajas de inspección de aguas grises, se inició con el relleno y compactación con roca muerta, en las zonas donde se retiró la capa de 10 cm de espesor. Este relleno y compactación se realizó humedeciendo un poco el material antes de esparcirlo en las áreas. Luego, se compactó con el saltarín y se finalizó la compactación con la rana (Imagen 82). Luego se verificó que la superficie quedara nivelada.

**Imagen 82. Compactación y relleno de terreno.**



**Fuente:** Elaboración propia.

Luego de terminar el relleno y compactación de las zonas designadas, se instaló la tubería pvc para el suministro de agua a la obra, siguiendo los planos de diseño, iniciando con el tubo principal de 1 ½” que luego se redujo a 1” para ganar presión y luego se pasó en algunas zonas a ¾” para finalmente reducirse hasta ½” que es la tubería que llega a los grifos, inodoros, duchas, etc. Después de tener instalada la tubería pvc de presión, se posicionó la tubería pvc para electricidad en los puntos que indicaba el plano de diseño, hasta el cuarto donde se ubicará el cuarto de control. Después de tener todo esto listo, se inició la fundición de la placa de piso primario (Imagen 83), con un espesor de 10 cm y usando concreto en dosificación 1:2:3.

**Imagen 83. Fundición placa piso primario.**



**Fuente:** Elaboración propia.

Para la fundición del primario, se pasaron niveles con nivel de manguera, desde un punto de referencia, y se marcó ese nivel en las columnas clavando una puntilla y templando un nylon guía para fundir las “maestras” en los bordes la placa. Una vez fundidas las maestras, que quedaban con al nivel correcto, se iniciaba la fundición de los tramos centrales de las placas, utilizando como guía las maestras a la hora de nivelar la placa con el codal de aluminio. De esta manera, se garantizó que la placa tuviera el nivel correcto en toda su superficie.

En las zonas donde se encontraban las cajas de inspección de aguas grises se colocó una gabela de madera para evitar que cayera concreto dentro de la caja (Imagen 84), además de lograr que el espacio que quedara fuera justo para el tamaño de la tapa reforzada que debía instalarse posteriormente.

**Imagen 84. Fundición del primario en zonas de cajas de inspección y resultado final.**



**Fuente:** Elaboración propia.

Al finalizar la fundición de la placa de piso primario (Imagen 84), se iniciaron los trabajos de mampostería para luego fundir las columnetas y posteriormente iniciar la fundición de las vigas de cubierta.

### **5.3.5. MAMPOSTERÍA**

#### **Materiales:**

- Arena
- Cemento
- Grava
- Ladrillo común
- Tablas
- Puntillas 2½"
- Nylon
- Alambre de amarre
- Acero 3/8" y ¼", Fy: 420 MPa

- Icopor

#### **Herramienta y equipo:**

- Mezcladora de concreto
- Palendra
- Buggys
- Taladro
- Palustre
- Baldes

Se inició con el anclaje de los castillos de refuerzo para las columnetas a las varillas que se anclaron con epóxico a las vigas de cimentación anteriormente. Luego de tener posicionados los castillos, se inició la pega de ladrillo (Imagen 85), colocando un nylon para garantizar el nivel de cada hilada, dejando libres los espacios para ventanas según el diseño arquitectónico, para la pega se empleó

mortero en proporción 1:3. Cuando se finalizó la pega de toda la mampostería, se inició el armado de formaletas para fundir las columnetas de confinamiento de los muros. Durante este proceso, se colocó icopor entre la columna del pórtico y la columneta (Imagen 86) para garantizar una dilatación entre estos elementos, ya que la columna es un elemento estructural, mientras que las columnetas y los muros son elementos no estructurales.

**Imagen 85. Mampostería.**



**Fuente:** Elaboración propia.

Las columnetas de confinamiento tienen un ancho igual al de los ladrillos y un alto de 20 cm. También, cuentan con una longitud de 2.65 m, el acero de refuerzo es de 4 varillas #3 y flejes de #2 espaciados cada 6 cm en las zonas de confinamiento y cada 12 cm en la zona central, el concreto con el cual se fundieron fue en dosificación 1:2:3.

