



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA CENTROAMERICANA

FACULTAD DE INGENIERÍA

PRÁCTICA PROFESIONAL

**PROYECTO: OBRAS PARA LA ATENCIÓN DE SITUACIONES DE EMERGENCIAS GENERADAS POR LA
TORMENTA TROPICAL NO. 14, EN LA RED VIAL DEL SECTOR 49 DEL DEPARTAMENTO DE VALLE,
RUTA 114, LA LLAVE-EL POLVO-AGUA FRÍA Y EL TRAMO AGUA FRÍA-RÍO NACAOME-EL CHILCAL
Y REPARACIÓN DE PUENTE METÁLICO GUACIROPE**

PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO:

INGENIERO CIVIL

PRESENTADO POR:

LUIS ENRIQUE RIVERA SANTOS 21541244

ASESOR: ING. HÉCTOR WILFREDO PADILLA SIERRA

CAMPUS SAN PEDRO SULA

ENERO 2020

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA CENTROAMERICANA

RECTOR ACADÉMICO:

MARLON ANTONIO BREVÉ REYES

VICERRECTOR ACADÉMICO:

DESIRÉE TEJEDA CALVO

SECRETARIO GENERAL:

ROGER MARTÍNEZ MIRALDA

VICERRECTORA CAMPUS SAN PEDRO SULA:

CARLA MARÍA PANTOJA ORTEGA

JEFE ACADÉMICO DE INGENIERÍA CIVIL

HÉCTOR WILFREDO PADILLA SIERRA

PRODECON, S.A. DE C.V.

**PROYECTO: OBRAS PARA LA ATENCIÓN DE SITUACIONES DE EMERGENCIAS
GENERADAS POR LA TORMENTA TROPICAL No. 14, EN LA RED VIAL DEL SECTOR 49
DEL DEPARTAMENTO DE VALLE, RUTA 114, LA LLAVE-EL POLVO-AGUA FRÍA Y EL
TRAMO AGUA FRÍA-RÍO NACAOME-EL CHILCAL Y REPARACIÓN DE PUENTE
METÁLICO GUACIROPE**

**TRABAJO PRESENTADO EN CUMPLIMIENTO DE LOS REQUISITOS
EXIGIDOS PARA OPTAR AL TITULO**

INGENIERO CIVIL

ASESOR METODOLÓGICO

“ING. JUAN RAMÓN BUSTAMANTE”

DERECHOS DE AUTOR

© COPYRIGHT

LUIS ENRIQUE RIVERA SANTOS

TODOS LOS DERECHOS SON RESERVADOS

AUTORIZACIÓN

AUTORIZACIÓN DEL AUTOR(ES) PARA LA CONSULTA, LA REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL, Y PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA DEL TEXTO COMPLETO DE TESIS DE GRADO.

Señores

CENTRO DE RECURSOS PARA EL APRENDIZAJE Y LA INVESTIGACION (CRAI)

San Pedro Sula

Estimados Señores:

La presentación del documento de tesis forma parte de los requerimientos y procesos establecidos de graduación para alumnos de pregrado de UNITEC.

Yo, Luis Enrique Rivera Santos, de San Pedro Sula autor del trabajo de grado titulado: Obras para la atención de situaciones de emergencias generadas por la tormenta tropical No. 14, en la red vial del sector 49 del departamento de Valle, Ruta 114, La Llave-El Polvo-Agua Fría y el tramo Agua Fría Nacaome-El Chilcal y reparación de Puente Metálico Guacirope, PRODECON, S.A. DE C.V., presentado y aprobado en el año 2019, como requisito para optar al título de Profesional de Ingeniero Civil, autorizo a:

Las Bibliotecas de los Centros de Recursos para el Aprendizaje y la Investigación (CRAI) de la Universidad Tecnológica Centroamericana (UNITEC), para que, con fines académicos, pueda libremente registrar, copiar y usar la información contenida en él, con fines educativos, investigativos o sociales de la siguiente manera:

Los usuarios puedan consultar el contenido de este trabajo de grado en la sala de estudio de la biblioteca y la página Web de la universidad.

Permita la consulta y la reproducción, a los usuarios interesados en el contenido de este trabajo, para todos los usos que tengan finalidad académica, ya sea en formato CD o digital desde Internet, Intranet, etc., y en general para cualquier formato conocido o por conocer.

De conformidad con lo establecido en el artículo 19 de la Ley de Derechos de Autor y de los Derechos Conexos; los cuales son irrenunciables, imprescriptibles, inembargables e inalienables. Es entendido que cualquier copia o reproducción del presente documento con fines de lucro no está permitida sin previa autorización por escrito de parte de los principales autores.

