

**TRABAJO DE GRADO EN MODALIDAD PASANTÍA PARA OBTENER EL
TÍTULO DE INGENIERO CIVIL**

**AUXILIAR EN RESIDENCIA DE OBRA EN LA CONSTRUCCIÓN DE PLACA
HUELLA PARA EL MEJORAMIENTO DE LAS VÍAS DE 14 VEREDAS EN EL
MUNICIPIO DE POPAYÁN – CAUCA**



**PRESENTADO POR:
WILLIAM FERNANDO MEDINA ALVIRA
Código: 100414020592**

**UNIVERSIDAD DEL CAUCA
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
PROGRAMA INGENIERÍA CIVIL
DEPARTAMENTO DE VÍAS Y TRANSPORTE
POPAYÁN
2020**

**TRABAJO DE GRADO EN MODALIDAD PASANTÍA PARA OBTENER EL
TÍTULO DE INGENIERO CIVIL**

**AUXILIAR EN RESIDENCIA DE OBRA EN LA CONSTRUCCIÓN DE PLACA
HUELLA PARA EL MEJORAMIENTO DE LAS VÍAS DE 14 VEREDAS EN EL
MUNICIPIO DE POPAYÁN – CAUCA**



**PRESENTADO POR:
WILLIAM FERNANDO MEDINA ALVIRA
100414020592**

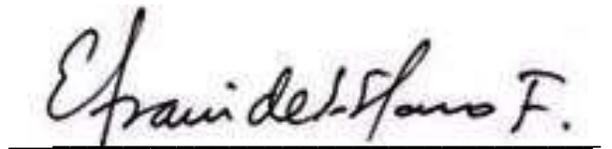
**DIRECTOR:
Ing. HUGO YAIR OROZCO DUEÑAS**

**UNIVERSIDAD DEL CAUCA
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
PROGRAMA INGENIERÍA CIVIL
DEPARTAMENTO DE VÍAS Y TRANSPORTE
POPAYÁN
2020**

PAGINA DE ACEPTACIÓN

El Director y los Jurados han evaluado este documento titulado: “Auxiliar en Residencia de Obra en la Construcción de Placa Huella para el Mejoramiento de las Vías de 14 Veredas en el Municipio de Popayán – Cauca”, escuchando la sustentación del mismo por su autor y lo encuentran satisfactorio, por lo cual autorizan al estudiante William Fernando Medina Alvira, para que desarrolle las gestiones administrativas para optar al título de Ingeniero Civil.


Firma del Presidente del Jurado


Firma del Jurado


Firma del Director

Popayán, 27 de mayo de 2020

AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer principalmente a Dios, porque cada día bendice mi vida con la hermosa oportunidad de estar y disfrutar al lado de las personas que me quieren, por brindarme la vida y permitirme poder concluir mi formación profesional.

A mis padres por ser los principales promotores de mis sueños, gracias a ellos por cada día confiar y creer en mí y en mis expectativas, gracias a mi madre por alentarme cada día y demostrarme su amor y apoyo; gracias a mi padre por enseñarme siempre ser fuerte ante cualquier circunstancia y brindarme su apoyo en todo momento.

A la universidad del Cauca, a los Profesores, al ingeniero Hugo Yair que me han visto crecer como persona, y gracias a sus conocimientos hoy puedo sentirme dichoso y contento.

También, quiero agradecer a mis amigos de universidad, que en el transcurso de esta carrera me han brindado alegrías, aventuras, experiencias, tristezas... cuando los días se ponían difíciles.

Gracias a la vida por este nuevo triunfo, gracias a todas las personas que me apoyaron y creyeron en la realización de este objetivo.

CONTENIDO

	Pág.
1. GLOSARIO.....	11
2. RESUMEN	14
3. INTRODUCCIÓN.....	15
4. OBJETIVOS	16
4.1. OBJETIVO GENERAL	16
4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	16
5. GENERALIDADES DEL PROYECTO.....	17
5.1. LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO.....	17
5.2. ENTIDAD RECEPTORA	19
5.2.1. Misión	20
5.2.2. Visión.....	20
5.2.3. Organigrama de la empresa.....	20
6. DESARROLLO DE TODAS LAS ACTIVIDADES DE LA PASANTÍA ...	21
6.1. UBICACIÓN DE LA FORMALETA	21
6.2. CONCRETO CICLÓPEO	22
6.3. EXCAVACIÓN PARA RIOSTRA.....	25
6.4. ACERO DE REFUERZO Y RIOSTRAS	26
6.5. PLACA HUELLA	28
6.6. FORMALETA DE CUNETAS Y BORDILLO.....	35
6.7. INSTALACIÓN DE ACERO PARA CUNETAS Y BORDILLOS	35
6.8. FUNDICIÓN DE CUNETA Y BORDILLO LATERALES DE LA VÍA	36
6.9. RELLENOS.....	38
6.10. RESULTADOS PLACA HUELLA VEREDA CAJETE, SECTOR LA MULATA.....	39
6.11. PLACA-HUELLA VEREDA SANTA BÁRBARA.....	41
7. CONCLUSIONES.....	47
8. RECOMENDACIONES	49
9. BIBLIOGRAFÍA.....	50
10. ANEXOS	51

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1 Vista en planta y sección de un tramo recto	11
Figura 2 Planta de distribución del refuerzo.....	12
Figura 3 Corte transversal	13
Figura 4 Corte longitudinal.....	13
Figura 5 Planta.....	14
Figura 6 Corte longitudinal.....	15
Figura 7 Corte transversal sección en placa huella	15
Figura 8 Ubicación del departamento del Cauca en Colombia	18
Figura 9 Ubicación de Popayán en el departamento del Cauca	18
Figura 10. Ubicación veredas beneficiadas en el proyecto.....	19
Figura 11 Organigrama de la empresa	20
Figura 12 Formaleta para concreto ciclópeo.....	22
Figura 13 Fundición de piedra o concreto ciclópeo.....	23
Figura 14 Toma de slump	23
Figura 15 Toma de cilindros.....	24
Figura 16 Escobeadado y aplicación de anti sol	25
Figura 17 Excavación de riostras y solado	26
Figura 18 Mallas extendidas para placa	27
Figura 19 Mallas sobre panelas de concreto	27
Figura 20 Fundición de placa.....	32
Figura 21 Acabado en espina de pescado.....	33
Figura 22 Acolillado de placas	34
Figura 23 Aplicación de antisol	34
Figura 24 Instalación formaleta de cuneta y bordillo.....	35
Figura 25 Acero de refuerzo de cuneta y bordillo	36
Figura 26 Fundición de cuneta y bordillo	37
Figura 27 Acabado de cuneta y bordillo.....	37
Figura 28 Compactación de rellenos	38
Figura 29 Obra finalizada Vereda Cajete sector La Mulata	39
Figura 30 Obra finalizada Vereda Cajete sector La Mulata	40
Figura 32 Obra finalizada Vereda Cajete sector La Mulata	40
Figura 33 Franja central concreto ciclópeo	41
Figura 34 Excavación y solado de riostra	42
Figura 35 Mallas extendida para fundición de placa	43
Figura 36 Fundición de placa.....	43
Figura 37 Fundición cuneta y bordillo	44
Figura 38 Obra finalizada Vereda Santa Bárbara	45
Figura 39 Obra finalizada Vereda Santa Bárbara	45
Figura 40 Obra finalizada Vereda Santa Bárbara	46

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1 Dosificación de mezcla de concreto, agregado fino	29
Tabla 2 Dosificación de mezcla de concreto, agregado grueso	30
Tabla 3 Dosificación de mezcla de concreto.....	31
Tabla 4 Resultados dosificación de mezcla de concreto	32

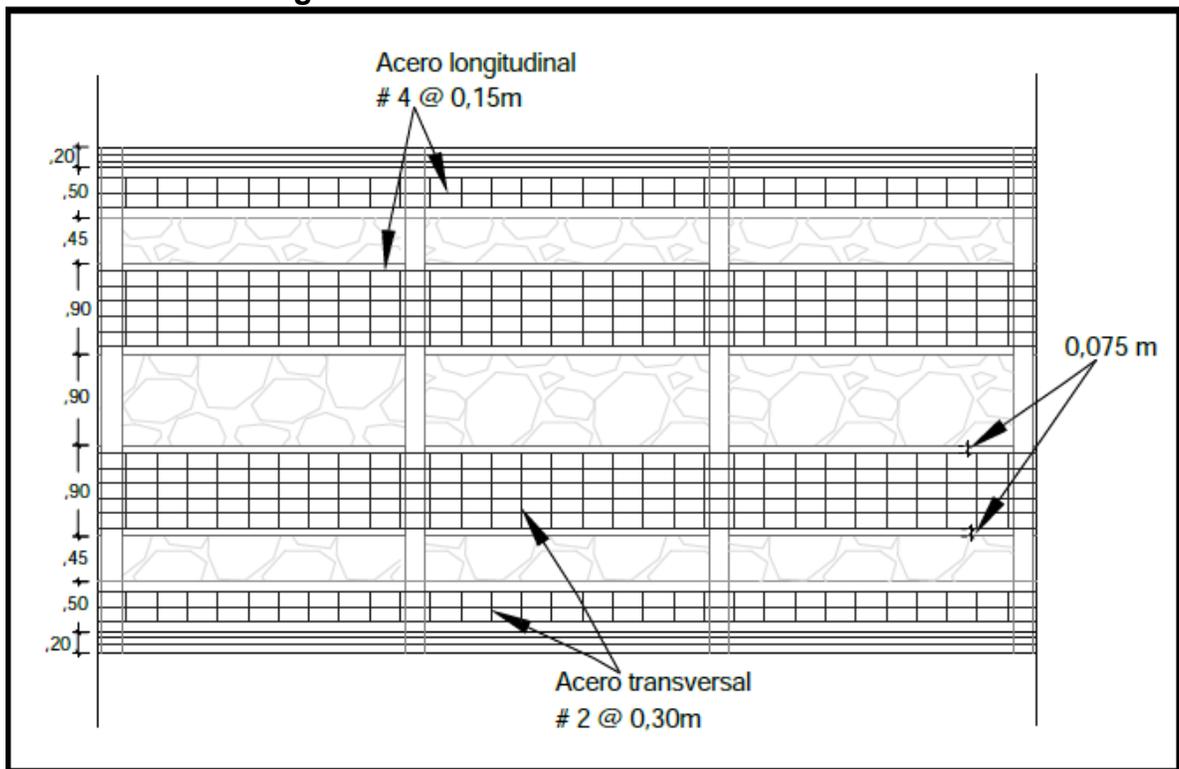
LISTA DE ANEXOS

	Pág.
Anexo 1. Resultados densidades vereda Cajete, sector La Mulata	51
Anexo 2. Resultados cilindros de concreto vereda Cajete, sector La Mulata	52
Anexo 3. Resultados cilindros para 3000 psi con diferentes proporciones	53
Anexo 4. Control diario de personal.....	54
Anexo 5. Control diario de maquinaria	55
Anexo 6. Resolución trabajo de grado	56

- ❖ **Piedra pegada:** La piedra pegada es una capa de concreto ciclópeo con espesor de quince centímetros (0,15 m) con el fin de disminuir los costos de construcción del pavimento ya que es un material menos costoso que el concreto simple y dirigir el tránsito a las placas-huella que son los elementos diseñados para soportar los esfuerzos producidos por el paso de los vehículos.
- ❖ **Berma-cuneta y bordillo:** La Berma-cuneta y el bordillo son elementos de drenaje superficial construidos en concreto reforzado, fundidos monolíticamente.