**Imagen 86. Detalle icopor para dilatación/Fundición columnetas.**



**Fuente:** Elaboración propia.

Al día siguiente de fundir el primer grupo de columnetas (Imagen 86), se desencofraron para utilizar las formaletas en la fundición de otro grupo de columnetas, repitiendo el proceso mencionado anteriormente (Imagen 87). Una vez fundidas las columnetas de confinamiento de los muros, se iniciaron los trabajos correspondientes a las vigas de cubierta.

**Imagen 87. Columneta desencofrada/Fundición columneta.**



Fuente: Elaboración propia.

### 5.3.6 VIGAS DE CUBIERTA

#### Materiales:

- Arena
- Cemento
- Grava
- Alambre de amarre
- Acero 1/2" y 3/8"
- Tablas
- Puntillas 2 1/2"
- Guaduas
- Bastidores
- Icopor

#### Herramienta y equipo:

- Mezcladora de concreto
- Vibrador de concreto
- Nivel de mano
- Martillo
- Baldes
- Buggys
- Palendras
- Palustres

El acero de refuerzo para las vigas de cubierta se armó antes de iniciar con los trabajos de mampostería, así que antes de iniciar con el armado de formaletas se realizó el amarre de los castillos de las vigas a los castillos de las columnas en los nudos. Una vez asegurados los nudos se inició el armado de formaletas en el

primer grupo de vigas. Durante el armado de formaletas se tuvo precaución de que todas quedaran a nivel y cumplieran con las dimensiones de 30 x 30 cm que establece el diseño. En la parte inferior de la formaleta se instalaron guaduas que soportaran el fondo de la formaleta y mantuvieran la horizontalidad de la misma. Para que las formaletas no se deformaran durante el vaciado y vibrado del concreto, se pusieron chapetas en la parte superior de la formaleta, además de asegurarla con alambre de amarre (Imagen 88).

**Imagen 88. Armado de formaletas para vigas de cubierta.**



**Fuente:** Elaboración propia.

Cuando estuvieron completamente listas las formaletas se inició la fundición de las vigas de cubierta, vaciando con baldes la mezcla y después vibrándola y golpeando con porra de caucho la parte externa de la formaleta para evacuar las partículas de aire atrapadas en la mezcla (Imagen 89). En las partes donde existen muros, se colocaron láminas de icopor para que la viga no repose directamente en la mampostería.

**Imagen 89. Detalle lámina de icopor para dilatación/Fundición vigas de cubierta.**



**Fuente:** Elaboración propia.

Tres días después de fundir las vigas se desencofraron sus tableros laterales, conservando el tablero del fondo y las guadas como parales para evitar fatigas en las vigas, estos tableros del fondo se retirarían siete días después de la fundición (Imagen 90). Mientras tanto, los tableros retirados fueron limpiados, empapados de aceite y armados de nuevo, en otro grupo de vigas para fundirlas.

**Imagen 90. Vista de vigas de cubierta luego de desencofrar los tableros laterales.**



**Fuente:** Elaboración propia.

El avance registrado se logró en 2.5 meses de trabajo, después de finalizar la fundición de las vigas, se iniciará la pega de ladrillo para las culatas. Cuando se hallan terminado las culatas se fundirá la cinta de amarre para poder iniciar los trabajos de la cubierta metálica.

## **6. CARACTERIZACIÓN DE LAS OBRAS.**

### **6.1. PLACA HUELLA EN LA VIA INSTITUCIÓN EDUCATIVA PUEBLO TOTOROEZ**

El centro educativo del pueblo totoroéz contaba con un acceso en afirmado, lo cual dificultaba el ingreso de los vehículos tipo escalera (chivas) que transportan a los estudiantes diariamente, sobre todo en la época de lluvias. Por este motivo, en la administración anterior se adjudicó un contrato para la construcción de una placa huella que pudiera mejorar las condiciones de acceso de los vehículos a la institución. Sin embargo, los recursos dispuestos para tal fin se agotaron antes de lo previsto, lo que ocasionó que la obra quedara inconclusa.