En fe de lo cual, se suscribe la presente acta en la ciudad de San Pedro Sula a los XX días del mes de enero de dos mil veinte.

Luis Enrique Rivera Santos

21541244

HOJA DE FIRMAS

Los abajo firmantes damos fe, en nuestra posición de miembro de Terna, Asesor y/o Jefe Académico y en el marco de nuestras responsabilidades adquiridas, que el presente documento cumple con los lineamientos exigidos por la Facultad de Ingeniería y los requerimientos académicos que la Universidad dispone dentro de los procesos de graduación.

Ing. Juan Ramón Bustamante

Asesor Metodológico | UNITEC

Ing. Héctor Wilfredo Padilla

Jefe Académico de Ingeniería Civil | UNITEC

Ing. Cesar Orellana

Director Académico de la Facultad de Ingeniería | UNITEC

DEDICATORIA

Quisiera dedicar esta tesis a mis padres Lelis Emin Rivera Martínez y Fany Carolina Santos González por siempre apoyarme en las decisiones y situaciones difíciles que me he enfrentado a lo largo de la vida. Por su amor incondicional y consejos de vida que me han moldeado en la persona que soy ahora. A mis amigos por siempre darme la fortaleza y motivación que necesité para seguir adelante. A mis compañeros de la universidad por haberme dado su tiempo y atención a lo largo de mi vida universitaria. Finalmente, le dedico esta tesis a todos los catedráticos que me impartieron clases en esta universidad por haberme otorgado todos los conocimientos que emplearé en mi vida profesional como Ingeniero Civil.

AGRADECIMIENTO

UNITEC

Por ser mi principal Alma Mater en estudios Universitarios e impartirme los valores y conocimientos fundamentales a aplicar para ser un Ingeniero Civil que siempre ofrezca calidad para el servicio de nuestro país.

PROFESIONALES DE LA CONSTRUCCIÓN, S.A. DE C.V. (PRODECON)

Se les agradece abrir las puertas y así hacer posible la realización de esta práctica profesional. Igualmente se agradece el apoyo técnico, intelectual y material a lo largo del periodo de 11 semanas calendario al Ingeniero Martin Mallorquín, al Ingeniero Luis Alvarado, Ingeniero Nelson Díaz y a la Ingeniero Ilsa brindado desde el primer día de la práctica para prepararme lo suficiente antes de trasladarme a la oficina de campo en Nacaome, Valle.

RESUMEN EJECUTIVO

Durante la práctica realizada en el proyecto de rehabilitación del tramo carretero llevado a cabo por la empresa PRODECON S.A. DE C.V. se realizaron múltiples actividades de apoyo a los ingenieros asistentes de la oficina de campo y a los laboratoristas encargados de realizar los ensayos de suelos y núcleos de pavimentos correspondientes al tramo. Principalmente, se apoyó en la realización del DCP en el tramo de Agua Fría y La Llave para rectificar el estado actual de la base, subbase, relleno y terreno natural en un tramo de 24 km. Así mismo, con la extracción de núcleos de pavimento flexible en los tramos de Júcaro Galán – Santa Elena y Santa Elena – Choluteca, abarcando desde el km 53+000 hasta la 96+000, apoyando en el marcaje de la ubicación de cada núcleo que se iba a extraer en cada estación. También, se apoyó en la conformación de los reportes del estado actual de la carpeta asfáltica de los siguientes tramos: El Amatillo – Puente Los Corrales, Puente Los Corrales – Júcaro Galán, Júcaro Galán – Santa Elena y Santa Elena – Choluteca. Estos reportes incluyen los estacionamientos medidos en campo, las dimensiones, espesores de campo y fotografías tomadas tanto en el lado derecho como en el izquierdo. Se apoyó en su totalidad esta parte de la práctica desde el inicio dando asistencia al ingeniero encargado y al final dando seguimiento a solas. Se realizó la revisión total de los planos de la Caja Puente de Nagarejo que otorgó la Supervisión ACI, calculándose todos los ítems de refuerzo que contenían los planos para verificar los lances, previo a la requisición de materiales.