La berma-cuneta y el bordillo se funden monolíticamente para evitar la junta de construcción que se formaría en la frontera entre ambos elementos, junta que con el paso del tiempo se convertiría en una fisura que permitiría la infiltración del agua que correría por la berma-cuneta con el consecuente deterioro del pavimento.

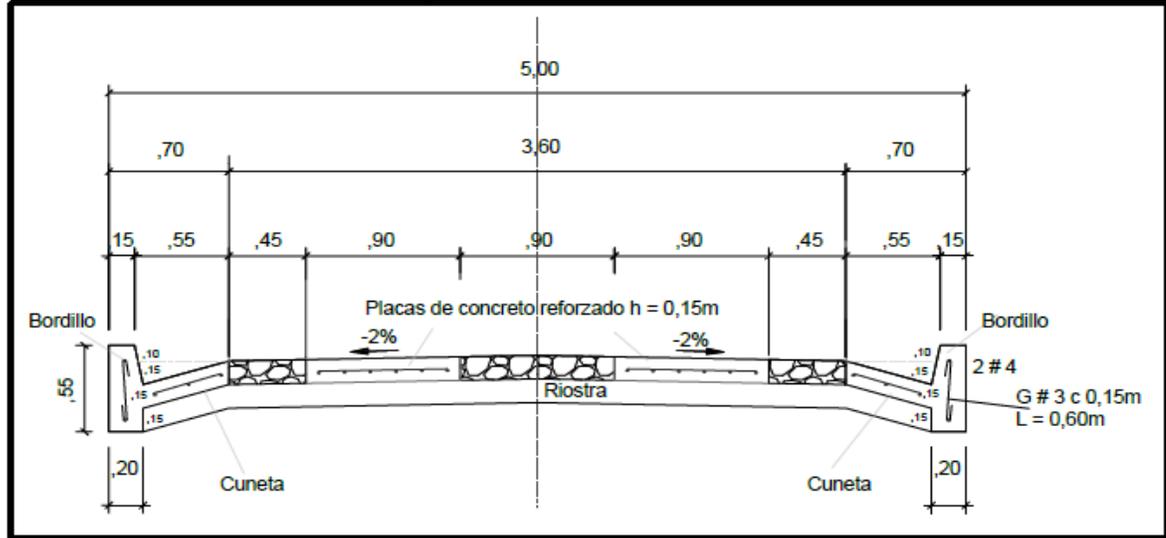
Figura 2 Planta de distribución del refuerzo



Fuente: tomado de guía de diseño de pavimentos con placa-huella

En la figura 2. Se encuentra la distribución de refuerzo y la información de acero que se debe utilizar en la construcción de placa-huella.

Figura 3 Corte transversal

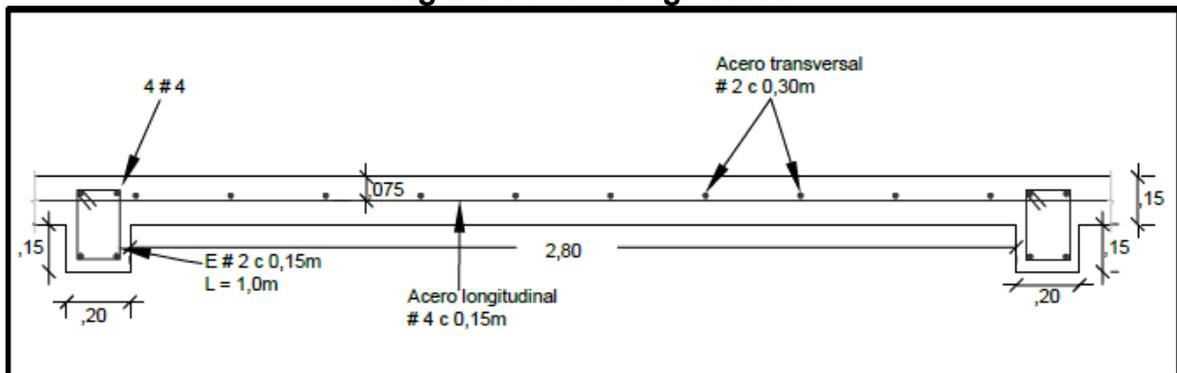


Fuente: tomado de guía de diseño de pavimentos con placa-huella

La ilustración anterior representa las longitudes y el diseño de la placa-huella de manera transversal.

Para garantizar la durabilidad del pavimento la guía recomienda una sección transversal en tangente de cinco (5) metros de ancho. El motivo principal de la adopción del ancho obedece a evitar, hasta donde sea posible, que los camiones y buses circulen sobre la piedra pegada dado que este es un material cuyo comportamiento ante la sollicitación de las cargas de los vehículos es totalmente incierto dada la dificultad de establecer un modelo que permita predecir en el largo plazo dicho comportamiento. Por lo anterior y teniendo en cuenta que el período de servicio del pavimento no puede ser inferior a veinte (20) años la única opción responsable es evitar que los camiones y buses circulen por las franjas de piedra pegada. El radio mínimo que permite la guía de diseño de placa huella es 11.0 m.

Figura 4 Corte longitudinal



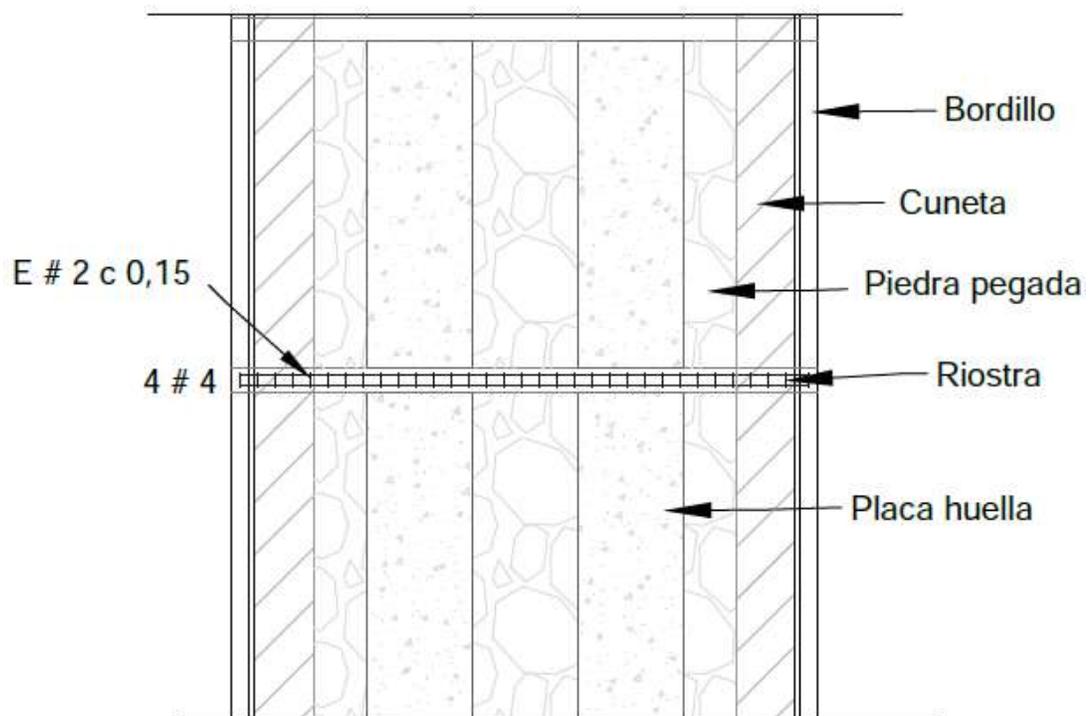
Fuente: tomado de guía de diseño de pavimentos con placa-huella

El espesor requerido de concreto para soportar los esfuerzos producidos por el eje de diseño eje tándem del camión C-3 (22 toneladas distribuidas en dos ejes simples de 11 toneladas cada uno separados 1,20 m centro a centro) es menor de quince centímetros (0.15 cm), pero por facilidad constructiva y adecuado recubrimiento de la armadura de acero se adoptó un espesor único de quince (15) centímetros.

Finalmente se encuentran los detalles de acero en las diferentes partes de la placa huella que se utilizó.

Es necesario hacer una observación, en lugar de utilizar acero #2 se optó por utilizar acero #3.