La parte inconclusa correspondía a 54 mL desde la entrada del colegio hasta los salones superiores, al lado del parqueadero de las chivas. También, a 12 mL desde el final de la placa huella construida en el anterior contrato y la vía que comunica a Totoró con el municipio de Inzá. Esta situación se debe a que el contratista anterior inició la construcción de la placa huella desde la entrada del colegio hacia la vía que va a Inzá.

Debido a que la placa huella no se logró terminar, las chivas parqueaban en la parte media del terreno, al lado del polideportivo del colegio y los estudiantes tenían que caminar desde este punto hasta las aulas. En consecuencia, la rectora de la institución comentó al alcalde municipal sobre este problema para que él, desde la administración municipal, diera una solución a esta situación.

Una vez conocida esta necesidad por parte de la administración municipal, a cargo del alcalde Hilario Sánchez Sánchez, se creó un proceso de selección abreviada de mínima cuantía para adjudicar un contrato para la culminación de la construcción de la placa huella de acceso a esta institución. El valor del contrato fue de \$100.000.000.

El ingeniero civil William Marino Navia Navia fue el ganador del proceso de selección y, por lo tanto, el encargado de llevar a cabo la construcción de esta obra civil. Durante el tiempo en que se desarrolló la práctica profesional se lograron construir los 54 mL desde la entrada del colegio hasta el lugar de parqueo de las chivas, quedando pendiente continuar el proceso de construcción de los 12 mL de la parte baja del terreno.

La construcción de la placa huella tuvo algunos retrasos durante su proceso. Estos contratiempos se debieron a la falta de un cronograma bien establecido por parte del contratista; por ejemplo, en la parte inicial, en los trabajos correspondientes al



alcantarillado, el ingeniero contratista demoró un poco en enviar los materiales necesarios a la obra, por lo que el maestro no tuvo mucho que hacer mientras llegaban los insumos. Finalmente, los materiales fueron enviados y se logró terminar esa fase de la construcción.

De la misma manera, cuando estaba todo listo para iniciar la fase de descapote, relleno y compactación hubo un retraso, debido a que el ingeniero contratista no alquiló la maquinaria necesaria, sino que le pidió a la administración municipal que le prestara la maquinaria del municipio, pero esta se encontraba en otras labores. Por tanto, se tuvo que esperar a que estuviera desocupada para poder usarla, y se retrasaron las labores de construcción.

A esto se suma que, durante los trabajos de descapote, cuando se presentó el daño en la tubería del acueducto, no había conocimiento de que por esa zona se encontraba dicha red. Por ese motivo, cuando se presentó el daño fue necesario salir de emergencia a comprar los materiales para realizar el arreglo. Si se hubiera hecho una investigación previa, tal vez se habría evitado esa avería. Finalmente, las actividades posteriores no tuvieron retrasos significativos y los procesos constructivos fueron realizados de buena manera.

Algo particular de esta obra, sin duda, fue que en el primer contrato de ejecución la construcción inició desde un “punto medio”, en lugar de empezar desde uno de sus extremos, es decir, lo ideal hubiera sido comenzar desde el borde de la vía (Totoró-Inzá) hacia la institución educativa. En su lugar, inició desde la parte alta del terreno junto a la institución educativa (pero no desde el parqueadero de las chivas) hacia la vía, esto generó que cuando se agotaron los recursos y la placa huella inicial quedó inconclusa, lo faltante no quedó incluido en un solo tramo, sino que quedaron faltando dos tramos, uno en cada extremo de la placa. Sin embargo, en el nuevo contrato se incluyó la terminación total de la placa huella, pero hasta el momento de terminar la práctica profesional no se había llevado a cabo el total de la construcción, por lo que no existe conocimiento del resultado final.

## **6.2. CENTRO DE ATENCIÓN PARA LA PRIMERA INFANCIA DE CARMEN DE SABALETA**

La vereda Carmen de Sabaleta cuenta con una vía de acceso en afirmado que se encuentra en mal estado, ya que por ella transitan diariamente vehículos de carga con la producción agrícola de la zona, como por ejemplo papa y leche; esto genera un desgaste mayor. Además, la falta de inversión para mejoramiento de esta vía empeora la situación. En los meses de lluvias el acceso se vuelve algo complicado, ya que se genera mucho lodo y los vehículos tipo camioneta que prestan el servicio de transporte tienen problemas en algunas partes de la carretera.