ÍNDICE DE CONTENIDO

I.	Introducción.....	1
II.	Generalidades de la Empresa	1
2.1.	Descripción de la Empresa	1
2.1.1.	Misión.....	1
2.1.2.	Visión.....	1
2.1.3.	Valores de la Empresa.....	2
2.1.4.	Política de Calidad	3
2.2.	Descripción del Departamento o Unidad.....	3
2.3.	Objetivos	4
2.3.1.	Objetivo general.....	4
2.3.2.	Objetivos Específicos	4
III.	Marco Teórico	6
3.1.	Generalidades de Caminos y Carreteras	6
3.2.	Pavimentos Flexibles.....	6
3.2.1.	Subrasante.....	7
3.2.2.	Subbase	7
3.2.3.	Base	8
3.3.	Etapas de una carretera.....	8
3.3.1.	Planeación de Carreteras.....	8
3.3.2.	Factores de Diseño de Pavimentos Flexibles.....	9
3.3.2.1.	Transito.....	9
3.3.2.2.	Resistencia de los materiales.....	10

3.3.2.3. Características de la Subrasante.....	10
3.3.2.4. Condiciones Ambientales	10
3.3.3. Construcción de Carreteras.....	10
3.3.4. Rehabilitación y Mantenimiento de Caminos	11
IV. Descripción del Trabajo Desarrollado.....	12
4.1. Semana 1: del 07 de octubre al 12 de octubre.....	12
4.2. Semana 2: del 14 de octubre al 19 de octubre.....	13
4.3. Semana 3: del 21 de octubre al 26 de octubre.....	14
4.4. Semana 4: del 28 de octubre al 03 de noviembre.....	15
4.5. Semana 5: del 04 al 09 de noviembre.....	17
4.6. Semana 6: del 11 al 14 de noviembre.....	18
4.7. Semana 7: del 18 al 24 de noviembre.....	19
4.8. Semana 8: del 25 al 30 de noviembre.....	20
4.9. Semana 9: del 02 al 07 de diciembre.....	21
4.10. Semana 10: del 09 al 14 de diciembre.....	22
4.11. Semana 11: del 16 al 19 de diciembre.....	24
V. Conclusiones	26
VI. Recomendaciones	28
VII. Bibliografía.....	30
VIII. Anexos.....	31

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 – Longitudes de Desarrollo, patas y ganchos de Varillas.....	23
--	----

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1 – Mapa de Nacaome, Valle.....	31
Anexo 2 – Detalles Estructurales del Puente Apane: Estribos.....	31
Anexo 3 – Detalles Estructurales Puente Apane: Superestructura.....	32
Anexo 4 – Modelado 3D del Puente Apane.....	32
Anexo 5 – Excavación de calicata con la retroexcavadora R-44.....	33
Anexo 6 – Medición de espesores de capas en una calicata de 1.5 metros.....	33
Anexo 7 – Martillo para realizar el ensayo del DCP.....	34
Anexo 8 – Capas divididas y extraídas de calicata.....	34
Anexo 9 – Bocat BC-15 con aditamento de Fresado.....	35
Anexo 10 – Compresor Móvil CM-25.....	35
Anexo 11 – Distribuidora de Asfalto DA-06.....	36
Anexo 12 – Volqueta V-40 con Mano de Obra Calificada.....	36
Anexo 13 – Grieta longitudinal en el hombro izquierdo.....	37
Anexo 14 – Ubicación al azar de núcleos de la primera estación.....	37
Anexo 15 – Extractor de núcleos de pavimentos flexibles.....	38
Anexo 16 – Llenado y compactado de los huecos de briquetas con asfalto en frío.....	38
Anexo 17 – Núcleo de carpeta asfáltica.....	39
Anexo 18 – Briqueta PRODECON vs Briqueta ASTALDI.....	39
Anexo 19 – Estado de la carpeta actual Tramo El Amatillo – Puente Los Corrales.....	40

Anexo 20 – Antes y Después Bache EST. 23+069.1 DER.....	40
Anexo 21 – Antes y Después Bache por quema de llantas EST. 31+740.2 DER.....	41
Anexo 22 – Antes y Después Bache por quema de llantas EST. 31+740.2 IZQ.....	41
Anexo 23 – Estado de la carpeta asfáltica – Puente Los Corrales – Jícara Galán.....	42
Anexo 24 – Antes y Después Bache por quema de llantas EST. 72+048 DER	42
Anexo 25 – Estado de la carpeta asfáltica – Jícara Galán – Santa Elena	43
Anexo 26 – Estado de la carpeta asfáltica – Santa Elena – Choluteca	43
Anexo 27 – Ahuellamiento EST. 87+202.2 DER	44
Anexo 28 – Ahuellamiento EST. 87+221.0 DER	44
Anexo 29 – Resumen de Horómetros y kilometrajes del equipo Jueves 28/11/19.....	45
Anexo 30 – Resumen costos de mano de obra calificada por actividad	45
Anexo 31 – Costo diario por tonelada de asfalto del bacheo.....	46
Anexo 32 – Modelado 3D Caja Puente Nagarejo	46
Anexo 33 – Caja Puente Nagarejo: Planta-perfil	47
Anexo 34 – Caja Puente Nagarejo: Losa Superior	47
Anexo 35 – Caja Puente Nagarejo: Losa inferior.....	48
Anexo 36 – Caja Puente Nagarejo: Sección Transversal.....	48
Anexo 37 – Caja Puente Nagarejo: Paredes Externas.....	49
Anexo 38 – Caja Puente Nagarejo: Acera y Dentellón.....	49
Anexo 39 – Tabla de cálculo de desperdicios de acero.....	50
Anexo 40 – Tabla Resumen Cantidad de Acero Caja Puente Nagarejo	51