Figura 5 Planta

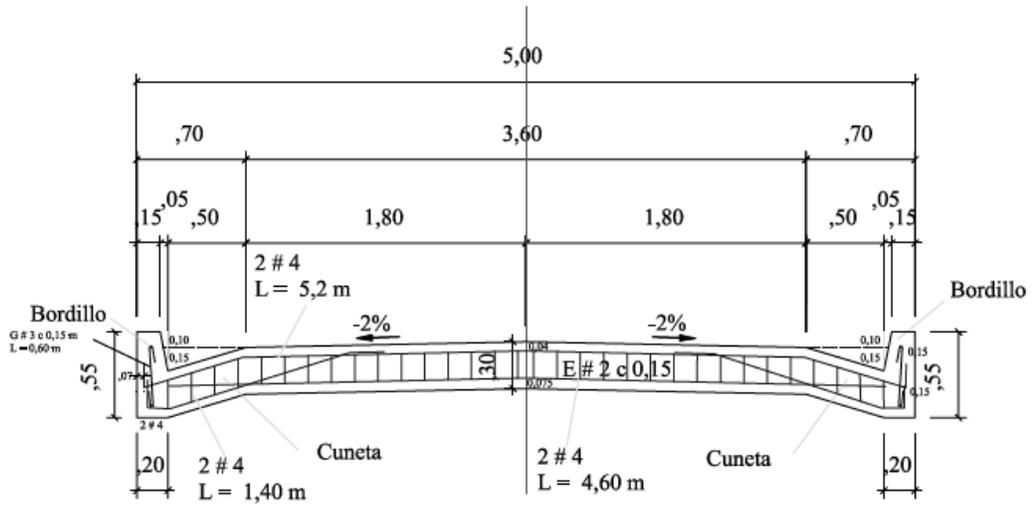


Fuente: tomado de guía de diseño de pavimentos con placa-huella

Al igual, se encuentra las especificaciones de la riostra.

En la construcción de nuestra placa huella las riostras tuvieron distanciamiento variable, según lo que interventoría indicara para irse ajustando al presupuesto del proyecto.

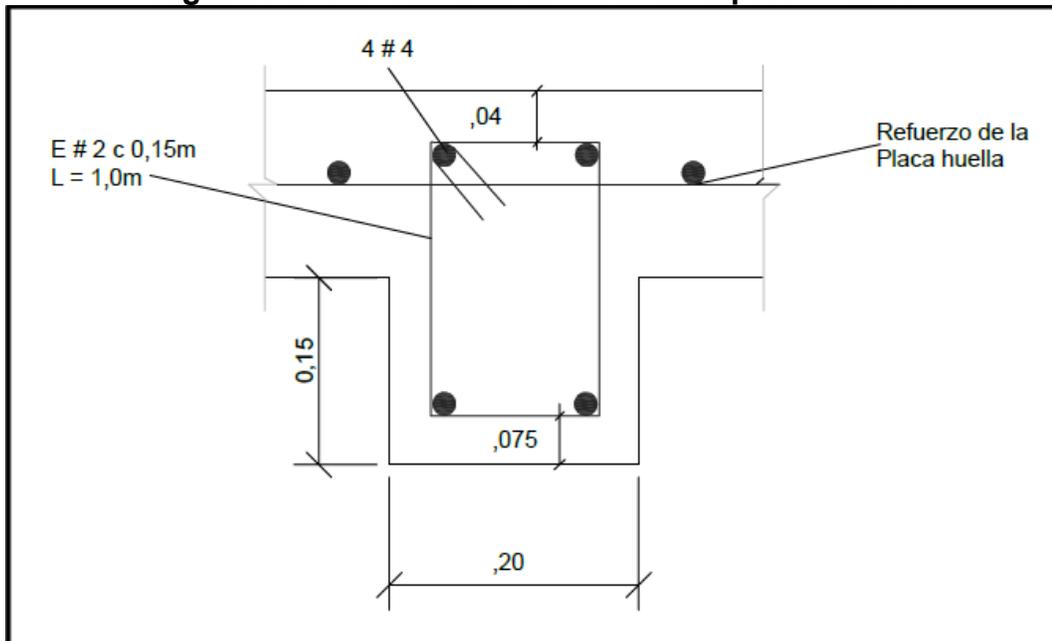
Figura 6 Corte longitudinal



Fuente: tomado de guía de diseño de pavimentos con placa-huella

Las riostras de este tramo fueron de 3.60 m, decisión tomada por la interventoría, contratista y supervisor de la Alcaldía de Popayán.

Figura 7 Corte transversal sección en placa huella



Fuente: tomado de guía de diseño de pavimentos con placa-huella

2. RESUMEN

La ciudad de Popayán al ser la capital del departamento del Cauca posee un gran comercio dando lugar a que muchos comerciantes traigan sus productos de veredas cercanas, por lo tanto, es necesario facilitar la comunicación entre las veredas y la ciudad. Igualmente, el proyecto a realizar, permitirá también acceso y movilidad de forma recíproca entre los locales y la sociedad, todo con los criterios gubernamentales establecidos.

Por otro lado, la labor que realizó el estudiante permitió que se pudieran afianzar y transmitir sus conocimientos teóricos a trabajos de campo como modalidad acción-teórica.

La participación en el proyecto de construcción le permitió al estudiante iniciar la experiencia como profesional en campo, desde el punto de vista técnico, administrativo, y operativo con el fin de que el pasante se desenvuelva en la realización y ejecución de proyectos ya en la etapa profesional.

El residente en una obra es de gran importancia ya que, siendo nombrado por el constructor, es él quien se encargará de dirigir los trabajos y asumir responsabilidades en la obra.

El trabajo de residente no se limita a una función, sino que además tiene a su cargo responsabilidades de actividades como:

- Supervisión, vigilancia, control y revisión de los trabajos.
- Toma de decisiones técnicas correspondientes y necesarias para la correcta ejecución de los trabajos, bajo la dirección de los ingenieros de obra.
- Vigilar que se cuente con los recursos presupuestados necesarios para la realización de los trabajos ininterrumpidamente.

Dentro de esta práctica el estudiante logró diversos conocimientos como la relación con trabajadores, conocimientos aportados por especialistas tanto en la parte constructiva como administrativa, conocimiento de maquinaria y equipos, los cuales son exclusivos de este tipo de trabajo. También le permitió al estudiante conocer de manera más profunda los procesos constructivos utilizados y al final del trabajo de pasantía una visión más amplia del campo de la ingeniería civil y una mayor capacidad de planeación, control y dirección de procesos constructivos en la ejecución de proyectos ingenieriles.

3. INTRODUCCIÓN

El campo de la Ingeniería Civil es una de las profesiones más antiguas, en la cual se emplean conocimientos de varias disciplinas; incluyendo ingeniería: ambiental, sanitaria, geofísica, estructural, mecánica, de transporte, del urbanismo, del territorio, hidráulica, de los materiales, de costos, ingeniería de la construcción, entre otras. La aplicación de las disciplinas mencionadas involucra la habilidad de planear, coordinar, dirigir, supervisar y construir, todo tipo de proyectos encaminados en el ámbito social, cultural y tecnológico, para el desarrollo e interés del bienestar de la comunidad de la sociedad en general.

En la Ingeniería Civil es importante manejar un orden y una responsabilidad frente a la obra que se está realizando o el cargo en el cual se está ejerciendo, debido a que se maneja actividades simultáneas, es por esta razón que se debe manejar un control muy detallado de lo que se vaya a realizar, todo con el fin, de seguir laborando evitando contra tiempos y lograr cumplir con los objetivos propuestos.

Al estudiante de ingeniería civil de la Universidad del Cauca se le permite vincularse a una empresa o entidad de carácter legal relacionadas con la carrera, para realizar trabajos de tipo profesional como pasante aplicando lo ha aprendido en la carrera de ingeniería civil, para optar al título de Ingeniero Civil, todo como se estipula en la Universidad del Cauca, el Concejo Superior Universitario mediante los Acuerdos 002 de 1989, 003 de 1994 y 027 de 2012 y el Consejo de Facultad de Ingeniería Civil con la resolución N° 820 de 2014.

La práctica profesional se realizó en el consorcio VÍAS RURALES POPAYÁN 2018, encargada del proyecto denominado “CONSTRUCCIÓN DE PLACA HUELLA PARA EL MEJORAMIENTO DE LAS VÍAS DE 14 VEREDAS EN EL MUNICIPIO DE POPAYÁN”, enfocado en la parte del proceso constructivo en el tramo de la VEREDA CAJETE (SECTOR LA MULATA) y VEREDA SANTA BÁRBARA.

Las actividades ejecutadas por parte del pasante, se realizaron bajo las solicitudes y requerimientos que presento el consorcio en un horario de tiempo completo, cumpliendo con los objetivos propuestos, permitiendo adquirir la experiencia necesaria para el desempeño profesional, aplicando activamente los conocimientos y criterios obtenidos en el aprendizaje universitario.

4. OBJETIVOS

4.1. OBJETIVO GENERAL

Participar como auxiliar de residencia en el proyecto “CONSTRUCCIÓN DE PLACA HUELLA PARA EL MEJORAMIENTO DE LAS VÍAS DE 14 VEREDAS EN EL MUNICIPIO DE POPAYÁN”.

4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Realizar la supervisión, vigilancia, control y revisión de los trabajos de las diferentes actividades de la obra, controlando los procesos de acuerdo con las especificaciones técnicas.
- Analizar la planeación y procesos constructivos previos de algunos tramos en aspectos como: Adquisición de materiales, contratación de la mano de obra, organización de frentes de trabajo, etc.
- Conocer las diferentes prácticas administrativas y de liderazgo que se llevan en el progreso de obra y que son necesarias para el buen desarrollo del proyecto.
- Realizar informes parciales y final de las actividades ejecutadas en el proceso constructivo durante la duración de la pasantía mostrando paso a paso el aprendizaje obtenido, los logros alcanzados, actividades realizadas y validez del trabajo ejecutado.

5. GENERALIDADES DEL PROYECTO

La pasantía se realizó haciendo parte del equipo del consorcio VÍAS RURALES POPAYÁN 2018, encargado de la ejecución de la construcción de las placas huellas de 14 veredas.