### Imagen 91. Estado de la vía en épocas de lluvia.



**Fuente:** Elaboración propia.

Teniendo en cuenta estos problemas de acceso, desde el Concejo municipal (donde hay una representante de la zona) se gestó el proyecto para construir un hogar agrupado. Una vez presentada esta iniciativa al alcalde municipal, y debido al compromiso de la administración actual con la infancia, se aprobó el proyecto y se destinaron los recursos para hacerlo realidad. El proceso de selección para la adjudicación del contrato fue por medio de una licitación pública, cuyo objeto era la construcción de un hogar agrupado en la vereda Carmen de Sabaleta, donde se brindará atención para los niños de la zona.

Para lograr la destinación de los recursos por parte de la administración municipal, se debió contar con un terreno dónde construir esta obra, para lo cual se sostuvieron reuniones con los habitantes del sector donde se les expuso el proyecto que beneficiaría a muchos de ellos. Por esta razón, el cabildo indígena de la zona decidió donar un lote de su propiedad para lograr la ejecución de este proyecto. El predio se ubica al lado de la capilla de la vereda, cercano a la escuela que existe en la zona.

Este hogar permitirá brindar atención a niños de 0 a 5 años, evitando que deban desplazarse a la cabecera municipal de Totoró cuando necesiten recibir atención. La ingeniera civil Luz Deisy Toro Muñoz fue la ganadora de la licitación pública, al obtener el mayor puntaje entre los participantes. Por lo tanto, se le adjudicó el contrato por valor de \$244.348.991 para la construcción de esta obra.

Durante la ejecución se observaron algunos problemas que tal vez pudieron haberse evitado. Por ejemplo, al momento de realizar el replanteo en lugar de poner estacas e hilos (que son susceptibles a moverse del punto inicial) pudieron

haberse empleado guadas para bordear el perímetro de la obra, las cuales al asegurarlas al suelo no se corren fácilmente; en estas guadas se habrían podido marcar los ejes y luego colocar hilos para marcarlos en el terreno. De esta manera, no se hubiera generado el error al momento de excavar las zanjas donde una de ellas quedó “corrida” con respecto al lugar correcto. De haber hecho esto también se hubiera evitado el error de la columna que quedó corrida y tuvo que ser demolida. Sin embargo, por decisión de la contratista, el replanteo se realizó solo con estacas e hilos.

Así mismo, durante el desarrollo de la obra se presentaron algunos retrasos debidos al mal clima de la zona, ya que durante el desarrollo de la práctica profesional se presentó la temporada de lluvias, por lo que la interventoría planteó una suspensión de las actividades de ser necesario. No obstante, hasta el momento en que se terminó la pasantía, dicha suspensión no había sido necesaria.

También, se pudo observar que una parte del personal no tenía conocimiento de normas, ya que su aprendizaje fue empírico y debieron hacerse recomendaciones en algunos aspectos. El más común fue al momento de elaborar el concreto, ya que debió controlarse mucho la cantidad de agua empleada, para evitar que el concreto resultante tuviera exceso de agua.

En lo que respecta a la disponibilidad de materiales, debido al difícil acceso a la zona, la contratista envió la mayor parte de los materiales desde el inicio, por lo que no se presentó desabastecimiento en el sitio de construcción. Tal vez el retraso más significativo tuvo lugar al inicio, ya que el descapote se planteó hacerlo de forma manual.

Sin embargo, era un trabajo bastante difícil, por lo que se decidió realizarlo con maquinaria que fue suministrada por la administración municipal, pero debió esperarse a que fuera desocupada, lo que provocó que algunos días no se realizaran trabajos en el sitio.

### **6.3. CASA INTERCULTURAL DE LA SALUD DEL RESGUARDO INDÍGENA DE NOVIRAO**

El resguardo indígena de Novirao se encuentra ubicado en la parte baja del municipio de Totoró, alejado de la cabecera municipal, por lo que sus habitantes deben desplazarse más de 30 km cuando necesitan recibir algún tipo de atención médica, ya que el hospital San Antonio de Padua está ubicado en la cabecera municipal. Además, cuando desde el hospital se programan brigadas de salud, las más cercanas se realizan en la vereda Florencia y los habitantes del resguardo deben desplazarse aproximadamente 8 km para recibir atención, debido a que en

el resguardo no cuentan con un espacio adecuado para desarrollar una brigada de salud.