GLOSARIO

Pavimento: “La estructura integral de las capas de subrasante, subbase, base y carpeta colocado encima de la rasante y destinada a sostener las cargas vehiculares” (Iturbide, 2002, p. 18).

Bacheo: El proceso de reparación de los baches y otros daños estructurales que se encuentran en la estructura del pavimento.

Rehabilitación: Ejecución de las actividades constructivas necesarias para restablecer las condiciones físicas de la carretera a su situación como fue construida originalmente” (Iturbide, 2002, p. 19)

Imprimación asfáltica: Proceso mediante el cual, se hace la aplicación de un material asfáltico en forma plana, sobre la superficie de un material granular no tratado.

Señalización vertical: Señales que se presentan a lo largo de la carretera, que presentan información relevante para los usuarios de estas. Al ser vertical, se encuentran en postes hincados al suelo, o sobre estructuras metálicas especiales. Entre ellas se encuentran las señales preventivas, que tienen por objeto advertir al usuario del camino la existencia de un peligro potencial y la naturaleza del mismo, las señales restrictivas, que tienen por objeto el expresar en la misma alguna fase del Reglamento de Tránsito vigente y correspondiente a la región, con el fin de que el usuario de la carretera las cumpla, tendiendo a restringir algún movimiento del vehículo. También se encuentran las señales informativas, que dan a conocer la ubicación, los desvíos, lugares relevantes, estaciones de servicio, o cualquier otra información que pueda ayudar al usuario en su viaje.

Cemento asfáltico: Asfalto refinado por destilación al vapor de los residuos más pesados del proceso de fraccionación, continuándose la destilación hasta obtener la penetración deseada.

DCP: ensayo que mide la razón de penetración el cual puede relacionarse con el CBR del suelo.

Sandblasting: “Un importante método utilizado para realizar tareas de limpieza y preparación de superficies en diferentes tipos de industrias como ser la construcción, metalmecánica, fundiciones, petróleo, minería, agricultura, etc para tratar tanto metales, cerámicas, concretos entre otros” (S.A, s. f.)

Fresado: "Consiste en la retirada superficial del pavimento bituminoso existente en mal estado, a fin de restaurar el perfil longitudinal y transversal del mismo para luego posibilitar la colocación de una nueva capa de mezcla asfáltica" («Fresado de pavimentos. ¿Cómo se realiza el fresado de asfalto?», 2018)

Núcleos extraídos: Son muestras cilíndricas de pavimentos de concreto hidráulico y de concreto asfáltico (base asfáltica, concreto de base y concretos de rodadura) así como de estructuras, tales como puentes, obras de arte, soleras y muros de contención, entre otros, para la realización de ensayos que permitan verificar la calidad e integridad de la misma" (Instituto Nacional de Vías, s. f., p. 1).

I. INTRODUCCIÓN

Una carretera o camino es una vía pública para el tránsito de vehículos que incluye la extensión total comprendida dentro del derecho de vía. Las vías de comunicación son esenciales para la supervivencia y convivencia de la sociedad, promoviendo la propagación de cultura, ideologías políticas y económicas las cuales influyen a las demás comunidades. El desarrollo de la sociedad depende de que tan conectado esté. A medida avanzan los años el tráfico aumenta en las ciudades lo cual, consecuentemente, obliga al ingeniero civil a desarrollar nuevas conexiones más eficientes y recónditas que beneficien a aquellas comunidades que han estado incomunicado con el resto del país. Cabe resaltar que, los fenómenos naturales son uno de los grandes obstáculos en la integridad de estas conexiones, fenómenos tales como tormentas, terremotos o inundaciones. El departamento de Valle no es diferente y es víctima de dichos fenómenos. Por esta razón, se compromete a rehabilitar el Puente Metálico Guacirope cuya integridad se ha perdido a través de los años. Para esto se desviará el tráfico por la Ruta 114 que pasará por varias comunidades aledañas a Nacaome, Valle. Por medio de la presente investigación se expondrá las actividades que se realizaron durante la práctica profesional en la empresa de PRODECON, la cual se ha comprometido a construir estas obras, de manera semanal, sustentando la información vista en campo con información de recursos literarios en el marco teórico. Así mismo, se presentarán las generalidades de la empresa desde su procedencia, visión, misión y valores que son fundamentales para la empresa.