El pavimento con Placa-huella constituye una solución para vías terciarias de carácter veredal que presentan un volumen de tránsito bajo con muy pocos buses y camiones al día siendo los automóviles, los camperos y las motocicletas el mayor componente del flujo vehicular. Es un gran alivio para vías de este tipo, porque ofrece condiciones óptimas de circulación por largos periodos de tiempo con mantenimiento rutinario mínimo, no requiere mayores modificaciones a la geometría de la vía existente ya que por condiciones de rugosidad de la superficie de éste tipo de pavimento la velocidad de los vehículos tiende a ser muy baja contribuyendo a que se presente baja accidentalidad.

La importancia de reconocer que esta construcción de placa huella, es el beneficio que le trae a la comunidad, ya que el área rural representa el 95% del área total del municipio que es de 51.200 Hectáreas y está constituido por el suelo que no forma parte del área urbana y suburbana, dentro del cual se emplazan asentamientos humanos dispersos o caseríos que actúan como focos de servicios comerciales institucionales de salud, educación, recreación y de transporte. Tomado, Plan de Desarrollo.

Una placa huella, es una construcción que permite no solo la movilidad del sector, sino también el flujo dinámico de tránsito, la conexión de lugares. También permite ser un escenario donde se apoye el trabajo en las personas del sector. Reduce los costos y tiempos de construcción y mantenimiento respecto a los mismos costos en pavimento convencional.

5.1. LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO

El proyecto contempla la construcción de placa huellas en catorce veredas del municipio de Popayán, departamento del Cauca.

Figura 8 Ubicación del departamento del Cauca en Colombia



Fuente: tomado de todacolombia.com

Figura 9 Ubicación de Popayán en el departamento del Cauca



Fuente: tomado de wikipedia.org

Figura 10. Ubicación veredas beneficiadas en el proyecto



Fuente: Propia

5.2. ENTIDAD RECEPTORA

Los siguientes son los datos de la empresa receptora del pasante:

Nombre	Edgar Felipe Bonilla Ordoñez
Dirección	calle 5 N # 9-30 oficina 7. B/Modelo
Teléfonos	8337906
Actividades que realiza	Construcción de obras civiles construcción de edificaciones alquiler de equipos
Obra	Construcción de placa huella para el mejoramiento de las vías de 14 veredas en el municipio de Popayán
Localización de la obra	Vereda La Mulata, El Túnel, Portal de Eucaliptos, Real Palace, La Sabana, Santa Bárbara, El Danubio, El Canelo, Gualimbio, Las Chozas, Clarete, La Calera, Claridad y Torres.

5.2.1. Misión

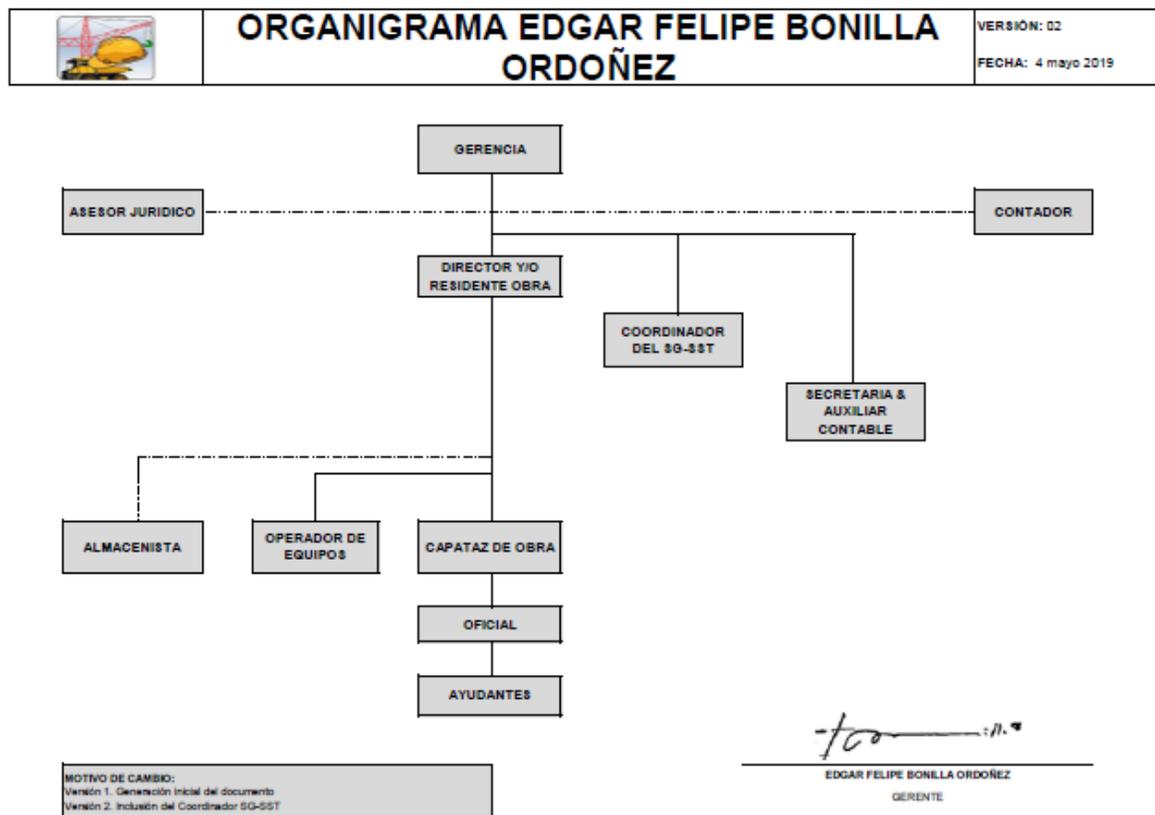
Somos una empresa dedicada al desarrollo, construcción y ejecución de obras civiles, alquiler de maquinaria y equipos de obras civiles, enfocada en la elaboración de vías y alcantarillados, utilizando tecnología de punta, materiales contemporáneos, sistemas constructivos de alta calidad, cumpliendo con el tiempo, costo, seguridad e imagen, orientados a la mejora continua, innovación, creatividad y al respeto del medio ambiente.

5.2.2. Visión

Ser para el año 2020 una empresa líder en la construcción de obras civiles, proyectándonos en el ámbito departamental mediante un crecimiento dinámico que garantice la sostenibilidad del mercado.

5.2.3. Organigrama de la empresa

Figura 11 Organigrama de la empresa



Fuente: tomado de Edgar Felipe Bonilla Ordoñez

6. DESARROLLO DE TODAS LAS ACTIVIDADES DE LA PASANTÍA

Para realizar una correcta practica en la ejecución de una obra civil, independientemente del tipo que sea, es indispensable contar con conocimientos amplios en diversas áreas de la ingeniería civil, debido a la importancia que implica realizar el adecuado proceso constructivo de la estructura en ejecución, para que esta sea resistente y preste unas buenas condiciones de servicio a la sociedad. También se hace obligatorio informarse acerca del proyecto y tener un enfoque claro de cada una de las actividades a realizar, para que las cosas se hagan de la mejor manera, o en muchos casos, poder brindar una solución adecuada a inconvenientes que se presentan en obra.

Teniendo en cuenta las consideraciones anteriores, y para evitar al máximo errores en obra, se tomó como referencia los criterios de construcción de la guía de diseño de pavimentos con placa huella y los conocimientos adquiridos en la universidad del Cauca gracias a su amplia cobertura en el plan de estudios en todos los campos de la ingeniería civil.

En el primer mes de pasantía, la intervención se realizó a 8 km de la cabecera municipal en la vereda Cajete, sector La Mulata. Con el objetivo de continuar el seguimiento de la construcción de la placa huella en este sector, se realizó una visita observando el avance de la obra hasta antes de nuestro ingreso, se realizó el empalme y se comenzó a realizar las labores encargadas.

6.1. UBICACIÓN DE LA FORMALETA

Estando la subrasante en óptimas condiciones de conformación y luego de realizar los ensayos de laboratorio de densidad en el terreno y corroborar que cumplen con un CBR igual o superior al 3% y teniendo tramos liberados por la interventoría, se inicia con la instalación de la formaleta para la fundición de piedra o también llamado concreto ciclópeo.

Se hacen separaciones por módulos con medidas reglamentadas por la Guía de Diseño de Pavimentos con Placa – Huella del Invias. La franja central tenía 0.90 m de ancho y longitudinalmente cada 2.7 m se colocan cajones intermedios con separación de 0.20 m con el fin de hacer la excavación de la riostra. Finalmente, las franjas laterales de ciclópeo están separadas a 0.90 m de la franja central y tienen un ancho de 0.45 m según el diseño de INVIAS, estas franjas también tienen sus cajones para poder realizar la excavación de la riostra (Figura 12).

Para dar seguridad a la formaleta y evitar que se corra o mueva estas se estabilizan con pines de acero garantizando las medidas, los cuales se van retirando cuando se considera que la fundición no va a tener cambios por la formaleta.

Figura 12 Formaleta para concreto ciclópeo



Fuente: Propia

6.2. CONCRETO CICLÓPEO

Cuando la formaleta está nivelada y cumple con las medidas reglamentadas por la guía de diseño, se procede a realizar la fundición del concreto ciclópeo con proporciones 1:3:4 (cemento, arena, triturado). Según las características del INVIAS la piedra pegada conformada por un concreto ciclópeo debe estar compuesto por un 60% de concreto simple y un 40% de piedra (Figura 13).

Este concreto en términos generales es un concreto simple en cuya masa se incorporan grandes piedras, estas deben ser introducidas a la mezcla con el requisito indispensable de que cada piedra en su ubicación definitiva este totalmente rodeada de concreto simple. Para manejabilidad y aceptado por interventoría se utilizó fluidificante en la mezcla siempre garantizando la resistencia del concreto (2000 psi).

Figura 13 Fundición de piedra o concreto ciclópeo



Fuente: Propia

En la capa de relleno inferior de 15 cm de mejoramiento granular se debe considerar la conformación de una pendiente transversal mínima del 2% para generar el bombeo que facilitará el escurrimiento del agua sobre la placa huella hacia las cunetas.