Teniendo en cuenta este inconveniente y velando por el bienestar de los habitantes de esta parte del municipio, el gobernador del resguardo de Novirao presentó ante la administración municipal la necesidad de su comunidad, logrando que se planteara el proyecto y se destinaran los recursos para la construcción de la casa intercultural de la salud; un espacio en el que se pudieran recibir las brigadas de salud enviadas por el hospital San Antonio de Padua. Además, que en este lugar también se pudiera prestar atención en medicina tradicional y partería por los médicos tradicionales del resguardo, costumbres que hacen parte de las tradiciones de la comunidad indígena.

Inicialmente, el proyecto planteado requería de una gran inversión y no se contaba con los recursos necesarios, por lo que fue necesario realizar unos ajustes. Se redujo el tamaño de la obra a 385 m2 para garantizar que el presupuesto estuviera dentro de la disponibilidad de la administración municipal, ya que el proyecto planteado inicialmente era aproximadamente el doble de tamaño y por esto requería el doble de presupuesto.

Para adjudicar el contrato para la construcción de esta obra se realizó un proceso de licitación pública por un valor de \$425.912.890; proceso del cual resultó ganador, al obtener el mayor puntaje entre los participantes, el consorcio Muñoz, en cabeza de su representante legal la señora Elizabeth Cristina Muñoz Escobar.

Esta obra estuvo planeada para entregar antes de que terminara el tiempo de la administración, por lo que su plazo máximo fue hasta el 30/12/2019. La obra generará un impacto positivo en la comunidad del sector, ya que, una vez finalizada la construcción, las personas no deberán desplazarse a grandes distancias para recibir atención médica básica, y contarán con un espacio donde puedan continuar con sus tradiciones. Además, se tiene planteado un proyecto para presentarle a la siguiente administración municipal para contar con personal médico permanente en el lugar.

Durante el desarrollo de la práctica profesional en esta obra se identificó que el personal a cargo tenía gran conocimiento de buenas prácticas constructivas y algunas normas. Además, hubo un residente de interventoría que realizó un acompañamiento constante a los procesos constructivos, por esta razón no hubo retrasos ni mayores inconvenientes a pesar de que no se contó con un ingeniero residente de obra.

El mayor desafío que se presentó fue que en algunos ítems del contrato las cantidades de obra no coincidían con las cantidades contratadas, este hecho

afectó el presupuesto y fue necesario dar a conocer este problema al personal de la secretaría de planeación municipal. Ahí se tomó la decisión de realizar algunos recortes, es decir, no ejecutar algunos ítems para poder destinar esos recursos a la terminación de los ítems de mayor impacto. Hasta el momento de terminación de la práctica profesional no se presentaron mayores inconvenientes y la obra se encontraba en la fundición de vigas de cubierta, que a pesar de que el sistema estructural era tipo pórtico, se autorizó al maestro para que antes de fundir las vigas hiciera los trabajos de mampostería; y para garantizar que los pórticos funcionaran independientes de los muros se construyeron columnetas que los confinaran. Entre las columnetas y las columnas se instaló icopor como dilatación. Lo mismo se hizo entre los muros y las vigas. De esta forma, los pórticos van a trabajar independientes de los muros, ya que estos últimos no son estructurales, sino divisorios.

A pesar de que dos de las obras fueron construcciones de edificaciones, estas tenían características distintas, por ejemplo, sus sistemas estructurales fueron diferentes, y esto permitió aplicar muchos conceptos aprendidos durante la formación académica. Complementando con la construcción de la placa huella donde se aplicaron conceptos de vías y concreto armado.

En general, el haber tenido la oportunidad de desarrollar la práctica profesional en estas tres obras fue muy útil para afianzar muchos conceptos con respecto a procesos constructivos y otros temas; qué cosas son correctas hacer y qué cosas no, cómo tratar con el personal de obra, cómo evitar errores que generen retrasos, entre otros.