II. GENERALIDADES DE LA EMPRESA

En el siguiente capítulo se hace una breve descripción de la empresa y el proyecto donde se pretende llevar a cabo la práctica profesional. La descripción de la empresa incluirá su procedencia, misión, visión y filosofías. Por último, se presentará el objetivo general, seguido de los objetivos específicos a considerar durante la realización de la práctica profesional en PRODECON S.A. DE C.V.

2.1. DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA

La empresa PROFESIONALES DE LA CONSTRUCCIÓN, S.A. DE C.V. (PRODECON) fue fundada el 26 de junio de 1979, en San Pedro Sula, Cortés, Honduras, Centro América, con la visión de un grupo de profesionales de la ingeniería de poner la conjugación de sus experiencias individuales al servicio del desarrollo económico y social del país. Esta empresa tiene por finalidad la construcción de toda clase de obras de ingeniería, con experiencia a nivel nacional e internacional principalmente en obras de carreteras y puentes, y también, como plano secundario, a viviendas, urbanizaciones y obras marítimas.

2.1.1. MISIÓN

La misión de PRODECON es construir todo tipo de obras civiles, satisfaciendo las expectativas de sus clientes a través de un compromiso que se fundamenta en la calidad, precios competitivos y plazos seguros.

2.1.2. VISIÓN

PRODECON buscará consolidarse como constructora líder por excelencia, con mayor presencia y solidez en el mercado centroamericano y del Caribe para el año 2024, correspondiendo a las necesidades de su clientela y, por medio de un mejoramiento continuo, lograr sus objetivos de calidad y crecimiento.

2.1.3. VALORES DE LA EMPRESA

- 1) Integridad: El prestigio y la reputación de la Empresa PRODECON son muy importantes. El personal de nuestra empresa ha sido el creador de esta sólida reputación, por tanto, es vital mantener un alto estándar de buena conducta en todas las operaciones y transacciones. Integridad, justicia, respeto y buena fe, están presente en cada decisión de negocios con clientes y colaboradores.
- 2) Respeto: En la Empresa PRODECON valoramos el respeto en todas sus formas, por lo tanto, nuestras políticas prohíben todo tipo de Acoso, o discriminación por motivos de raza, color, sexo, religión, país de origen, ciudadanía, edad, incapacidad física o mental u otra condición particular de las personas.
- 3) Lealtad: En la Empresa PRODECON el concepto de lealtad significa actitud evidente de ENTREGA y dedicación a las labores asignadas. La lealtad será demostrada a través del compromiso de mantener y fomentar la competencia libre y abierta asegurando un servicio eficiente y condiciones de negocio razonables en costo/beneficio por parte de la Empresa PRODECON y por la disponibilidad de tiempo y horarios con que el empleado desempeñe sus funciones de acuerdo a los requerimientos y necesidades de la empresa y sus propias disponibilidades.
- 4) Responsabilidad: Otros de nuestros principios clave en la Empresa PRODECON es el valor de cumplir, con esto debemos entender que todos los empleados y colaboradores de PRODECON deben tener la determinación de usar eficientemente nuestros recursos mentales y físicos para conseguir nuestras metas. La base de esta actitud es el compromiso personal con la misión.
- 5) Servicio y conocimiento del cliente: En la empresa entenderemos como "Servicio al Cliente" a la capacidad de ser útil a los demás tanto clientes internos como externos. Esta orientación de servicio la expresaremos a través de la disposición permanente a ayudar y solucionar en forma efectiva situaciones de colaboradores y clientes.