Se hace seguimiento a que los obreros conserven la dosificación de la mezcla para obtener la resistencia de diseño deseada; para ello se hace la toma de slump siguiendo la norma I.N.V E-404-13 (Figura 14) y elaboración de cilindros mediante la norma I.N.V E-402-13 (Figura 15) que sean muestras representativas. Este tipo de concreto no es considerado estructural.

Figura 14 Toma de slump



Fuente: Propia

El principal parámetro para definir la calidad del concreto, es la resistencia a la compresión la cual se determina a los 28 días, mediante la norma I.N.V E-410-13. Esto constituye un inconveniente para el control, porque mientras se obtiene dicho resultado, las obras siguen su curso normal y los datos que se obtienen respecto a la resistencia son extemporáneos. Por este motivo, el control de calidad debe tener un carácter preventivo y no curativo, en consecuencia dicho control no se debe limitar a la verificación de las propiedades en estado endurecido, igualmente es conveniente controlar dichas propiedades en estado fresco, que permitan anticipar las propiedades del concreto en estado endurecido.

Figura 15 Toma de cilindros



Fuente: Propia

Un aspecto fundamental para que el concreto alcance su resistencia requerida es el curado, donde el contratista tomará las medidas necesarias para que se conserve la humedad suficiente y la hidratación del cemento se produzca en forma normal. Los resultados obtenidos en la prueba de compresión realizada a los cilindros, se presentan en el (Anexo 2.).

Para los acabados de la piedra pegada, se hace un escobeadado y con una bomba se esparce anti sol blanco (Figura 16) que es una emulsión acuosa de parafina que al aplicarse sobre el concreto o mortero fresco forma una película impermeable que evita la pérdida prematura de humedad, esto garantiza un completo curado del material.

Figura 16 Escobado y aplicación de anti sol



Fuente: Propia

La piedra que se coloca se selecciona teniendo en cuenta su tamaño y superficie de uso, se ubica con especial cuidado.

La interventoría realiza el seguimiento, técnico, administrativo, financiero, jurídico y ambiental del contrato, las cuales son sus funciones.

En la parte técnica como funciones específicas la interventoría realizó la verificación y aprobación de cada una de las actividades que llevó a cabo el constructor para el desarrollo de la obra, por ejemplo, si el constructor se encontraba realizando la verificación de medidas y colocación correcta de la formaleta, la interventoría realizaba con su propia comisión estas mismas labores para corroborar y aprobar esta actividad. Igualmente con la toma de ensayos o pruebas de laboratorio de materiales y equipos, así como se mencionó inicialmente para cada una de las actividades.

6.3. EXCAVACIÓN PARA RIOSTRA

La riostra es una viga transversal de concreto reforzada con acero que se entrecruza con el acero de la placa huella. La función de estas riostras es impedir la fisura y grietas en la estructura permitiendo que los esfuerzos estén apoyados sobre la capa de mejoramiento que sostiene la riostra y el esfuerzo resulta irrelevante.

La excavación de la riostra es de 0.20 m de ancho, 3.6 m de longitud y 0,30 m de profundidad, se realiza luego de quitar la formaleta del ciclópeo. Cuando la fundición no se iba a realizar rápidamente se dejaba un solado de 0.05 m de espesor como se muestra en la (Figura 17).

Figura 17 Excavación de riostras y solado



Fuente: Propia

6.4. ACERO DE REFUERZO Y RIOSTRAS

Teniendo las excavaciones de riostra, se procede a colocar las mallas de refuerzo y las riostras (Figura 18), verificando los espaciamientos entre aceros y el traslapeo requerido.

Previamente, se debe retirar cualquier materia extraña o suelta que se encuentre sobre la superficie de la excavación de la Placa Huella para luego colocar la armadura de hierro.

Las riostras de este tramo fueron de 3.60 m, decisión tomada por la interventoría, contratista y supervisor de la alcaldía de Popayán. El refuerzo de las riostras son 4 varillas de $\frac{1}{2}$ " longitudinalmente y flejes de $\frac{1}{4}$ " separados entre sí cada 0,20 m.

Figura 18 Mallas extendidas para placa



Fuente: Propia

El refuerzo de dicha losa se efectuará con barras de refuerzo corrugado, deben ser de acero de baja aleación que cumplan con las Normas NTC-2289 – (ASTM A706M) con límite de fluencia (f_y) de 420 MPa (4200 kg/cm², 60.000 psi). Dicho acero, deben cumplir con el Artículo INV 640 -13. Las mallas son 6 varillas de ½” con longitudes de 6 m separadas cada 0.15 m y varillas transversales de 3/8” separadas cada 0.30 m, se utiliza un traslape de 0.60 m y alambre para hacer los amarres.

Para garantizar el recubrimiento las mallas se colocan sobre unos cubos de concreto previamente realizadas llamadas “panelas” (Figura 19).

Figura 19 Mallas sobre panelas de concreto



Fuente: Propia

El acero de refuerzo se debe colocar en la mitad del espesor de la placa-huella, lo que implica un recubrimiento de siete y medio centímetros (0,075 m) tanto en la cara superior como en la inferior.

6.5. PLACA HUELLA

La ventaja para este proceso es que la piedra pegada nos sirve como formaleta y agiliza la fundición. Para la placa utilizamos un concreto con proporciones 1:2:3 (cemento, arena, triturado), para manejabilidad y aceptado por interventoría se utilizó fluidificante en la mezcla siempre garantizando la resistencia del concreto (3000 psi).

La superficie de apoyo de material granular (mejoramiento) de la placa huella, deberá ser nivelada y compactada, como mínimo, al noventa y cinco por ciento (95%) de la densidad seca máxima del ensayo modificado de compactación de referencia (norma de ensayo INV E-142-13), previa la corrección que se requiera por presencia de partículas gruesas, según lo establece la norma INV E-228-13. La superficie compactada, deberá ser humedecida inmediatamente antes de colocar el concreto sobre ella. Los resultados obtenidos se presentan en el (Anexo 1.).

Se realizaron pruebas de granulometría de los materiales a utilizar durante el contrato y posteriormente, se hizo el diseño de mezcla utilizando cajones de 0.33*0.33*0.33 donde un cajón equivalía a un bulto de cemento, obteniendo los siguientes resultados:

Tabla 1 Dosificación de mezcla de concreto, agregado fino

DOSIFICACION DE MEZCLAS DE CONCRETO					
PROYECTO:	CONSTRUCCIÓN DE PLACA HUELLA PARA EL MEJORAMIENTO DE LAS VÍAS DE LAS VEREDAS EN EL MUNICIPIO DE POPAYÁN.			FECHA MUEST.	2018-12-28
CONTRATISTA:	CONSORCIO VÍAS RURALES POPAYÁN 2018. NIT:901.237.781-3			FECHA ENSAYO:	2018-12-28
INTERVENTORIA:	CONSORCIO VIAL DEL SUR. NIT: 901.237.786-1			INFORME No.	1
MATERIAL:	ARENA LAVADA			ENSAYO No.	1
LOCALIZACIÓN:	SECTOR DOS RIOS				
FUENTE:	AGREGADOS DEL CAUCA				
AGREGADO FINO					
P1	3200	(g)			
ABERTURA DE TAMIZ (mm)	MASA RETENIDA (g)	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% PASA	
12.5	0	0.0	0.0	100	
9.5	0	0.0	0.0	100	
4.8	5.4	0.2	0.2	100	
2.4	36.4	1.1	1.3	99	
1.2	315.4	9.9	11.2	89	
0.6	1503.8	47.0	58.2	42	
0.3	882.5	27.6	85.7	14	
0.15	168.8	5.3	91.0	9	
0.075	22.6	0.7	91.7	8	
FONDO	7.3	0.2	91.9		
TOTAL	2942				
DENSIDAD Y ABSORCION					
S=Mess	=				507.5
B=Masa probeta con agua	=				680.0
C=M probeta + agua + material	=				995.7
A= Masa de material seco	=				500.0
v= Volumen de la probeta	=				102.5
Temperatura / Densidad del Agua	30				0.9975
DENSIDAD SSS (g/cm ³)	=				2.608
DENSIDAD NOMINAL (g/cm ³)	=				2.646
ABSORCION %	=				1.493
CONTENIDO DE M. O	=				2
MODULO DE FINURA	=				2.48
MASA UNITARIA					
MASA MUESTRA + MOLDE		S	C		
SUELTO	APISONADO	MASA MOLDE	187.7	187.7	% HUMEDAD
6160.5	6843.9	VOL. MOLDE S	4014.2		0
6185.5	6840.9	VOL. MOLDE C	4014.2		
6175.4	6835.3	MASA UNITARIA SUELTA (g/cm ³)		1.490	
		MASA UNITARIA APISONADA (g/cm ³)		1.657	
Elaboró:  M. BRIYITT SATIZABAL A. Geotecnologa					

Fuente: Tomado de M. Briyitt Satizabal A.

Tabla 2 Dosificación de mezcla de concreto, agregado grueso

DOSIFICACION DE MEZCLAS DE CONCRETO					
PROYECTO:	CONSTRUCCIÓN DE PLACA HUELLA PARA EL MEJORAMIENTO DE LAS VÍAS DE LAS VEREDAS EN EL MUNICIPIO DE POPAYÁN.	FECHA MUEST.	2018-12-28		
CONTRATISTA:	CONSORCIO VÍAS RURALES POPAYÁN 2018. NIT:901.237.761-3	FECHA ENSAYO:	2018-12-28		
INTERVENTORIA:	CONSORCIO VIAL DEL SUR. NIT: 901.237.766-1	INFORME No.	1		
MATERIAL:	TRITURADO 3/4"	ENSAYO No.	1		
LOCALIZACIÓN:	SECTOR DOS RIOS				
FUENTE:	AGREGADOS DEL CAUCA				
AGREGADO GRUESO					
P1	3200	(g)			
ABERTURA DE TAMIZ (mm)	MASA RETENIDA (g)	% RETENIDO	% RETENIDO ACUMULADO	% PASA	
50	0	0.0	0.0	100.0	
38	0	0.0	0.0	100.0	
25	333.24	10.4	10.4	89.6	
19	834	26.1	36.5	63.5	
12.5	1763.3	55.1	91.6	8.4	
8.5	60.1	1.9	93.5	6.5	
4.8	7.1	0.2	93.7	6.3	
2.4	0.3	0.0	93.7	6.3	
1.2	0.5	0.0	93.7	6.3	
0.075	0.5	0.0	93.7	6.3	
FONDO	200.96	6.3	100.0		
TOTAL	3200				
					TAMANO MAXIMO (mm) 38.1
MASA UNITARIA					
MASA MUESTRA + MOLDE		S C			
SUELTO	APISONADO	MASA MOLDE	187.7	187.7	% HUMEDAD 0
5924.4	6317.8	VOL. MOLDE S	4014.2		
5922.5	6326.8	VOL. MOLDE C	4014.2		
5930.8	6310.8	MASA UNITARIA SUELTA (g/cm ³)			1.429
		MASA UNITARIA APISONADA (g/cm ³)			1.527
Elaboró:  M. BRIYITT SATIZABAL A. Geotecnologa					

Fuente: Tomado de M. Briyitt Satizabal A.