## 7. ASPECTOS A MEJORAR

Durante el desarrollo de la pasantía se trabajó en la identificación de aspectos que pudieran mejorarse en tema de planeación y ejecución de las obras en el municipio de Totoró, se detectaron algunas situaciones que podrían optimizarse para tener un mejor resultado en las obras que se ejecuten a futuro en el municipio.

Un aspecto muy relevante que se observó fue que en las obras donde se desarrolló la práctica, los ingenieros residentes no estaban presentes el 100% del tiempo como debería ser. Por lo tanto, los maestros debían desenvolverse según su criterio, y aunque ellos tienen experiencia en la práctica, algunos ignoran ciertos aspectos técnicos y en ocasiones esto puede llevar a que se cometan errores en la ejecución de la obra. Por este motivo es necesario contar con la presencia del ingeniero residente en todo momento para que aporte el criterio técnico y así resolver las situaciones que pueden presentarse en el desarrollo de una obra. Además de evitar errores, también se puede optimizar el tiempo evitando retrasos que pueden afectar el cumplimiento del plazo estipulado en los contratos para entregar las obras.

Así mismo, se identificó que no se tiene un cronograma bien definido para el desarrollo de las actividades constructivas en las obras, lo que genera retrasos en la ejecución de las mismas. Esto puede provocar pérdidas de dinero al contratista y pone en riesgo el cumplimiento de los plazos de entrega estipulados en los contratos. Además, sin un cronograma de actividades bien definido se hace más complejo ejercer un buen control sobre el desarrollo de la obra, y esto puede llevar a cometer errores que conlleven problemas entre la entidad contratante y el contratista.

Algo que también podría mejorarse es que se exija desde la entidad contratante que la interventoría asigne un residente, que al igual que el residente de obra esté el 100% del tiempo presente, trabajando juntos para reducir el riesgo que se comentan errores y se presenten retrasos en la ejecución de las obras; garantizando así un desarrollo normal de las actividades constructivas, cumpliendo los plazos y evitando sobre costos.

También, se observó la falta de personal capacitado en el área, que ayude al recurso humano de la administración municipal a tener una mayor comunicación con los contratistas, y ejercer un continuo seguimiento y control a las obras. Así, sería posible optimizar el tiempo y los recursos, obteniendo como resultado obras de gran calidad y entregadas en el tiempo estipulado en el contrato o antes, en el mejor de los casos.

## 8. CONCLUSIONES.

- Se lograron afianzar los conceptos aprendidos durante la etapa de formación académica, ganando destreza en el desarrollo de los procesos constructivos, identificando los errores más comunes que suelen cometerse y detectando cómo solucionarlos rápidamente para evitar retrasos significativos en las obras.
- Se hizo evidente la necesidad de contar con la presencia de un residente de obra y de un residente de interventoría, por simple que parezca ser la obra, para que trabajen juntos, velando en todo momento por el cumplimiento de lo contratado y el correcto proceso de construcción para garantizar la calidad del resultado final.
- Es necesario una supervisión constante a las obras que se encuentran en ejecución, por parte de la entidad contratante para complementar el trabajo realizado por la interventoría para lograr el resultado esperado y evitar que se cometan errores, para no tener que corregirlos luego, ya que esto genera un impacto negativo en la calidad de las construcciones.
- Se debe aprovechar los conocimientos de los maestros de obra, ya que la mayoría tienen muchos años de experiencia. Es decir, se deben escuchar las sugerencias y puntos de vista que ellos aportan ante situaciones que se puedan presentar, ya que muchas veces esto podría evitar complicaciones.
- Durante la fundición del concreto es indispensable realizar un correcto vibrado de la mezcla, no importa para que se vaya a emplear, ya que un buen proceso de vibrado elimina las partículas de aire de la mezcla; ayudando así a tener una mejor resistencia del concreto después de fraguado y el curado.

## **9. BIBLIOGRAFIA.**

MINISTERIO DE TRANSPORTE. Instituto Nacional de Vías. Guía de diseño de pavimentos con placa-huella. Bogotá. 2015.

MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL. Comisión Asesora Permanente para el Régimen de Construcciones Sismo Resistentes. Reglamento colombiano para construcciones sismo resistentes NSR-10. Título A, Título B, Apendice I. Bogotá