- 6) Cortesía: Es "Asumir la responsabilidad por la solución de problemas y por lograr que las cosas se hagan, además del trato amable y personalizado que todos los empleados debemos brindar a los clientes y colaboradores".
- 7) Confidencialidad: La confianza es la base del negocio ya que se genera entre personas y empresas. Todo aquello que viole la privacidad o desvirtúe la transparencia va contra la confidencialidad.
- 8) Honestidad: Éste es el valor vital y medular para lograr la prosperidad en la Empresa PRODECON ya que debemos orientar todas las acciones y estrategias de nuestra actividad de la Construcción a "hacer las cosas bien" lo que producirá confianza y credibilidad e inspirará seguridad y solidez para nuestros clientes.

2.1.4. POLÍTICA DE CALIDAD

En PRODECON construimos obras de infraestructura vial, cumpliendo con los requisitos de nuestros CLIENTES y los legales aplicables, a fin de satisfacer plenamente sus requerimientos y expectativas. Para ello la empresa cuenta con una cultura de calidad basada en los principios de honestidad, liderazgo, desarrollo del recurso humano, solidaridad, compromiso de mejora continua y seguridad en nuestras operaciones. Garantizando dicha calidad a través de la competencia de nuestros colaboradores, una infraestructura adecuada, la mejora continua de los procesos y una solidez financiera para cumplir con las demandas exigidas.

2.2. DESCRIPCIÓN DEL DEPARTAMENTO O UNIDAD

Debido a la gestión de calidad y en cumplimiento con las normas de calidad que deben de seguir en la empresa, a lo que tradicionalmente se le conocería como "Departamentos", en PRODECON se conoce como "Proceso". La empresa cuenta con un total de 11 procesos, de los cuales se referirá al proceso de construcción. El proceso de construcción es dirigido en oficina central en San Pedro Sula por el Ing. René Chinchilla. Este proceso se encarga de coordinar y darle seguimiento a todos los proyectos que se llevan a nivel nacional e internacional. El proceso mantiene ingenieros de enlace en oficina central a los proyectos, para darle seguimiento a todos los aspectos, como: cumplimiento de plazos, revisión de las estimaciones, seguimiento de los

cierres, informe de costos y rendimientos obtenidos. Dentro de los proyectos se mantiene también una oficina de campo, y en el proyecto donde se realizó la práctica profesional particularmente, se contó con un equipo de ingenieros, cuyos cargos son los siguientes: el gerente del proyecto, director de obra e ingeniero residente; el ingeniero encargado de las áreas sociales, ambientales y seguridades ocupacionales; el ingeniero encargado de mantenimiento de equipo y maquinaria. También se contaba con el ingeniero encargado de la trituración de material y técnicos laboratoristas, así mismo, el ingeniero encargado de la dosificación del concreto en conjunto con laboratoristas, entre la gran cantidad de personas y equipos involucrados en el proyecto que conforman la mano de obra calificada y no calificada propuesta para las diferentes actividades del proyecto.

2.3. OBJETIVOS

2.3.1. OBJETIVO GENERAL

Brindar apoyo a la oficina de campo del proyecto que se está llevando a cabo por la empresa PRODECON S.A. DE C.V. aplicando los conocimientos y las habilidades adquiridas en la carrera de Ingeniería Civil en UNITEC, aprovechando la oportunidad de aprender más acerca de la rama de Vías de Comunicación en la práctica profesional.

2.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- 1) Brindar acompañamiento en la colocación de base triturada, imprimación, doble tratamiento asfáltico, supervisando la correcta realización del trabajo, así como de cualquier actividad mayor que se presente en la Ruta 114 para desviar el tráfico previo a la rehabilitación del Puente Metálico Guacirope.
- 2) Brindar acompañamiento en la colocación de tuberías de concreto Tipo III de 60", 24", 72" y de concreto de 140kg/cm² necesarios para completar el vado en el Río Nacaome, parte de la Ruta 114.
- 3) Apoyar en la elaboración de planos de soporte a los cierres y estimaciones, cálculo de volúmenes y superficies de material, de carretera, accesos, bordillos, cunetas, demás obras

civiles menores, o lo que se presentase necesario durante se esté llevando a cabo el proyecto para sustentar de manera correcta las estimaciones de obra que realizarán en la oficina central.

- 4) Apoyar dentro de lo posible en el área de control y seguimiento del proyecto, control de calidad de la obra, así como dar seguimiento a alguna actividad principal en la que se encuentre el proyecto.
- 5) Relacionar los métodos constructivos y normativas aplicadas vistos en campo con los discutidos a lo largo de la carrera de Ingeniería Civil en UNITEC.
- 6) Determinar las normativas ASTM u AASHTO esenciales para asegurar la calidad de agregados como material de subbase, base y subrasante.