El concreto hidráulico que se utiliza para la placa huella deberá cumplir con lo establecido en el artículo 500, Pavimento de Concreto Hidráulico, de las especificaciones del INVIAS, particularmente en lo que se refiere a cemento, agua, agregado fino, agregado grueso, reactividad, aditivos y acero. Deberá tener una resistencia a la compresión de 21 MPa.

Durante el fraguado inicial de la placa se realiza un rayado en forma de espina de pescado (Figura 21), a una distancia de 0,01 metros una línea de la otra, con el fin de proporcionar mayor adherencia y tracción de las llantas del vehículo con la vía, no obstante, su figura en V tiene como función generar desagüe hacia las cunetas así evitar saturaciones y posibles incorporaciones de flujo a la estructura de concreto.

Figura 21 Acabado en espina de pescado



Fuente: Propia

La superficie de la Placa-huella debe tener una textura transversal homogénea en forma de estriado, que cumpla con lo indicado en el numeral 500.4.15 del Artículo 500 de las especificaciones INVIAS-2013.

También, se realiza un acolillado en las partes laterales de la placa (Figura 22), para mejorar la estética de la estructura. Después de 24 horas se realiza la dilatación de las riostras con cortadora, haciendo un corte de aproximadamente 0.05 m.

Figura 22 Acolillado de placas



Fuente: Propia

Al finalizar la fundición se aplica anti sol (Figura 23) con el fin de ayudar a que los fuertes rayos del sol no provoquen grietas ni fisuras que afecten el correcto curado del concreto.

Es necesario recalcar que la Placa Huella no caracteriza una estructura de pavimento, por lo que cambios drásticos en la tipología de vehículos (y las cargas que transporte) que transiten sobre la superficie de la vía terciaria mejorada, pueden afectar su durabilidad, reduciendo la vida útil de las obras, por la consecuente aceleración del deterioro.

Figura 23 Aplicación de antisol



Fuente: Propia

6.6. FORMALETA DE CUNETAS Y BORDILLO

Luego de tener nuestra sección transversal de 3.60 m se procede a realizar la excavación que debe ser de 0.55 m de profundidad y en la parte del fondo ancho de aproximadamente 0.25 m que garantice que a la hora de acomodar formaleta el ancho sea de 0.20 m para el bordillo que se fundirá de manera monolítica junto a la cuneta, para estabilizar la formaleta se vuelven a utilizar pines de acero y se amarra con alambre (

Figura 24), siempre garantizando las medidas del bordillo 0.15 m de ancho y de la cuneta 0.55 m de ancho.

Figura 24 Instalación formaleta de cuneta y bordillo



Fuente: Propia

6.7. INSTALACIÓN DE ACERO PARA CUNETAS Y BORDILLOS

El acero de la cuneta se iba colocando de acuerdo al diseño, es decir, que con un ancho de 0.55 m se colocaban 3 varillas de $\frac{1}{2}$ " con longitud de 6 m separadas a 0.15 m, traslapos de 0.60 m y de manera transversal eran varillas $\frac{3}{8}$ " con longitud de 0.41 separada cada 0.30 m (Figura 25).

El bordillo era con unas "S" de $\frac{3}{8}$ " con longitud de 0.60 m cada 0.20 m y una varilla de $\frac{1}{2}$ " en la parte de arriba y abajo con traslapos de 0.60 m. Para la parrilla de cuneta y el acero del bordillo también se colocaban las panelas de concreto que garantizan el recubrimiento.

Figura 25 Acero de refuerzo de cuneta y bordillo



Fuente: Propia

Cada cierta longitud se instala varillas de 3/8" de 0.15m para garantizar el ancho del bordillo y evitar que la formaleta se encorve.

6.8. FUNDICIÓN DE CUNETA Y BORDILLO LATERALES DE LA VÍA

Con el fin de evitar la socavación de los lados laterales de la placa huella, por acción de aguas lluvias y garantizar la durabilidad de las obras se construyen cunetas revestidas en concreto siguiendo las especificaciones generales de construcción de carreteras del INVIAS, se construirán en V o con bordillo según la exigencia de la vía.

La fundición de la cuneta y el bordillo se hacen de manera monolítica (Figura 26), el concreto utilizado para esta fundición es de 3000 psi donde también se deben tomar muestras para realizar pruebas y comprobar su resistencia.

El método de construcción puede ser de tipo ajedrezado o fundida continua, nosotros lo realizamos con fundida continua por presentar mejor rendimiento y comprometidos a realizar la dilatación 24 horas después para evitar fisuras.

Figura 26 Fundición de cuneta y bordillo



Fuente: Propia

El agua de las cunetas fluye por gravedad hacia cajas colectoras, ubicadas cada 100 m a cada uno de los costados de la placa huella. Las pocetas o cajas colectoras son un tipo de estructura de entrada de las alcantarillas, que captan las aguas provenientes de cunetas de corte, cunetas en separadores, bajantes o filtros, permitiendo su cruce bajo la vía, donde desaguan atendiendo los criterios de minimización de impactos y de socavación en la corriente receptora

Durante el fraguado inicial se realiza un escobeado y luego un acolillado longitudinal a la placa huella y se aplica anti sol (Figura 27).

Figura 27 Acabado de cuneta y bordillo



Fuente: Propia

El concreto debe tener un buen acabado, pues las características que debe cumplir no solo son de funcionalidad sino también de estética. Para esto se limpian las juntas con cepillo de alambre, como sugerencia se puede emplear una escoba para dar el acabado final.

El concreto debe ser debidamente vibrado para conservar el buen acabado de los bordillos, evitando porosidades y hormigueos.

6.9. RELLENOS

Una vez finalizada la placa huella, se realiza un relleno en las partes laterales para proteger la estructura y evitar que se presente socavación. Para la conformación de la capa o terreno que va a funcionar como protección, se requiere la disposición de una capa de relleno granular, estos rellenos se deben compactar adecuadamente (Figura 28).

Figura 28 Compactación de rellenos



Fuente: Propia

Tanto al inicio como al final de los tramos del proyecto para construcción de Placa Huella, se presenta interacción con otras estructuras que pueden ser pavimentos, (rígidos o flexibles), puentes, capas de afirmado en buen estado e incluso Placa Huella construida previamente. Para estos casos se deberá considerar un tratamiento especial de compactación adicional a las zonas en contacto por fuera de la Placa Huella a Construir si es el caso de afirmados. En las otras situaciones se considera que el pavimento, puente, o Placa Huella no lo requieren.

Esta recomendación parte del hecho que las diferencias de compacidad del afirmado en contacto con la Placa Huella, al ser sometido a la acción de las cargas de los vehículos podrá verse afectado generando hundimientos que generarán restricciones a la transitabilidad de la vía. Por tanto, compactaciones adicionales con material propio del afirmado en una franja de 1.50 m de longitud, serán recomendables para asumir la transición entre estructuras o placa de acceso de concreto reforzado, que en comité de obra y aprobada por interventoría se realizaron para que ayudara a proteger la estructura de la placa huella.

6.10. RESULTADOS PLACA HUELLA VEREDA CAJETE, SECTOR LA MULATA

Finalmente, se realizó un aseo donde se retiró el material sobrante y se retiró todas las herramientas y equipos por parte del contratista. Se dio por finalizada la construcción de la obra y se entregó a la comunidad del sector como se evidencia en las (Figura 29, Figura 30, **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**, Figura 31).

El diseño del pavimento con placa huella prevé que éste pueda prestar condiciones de servicio adecuadas por un período no menor a veinte (20) años siendo, como ya se dijo, la limpieza de las obras de drenaje y la rocería de las zonas laterales serían el único mantenimiento necesario.

Figura 29 Obra finalizada Vereda Cajete sector La Mulata



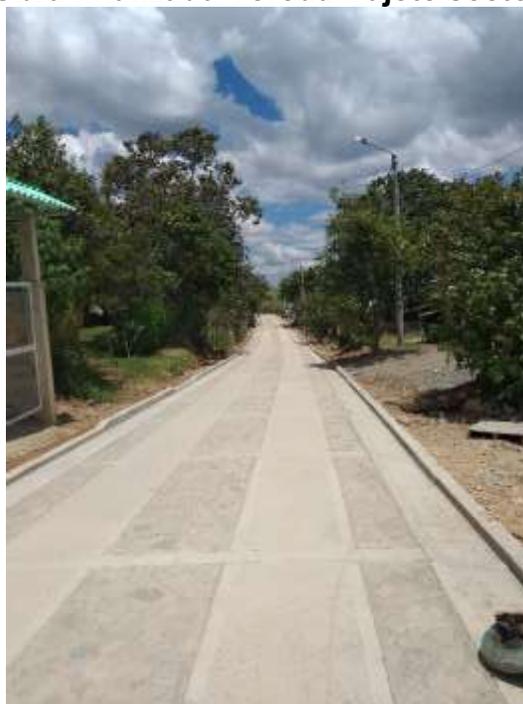
Fuente: Propia

Figura 30 Obra finalizada Vereda Cajete sector La Mulata



Fuente: Propia

Figura 31 Obra finalizada Vereda Cajete sector La Mulata



Fuente: Propia

6.11. PLACA-HUELLA VEREDA SANTA BÁRBARA

Después de finalizar la placa huella de la vereda Cajete, sector La Mulata, se inició la construcción de la placa huella de la vereda Santa Bárbara ubicada en el kilómetro 7 vía Coconuco con una sección transversal diferente a la que define el manual del INVIAS, pero con el mismo sistema constructivo anteriormente mencionado.