III. MARCO TEÓRICO

3.1. GENERALIDADES DE CAMINOS Y CARRETERAS

El ser humano tiene la necesidad de relacionarse con los demás seres vivos para poder satisfacer sus deseos sociales y facilitar su propia supervivencia. Las comunidades buscan conectarse entre sí para mejorar sus situaciones políticas, económicas y culturales. Cabe resaltar que se vive en una sociedad donde todo está conectado entre sí y todo se debe a la construcción de caminos en la superficie terrestre. "La carretera se puede definir como la adaptación de una faja sobre la superficie terrestre que llene las condiciones de ancho, alineamiento y pendiente para permitir el rodamiento adecuado de los vehículos para los cuales ha sido acondicionada" (Crespo Villalaz, 2008, pág. 1). Estos acondicionamientos son hechos por el hombre cuyos métodos han ido evolucionando, dependiendo de una gran variedad de factores que diferencian los caminos entre sí. Según Crespo Villalaz, es importante tomar en cuenta en cualquier estudio de campo para un proyecto de carreteras ciertas variables que afectan de manera directa la obra que será construida, variables, como lo son: el alineamiento del mismo camino, la velocidad de diseño, el volumen de tránsito, el tipo de tránsito, la capacidad designada del camino, las sobreelevaciones, las ampliaciones, o sobreelevaciones, las transiciones, la pendiente, la visibilidad, el ancho de la sección, el derecho de vía y las cargas del proyecto (2008, págs. 4-58). Todos estos factores son imprescindibles para el diseño de una calle, sin importar su denominación o tipo, ya que, sin estas, no se tendría la certeza que los caminos hechos trabajarán de manera adecuada de acuerdo con la demanda de servicio que se espera.

3.2. PAVIMENTOS FLEXIBLES

Se utilizan, comúnmente, los pavimentos rígidos y flexibles. Sin embargo, este informe estará orientado hacia los pavimentos flexibles. Una de las diferencias de ambos tipos de pavimentos es que se comportan de manera diferente ante las cargas emitidas por el tráfico. Los pavimentos flexibles dan lugar a mayores deformaciones causando grandes tensiones en las capas del pavimento. Por otro lado, el pavimento rígido no da lugar a deformaciones.

3.2.1. SUBBRASANTE

Según (SOPTRAVI, s. f., p. 94) es la capa de terreno que soporta la estructura de pavimento en su totalidad el cual se conforma por corte y relleno según las secciones transversales y pendientes especificadas en la obra. El espesor de las demás capas dependerá de la calidad de la subrasante por lo que se realiza un ajuste en el espesor de las capas de acuerdo a la resistencia, incompresibilidad, expansión y contracción que esta tenga. Las características que aseguran una subrasante de calidad son los suelos de preferencia granulares con porcentajes de hinchamiento según ensayos AASHTO T-193, libre de vegetación y materia orgánica. Si este no es el caso se procede a estabilizar la subrasante o reemplazarla por un material más apropiado.

3.2.2. SUBBASE

Según (SOPTRAVI, s. f., p. 95) es la capa destinada a soportar, transmitir y distribuir las cargas que provienen del tráfico, de manera que, estas puedan propagarse a lo largo de la subrasante de manera uniforme. Tiene una segunda función de drenar el agua, protegiendo la estructura de pavimento. A continuación, se presentan los requisitos que son necesarios para utilizarse como subbase.

- 1) El valor CBR debe determinarse según AASHTO T-193 sobre muestra saturada según AASHTO T-180.
- 2) El tamaño de las piedras que contenga el material de subbase no debe ser mayor de 2/3 del espesor de esta y los porcentajes que pasa los tamices No. 40 y No. 200, deben ser según AASHTO T-11 y T-27.
- 3) El índice de plasticidad debe determinarse según AASHTO T-90, y el límite Líquido según AASHTO T-89, determinados ambos sobre una muestra preparada en húmedo, según AASHTO T-146.
- 4) El equivalente de arena es determinado por el método AASHTO T-176.
- 5) El material debe estar libre de impurezas tales como: basura, materia orgánica, terrones de arcilla y cualquier otro material que pueda ocasionar problemas específicos al pavimento.

3.2.3. BASE

Según (SOPTRAVI, s. f., p. 96) es la capa cuya función principal es distribuir de manera uniforme las cargas ocasionadas por el tránsito hacia las capas inferiores. Comúnmente se utiliza la base granular el cual está constituido por piedras de buena calidad, triturada y mezclada con material de relleno en su estado natural. A continuación, se presentan los requisitos mínimos que debe obedecer el material para usarse como base en un pavimento.