Para esta placa se presentó el problema de que estaba escasa la piedra en la región, ante la dificultad para obtener este material importante para el concreto ciclópeo, como ingeniero auxiliar del proyecto y responsable de la placa propuse modificar la sección transversal así: En este sector contábamos con un ancho de 5.0 m, solo se hace la franja central de piedra y se eliminan las laterales; la franja central tenía 1.0 m de ancho y cada 2.7 m se colocaban cajones intermedios con separación de 0.20 m con el fin de luego poder hacer la excavación de la riostra (Figura 32). Esta propuesta fue expuesta y aprobada por el ingeniero contratista e interventoría en comité de obra.

Figura 32 Franja central concreto ciclópeo



Fuente: Propia

La excavación de la riostra era de 0.20 m de ancho, 3.20 m de longitud (longitud diferente a la de la guía del INVIAS) y 0,30 m de profundidad (Figura 33), después de la excavación se realizaba el respectivo solado.

Figura 33 Excavación y solado de riostra



Fuente: Propia

Las placas de concreto tenían un ancho de 1.10 m, para compensar las secciones laterales de concreto ciclópeo que se eliminaron. Esto genera un incremento en el costo de la placa huella debido a que el concreto de 21 MPa (3000 psi) es más alto que el concreto de 2000 psi.

Esto para el contratista es más beneficioso porque genera más ingresos, pero para la entidad contratante hace que se disminuya las longitudes de las placas para compensar.

Las mallas son 7 varillas de $\frac{1}{2}$ " con longitudes de 6 m separadas cada 0.15 m y varillas transversales de $\frac{3}{8}$ " separadas cada 0.30 m, se utiliza un traslapo de 0.60 m y alambre para hacer los amarres (Figura 34).

Figura 34 Mallas extendida para fundición de placa



Fuente: Propia

Para la fundición de la placa (Figura 35), se tomó la decisión de cambiar las proporciones de la mezcla debido a las altas resistencias que se estaban obteniendo con 1:2:3 para un concreto de 3000 psi; se hicieron diferentes pruebas (**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**) y se definió la nueva proporción así: 1:2.5:3.5 que seguía cumpliendo y minimizaba costos en la producción del concreto.

Además de cambiar las proporciones, se pasó de cemento gris de uso general (saco de 50 kg) a cemento argos estructural (saco de 42.5 kg), porque con este último se obtenían resistencias más altas.

Figura 35 Fundición de placa



Fuente: Propia

En cuanto a la cuneta, se definió un ancho de 0.75 m (0.90 m con bordillo), para lograr el ancho de la sección requerida que era de 5.0 m. Por ello, era necesaria una varilla más de $\frac{1}{2}$ longitudinalmente para garantizar el correcto funcionamiento de la sección.

El acero de la cuneta se iba colocando de acuerdo al diseño, es decir, que con un ancho de 0.75 m se colocaban 4 varillas de $\frac{1}{2}$ " con longitud de 6 m separadas a 0.15 m, traslapos de 0.60 m y de manera transversal eran varillas $\frac{3}{8}$ " con longitud de 0.70 m separada cada 0.30 m (Figura 36).

Figura 36 Fundición cuneta y bordillo



Fuente: Propia

Una vez finalizados los pasos anteriormente descritos, se da por finalizada la obra de construcción de placa huella y se le hizo entrega a la comunidad (Figura 37, Figura 38, Figura 39), con la observación de permitir el tráfico vehicular 28 días después para garantizar que los concretos fundidos alcancen la resistencia deseada, obteniendo como resultado una vía acorde a las necesidades de la población beneficiada ayudando a la población a realizar desplazamientos por una vía que cumple con las especificaciones básicas y limitantes de la red terciaria nacional.

Figura 37 Obra finalizada Vereda Santa Bárbara



Fuente: Propia

Figura 38 Obra finalizada Vereda Santa Bárbara



Fuente: Propia

El uso de pavimentos en placa-huella de concreto se ha incrementado en Colombia en los últimos años, al parecer, debido a las condiciones climáticas de muchas zonas del país que hacen que la conservación de vías en afirmado sea poco efectiva, con necesidades de inversión que en la mayoría de los casos no reflejan los esfuerzos en conservación de redes viales terciarias que realizan los entes gubernamentales.

El objetivo de la placa huella es resolver problemas de la red terciaria como de alta pendiente, suelo inestable y curvas cerradas en tramos cortos.

Figura 39 Obra finalizada Vereda Santa Bárbara



Fuente: Propia

Se realizó el seguimiento diario en los temas de seguridad industrial y salud ocupacional del personal de la obra, con apoyo de un programa de revisión permanente que garantizaba que cada uno de los trabajadores y exceptuando situaciones extraordinarias, contara con todos los elementos de seguridad industrial y con las herramientas y espacios de trabajo adecuados para el desarrollo de las labores cotidianas, así como el control del equipo utilizado en obra.

7. CONCLUSIONES

- ❖ Se realizó la supervisión, vigilancia y control mediante toma de espesores, toma de densidades y ensayos de laboratorio. La revisión de los trabajos de las diferentes actividades de la obra e ir revisando los procesos de acuerdo con las especificaciones técnicas.

- ❖ Se analizó la planeación de actividades como accesos a viviendas, empalmes y recalce de cámaras y en procesos constructivos se verifico que estuvieran los materiales, la mano de obra (**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**), y las diferentes cuadrillas para realizar las actividades de la obra.

- ❖ Se conoció las diferentes prácticas administrativas que desempeña el consorcio, como es las funciones que desempeña el gestor de SG-SST frente a los programas de trabajo en equipo y de liderazgo que se llevan en el progreso de obra y que son necesarias para que el buen desarrollo del proyecto.

- ❖ Se realizó informes parciales que se iban acoplado al cronograma, al igual que un informe final que representa las actividades ejecutadas en el proceso constructivo durante la duración de la pasantía mostrando paso a paso el aprendizaje obtenido, los logros alcanzados, actividades realizadas y validez del trabajo ejecutado. Al igual que, el cumplimiento de las horas estipuladas para el practicante.

- ❖ El proceso de aprendizaje teórico práctico no solo abre puertas, al futuro profesional, sino que también es un mecanismo de acercamiento real con la labor del ingeniero, ya que es en esta práctica donde se evalúan los conocimientos aprendidos a través del quehacer.

- ❖ La labor desempeñada en toda la pasantía fue de revisión, cabe resaltar que un buen proceso de interventoría permite construir y entregar un producto de calidad, debido a que regularmente se encuentran errores en los procesos constructivos como lo es el amarre de acero, localización de elementos y fundición de elementos estructurales en concreto.

- ❖ La placa huella en vereda Cajete, sector La Mulata y vereda Santa Bárbara cumple con características de una obra en ingeniería civil es estética, útil y funcional.

- ❖ La mano de obra calificada y no calificada, el tiempo de ejecución otorgado por el ente contratante en el cronograma de ejecución y el mal tiempo, fueron causas principales para que no se pudiera cumplir con los tiempos estipulados, pero no deslegitimo el hecho de que se cumpliera con el cronograma general.

- ❖ Los elementos estructurales de concreto cumplieron con la resistencia mínima requerida de 2000 Psi y 3000 Psi.

8. RECOMENDACIONES

- ❖ Tener bien fundamentado el proceso constructivo, conocer y hacer cumplir las especificaciones del proyecto, tener ética y responsabilidad al momento de la ejecución, son los pilares para realizar un buen proyecto, tanto en calidad, servicio y cumplimiento de los tiempos estipulados.

- ❖ También es importante entender que si bien, se tiene un cronograma, insumos, implementos, costos y condiciones planteadas al momento del proyecto, la recursividad es un factor importante, al momento de realizarse cambios al cronograma, cuando existen factores externos que se disponen en la práctica, como son las condiciones climáticas, las condiciones sociales, el suministro de insumos, etc.

- ❖ Los proyectos de esta magnitud son soluciones de alta calidad para que las alcaldías se apropien de vías terciarias como en este caso las catorce veredas beneficiadas, la cual requiere que se atienda esta problemática específica con la implementación de manera ágil y eficiente la construcción de la placa huella.

9. BIBLIOGRAFÍA

- ❖ Colombia, El Concejo municipal de Popayán, Plan de Desarrollo del Municipio de Popayán para la vigencia (2004 – 2007) Recuperado de:
[http://cdim.esap.edu.co/bancomedios/documentos%20pdf/pd_plan_de_desarrollo_popayan_cauca_\(66_p%C3%A1g_192_kb\).pdf](http://cdim.esap.edu.co/bancomedios/documentos%20pdf/pd_plan_de_desarrollo_popayan_cauca_(66_p%C3%A1g_192_kb).pdf)
- ❖ Instituto Nacional de Vías INVIAS (2017), Guía de diseño de pavimentos con placa-huella. Bogotá- Colombia. Recuperado de:
<https://www.invias.gov.co/index.php/archivo-y-documentos/documentos-tecnicos/6644-guia-de-disenoo-de-pavimentos-con-placa-huella>

10. ANEXOS

Anexo 1. Resultados densidades vereda Cajete, sector La Mulata

PUNTO NO.	ABSCISA	LOCALIZACION			FECHA TOMA	DENSIDAD EXIGIDA (%)	RESISTENCIA OBTENIDA (%)	LABORATORIO
		MI	EJE	MD				
1	KO+010	X			20/07/2019	95%	100%	GEOFISICA
2	KO+020		X		20/07/2019	95%	101%	GEOFISICA
3	KO+030			X	20/07/2019	95%	103%	GEOFISICA
4	KO+040	X			20/07/2019	95%	99%	GEOFISICA
5	KO+050		X		20/07/2019	95%	100%	GEOFISICA
6	KO+060			X	20/07/2019	95%	98%	GEOFISICA
7	KO+070		X		20/07/2019	95%	102%	GEOFISICA
8	KO+080	X			20/07/2019	95%	100%	GEOFISICA
9	KO+090		X		20/07/2019	95%	97%	GEOFISICA
10	KO+100			X	20/07/2019	95%	101%	GEOFISICA
11	KO+110		X		20/07/2019	95%	97%	GEOFISICA
12	KO+120	X			20/07/2019	95%	98%	GEOFISICA
13	KO+130		X		20/07/2019	95%	95%	GEOFISICA
14	KO+140			X	20/07/2019	95%	97%	GEOFISICA
15	KO+150		X		20/07/2019	95%	96%	GEOFISICA
16	KO+160	X			20/07/2019	95%	98%	GEOFISICA
17	KO+170		X		20/07/2019	95%	103%	GEOFISICA
18	KO+180			X	20/07/2019	95%	100%	GEOFISICA
19	KO+190		X		20/07/2019	95%	98%	GEOFISICA
20	KO+200	X			20/07/2019	95%	101%	GEOFISICA
21	KO+210		X		20/07/2019	95%	102%	GEOFISICA
22	KO+220			X	20/07/2019	95%	99%	GEOFISICA
23	KO+230		X		20/07/2019	95%	98%	GEOFISICA
24	KO+240	X			20/07/2019	95%	100%	GEOFISICA
25	KO+250		X		20/07/2019	95%	97%	GEOFISICA
26	KO+260			X	20/07/2019	95%	96%	GEOFISICA
27	KO+270		X		20/07/2019	95%	97%	GEOFISICA
28	KO+280	X			20/07/2019	95%	100%	GEOFISICA
29	KO+290		X		20/07/2019	95%	97%	GEOFISICA
30	KO+300			X	20/07/2019	95%	98%	GEOFISICA
31	KO+310		X		20/07/2019	95%	102%	GEOFISICA
32	KO+320	X			20/07/2019	95%	102%	GEOFISICA
33	KO+330		X		20/07/2019	95%	99%	GEOFISICA

Anexo 2. Resultados cilindros de concreto vereda Cajete, sector La Mulata

Nº	LOCALIZACION	FECHA TOMA	FECHA ROTURA	RESULTADO (PSI) - EDAD DIAS-			RESISTENCIA EXIGIDA (PSI)	LABORATORIO
				R7	R14	R28		
1	Huella Concreto k0+045	10/08/2019	17/08/2019	2373			3000 psi	GEOANALISIS
2		10/08/2019	07/09/2019			3527	3000 psi	GEOANALISIS
3	Huella ciclópeo k0+070	16/08/2019	23/09/2019	1310			2000 psi	GEOANALISIS
4		16/08/2019	30/09/2019		1984		2000 psi	GEOANALISIS
5		16/08/2019	13/09/2019			2420	2000 psi	GEOANALISIS
6	Huella concreto k0+090	28/08/2019	04/09/2019	3078			3000 psi	GEOANALISIS
7		28/08/2019	25/09/2019			3878	3000 psi	GEOANALISIS
8	Huella concreto k0+115	13/09/2019	20/09/2019	2837			3000 psi	GEOANALISIS
9		13/09/2019	11/10/2019			3920	3000 psi	GEOANALISIS
10	Cuneta k0+110	18/09/2019	25/09/2019	1879			3000 psi	GEOANALISIS
11		18/09/2019	02/10/2019		2339		3000 psi	GEOANALISIS
12		18/09/2019	16/10/2019			3083	3000 psi	GEOANALISIS
13	Cuneta k0+150	25/09/2019	02/10/2019	2412			3000 psi	GEOANALISIS
14		25/09/2019	09/10/2019		2603		3000 psi	GEOANALISIS
15		25/09/2019	23/10/2019			3590	3000 psi	GEOANALISIS
16	Cuneta k0+190	04/10/2019	18/10/2019		2468		3000 psi	GEOANALISIS
17		04/10/2019	01/11/2019			3050	3000 psi	GEOANALISIS
18	Huella Ciclópeo k0+210	11/10/2019	18/10/2019	1124			2000 psi	GEOANALISIS
19		11/10/2019	25/10/2019		1427		2000 psi	GEOANALISIS
20		11/10/2019	08/11/2019			2042	2000 psi	GEOANALISIS
21	Huella Concreto k0+240	18/10/2019	25/10/2019	1899			3000 psi	GEOANALISIS
22		18/10/2019	01/11/2019		2549		3000 psi	GEOANALISIS
23		18/10/2019	15/11/2019			3061	3000 psi	GEOANALISIS
24	Huella Ciclópeo k0+260	19/10/2019	26/10/2019	1216			2000 psi	GEOANALISIS
25		19/10/2019	16/11/2019			2184	2000 psi	GEOANALISIS
26	Cuneta k0+300	29/10/2019	05/11/2019	2431			3000 psi	GEOANALISIS
27		29/10/2019	26/11/2019			3303	3000 psi	GEOANALISIS

Anexo 3. Resultados cilindros para 3000 psi con diferentes proporciones

DISEÑO MEZCLA DE CONCRETO LISTA DE RESISTENCIAS		RESISTENCIA A LA COMPRESION						
 <p>GEOANÁLISIS - LAB Laboratorio de Concretos, Suelos y Pavimentos</p>								
OBRA: CONSTRUCCION DE PLACA HUELLA UBICACIÓN: VEREDA SANTA BARBARA - POPAYAN - CAUCA SRES: CONSORCIO VIAL DEL SUR SRES: CONSORCIO VIAS RURALES 2018 MATERIALES: CTO ARGOS ESTRUCTURAL - ARENA Y TRITURADO GALINDEZ								
PROB No.	FECHA FUNDIDA	FECHA RUPTURA	AST. Pg	TIPO DE MEZCLA P.S.I.	RESISTENCIA		PROB. P.S.I. 28 DIAS	OBSERVACIONES
					Lect.Dia	7 - DIAS 21 DIAS		
1	20-dic-19	10-ene-20		3000	49,86	3919		1: 2,25:3,25
2	20-dic-19							
1	20-dic-19	10-ene-20		3000	41,24	3265		1: 2,5 : 3,5
2	20-dic-19							
OBSERVACIONES: CILINDROS TRAIADOS AL LABORATORIO PARA SU ENSAYO A COMPRESION								
<p>ESTUDIO DE SUELOS- ENSAYOS DE LABORATORIO- CONTROL DE CALIDAD Calle 42N No.6 - 28 Barrio Voz de Pírcoto Tel. 8202306 Cel. 3154683980 Popayán Email: geoanalisislab@hotmail.com</p> <p style="text-align: right;">Luis Enrique Obregón Plaza Geoanálisis - Lab MAY 26 10:00:00 CAU</p>								

Anexo 5. Control diario de maquinaria

		CONTROL DIARIO DEL EQUIPO DEL CONTRATISTA		CONSORCIO VIAL DEL SUR INSPECTOR																																
PROYECTO: <u>CONSTRUCCION PLACA HUELLA MUNICIPIO PORAYAS</u>		CONTRATISTA: <u>CONSORCIO VIAS RURALES PORVIM 2018</u>		SECTOR: <u>VEREDA MULATA</u>																																
				Hoja <u>1</u>																																
No	EQUIPO	PERIODO: SEPTIEMBRE DE 2019																												TOTAL HRS	ESTADO		PROCESION			
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28		29	30	S	N	PREP	ALQUIL
1	MEZCLADORA	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	24	X		X		
2	VEHICULO MANUAL	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	24	X		X		
3	HERRAMIENTA MANEJO	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	24	X		X		
4	CORTADORA MANUAL	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	24	X		X		
5	COMPACTADOR MANUAL (BARRA)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	24	X		X		
6	CORTADORA	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	24	X		X		
7																																				
8																																				
9																																				
10																																				

CONVENCIONES: S: BUENO N: MALO P: FALTO R: NO

OBSERVACIONES:

P. P. 2

 INSPECTOR INTERVENTORIA

Anexo 6. Resolución trabajo de grado

Facultad de Ingeniería Civil



Universidad
del Cauca

RESOLUCIÓN No. 239 DE 2019
09 DE OCTUBRE
8.3.2-90.2

Por la cual se autoriza un TRABAJO DE GRADO, **PRACTICA PROFESIONAL - PASANTIA**, y se designa su Director.

EL CONSEJO DE FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL de la Universidad del Cauca, en uso de sus atribuciones funcionales y,

CONSIDERANDO

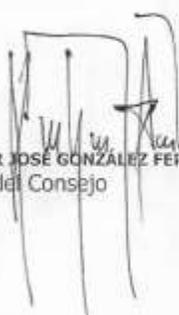
Que mediante los Acuerdos 002 de 1989, 003 y 004 de 1994 y 027 de 2012, emanados del Consejo Académico de la Universidad del Cauca, se estableció el TRABAJO DE GRADO y por Resolución No. 820 de 2014 del Consejo de Facultad de Ingeniería Civil, se reglamentó dicho Trabajo de Grado en las modalidades Investigación, Pasantía y Práctica Social.

RESUELVE

ARTÍCULO ÚNICO: Autoriza al estudiante **WILLIAM FERNANDO MEDINA ALVIRA**, con código 100414020592 la ejecución y desarrollo del Trabajo de grado, **Practica Profesional-Pasantía** titulado: **Auxiliar en Residencia de obra en la Construcción de Placa Huella para el Mejoramiento de las Vías de 14 Veredas en el Municipio de Popayán**, bajo la dirección del Ingeniero (a) Hugo Yair Orozco Dueñas, avalado por el Consejo de Facultad como requisito parcial para optar al título de Ingeniero(a) Civil.

COMUNIQUESE Y CÚMPLASE

Se expide en Popayán, a los veinticinco (09) días del mes de octubre de dos mil diecinueve (2019)


Ing. ALDEMAR JOSÉ GONZÁLEZ FERNÁNDEZ
Presidente del Consejo


SANDRA MARIA FERNANDEZ CORAL
Secretaría General

Elaboró: Diana Mejías