- 1) Valor CBR para piedra triturada y para grava, según AASHTO T-193, la compactación según AASHTO T-180 e hinchamiento máximo según AASHTO T 193.
- 2) El material debe estar libre de impurezas y residuos orgánicos.
- 3) La porción que pasa el tamiz No. 40 debe tener un índice de plasticidad según se indica en AASHTO T-90 y un límite líquido mayor al indicado en AASHTO T-89, determinados ambos sobre una muestra preparada en húmedo según AASHTO T-25.
- 4) El porcentaje que pasa el tamiz No. 200, debe ser menor que la mitad del porcentaje que pasa el tamiz No. 40.
- 5) El equivalente de arena no debe de ser menor a como se indica en AASHTO T-176.
- 6) El material de relleno deberá ser libre de impurezas y consistir en suelo arenoso, limo orgánico, polvo de roca u otro material con alto porcentaje de partículas que pasen por el tamiz No. 10.

3.3. ETAPAS DE UNA CARRETERA

La construcción de una carretera involucra un procedimiento cronológico que se debe de seguir para asegurar la eficiencia de su diseño y construcción. A continuación, se presentan las etapas comunes de una carretera, camino o calle.

3.3.1. PLANEACIÓN DE CARRETERAS

Para diseñar una carretera se debe de tener en cuenta los factores físicos, sociales y económicos del lugar de la obra. Los aspectos físicos siendo todos aquellos elementos naturales que forman parte del proyecto. Tales como los suelos, los cuerpos de agua superficiales, la flora, fauna,

aspectos climatológicos y pluviales. Estos aspectos pueden afectar de manera severa la viabilidad del proyecto. Luego, se cuenta con los aspectos sociales los cuales abarca las cuestiones psicológicas y políticas que las comunidades aledañas al proyecto pueden desarrollar en la etapa preliminar, durante y cierre del proyecto. Por último, se debe de analizar los aspectos económicos son necesarios para llevar a cabo dicho proyecto.

Mediante la Planificación se determina si una obra es necesaria y se verifica si es la más necesaria comparando la demanda y la oferta. La misión básica del planeamiento consiste en identificar proyectos para cubrir necesidades, estudiar alternativas, comparar el esfuerzo que demandará la obra y los beneficios esperados y, como los recursos son limitados, establecer prioridades de inversión y fechas óptimas de realización. (Secretaría de Estado en los Despachos de Obras Públicas, Transporte y Vivienda, 1996, pág. 2)

Una buena planeación puede llevar al éxito de la construcción y funcionamiento de la obra. Por esta razón, esta etapa se realiza de manera exhaustiva para cumplir con los requisitos de calidad discutidos con los beneficiarios de dicha obra. Previo a la construcción de una obra es crucial organizar los recursos, tales como la mano de obra, la maquinaria y el equipo necesario, que serán de uso durante el proyecto, a su vez, brindar el cronograma de trabajo para dicha obra.

3.3.2. FACTORES DE DISEÑO DE PAVIMENTOS FLEXIBLES

Este informe se enfocará en la conformación de pavimentos flexibles. Su estructura está conformada por distintas capas de resistencia decreciente a medida aumenta su profundidad cuyos nombres son la carpeta de rodamiento, base y subbase. Estas tres capas están apoyadas sobre la subrasante o el terreno natural. Estas se encargan de distribuir las cargas provenientes del tránsito hacia las capas inferiores de manera reducida sin afectar la integridad de la carretera. Los factores que intervienen en el diseño son las siguientes: tránsito, resistencia de los materiales, características de la subrasante y las condiciones ambientales (SOPTRAVI, s. f., p. 9).

3.3.2.1. *Transito*

Para calcular las cargas que el pavimento flexible tiene que soportar es necesario realizar un análisis de tráfico en el lugar de la obra. Esto es necesario para establecer el tipo de vehículos que transitan por dicho tramo y con qué periodicidad lo hacen. Qué porcentaje de vehículos son de carga pesada o de carga liviana. También, es indispensable la tasa de crecimiento anual en la cual

aumenta la cantidad de tránsito a medida pasa el tiempo. Una vez obtenidos estos valores se convierten a equivalencias las cuales varían de acuerdo con el método de diseño que se desea emplear (SOPTRAVI, s. f., p. 10).

3.3.2.2. Resistencia de los materiales

La resistencia se determina cuando los materiales están en condiciones críticas, las cuales serán representativas para el tipo de obra. Usualmente esta resistencia se mide por medio del California Bearing Ratio (CBR) utilizando la normativa ASTM D1883 para el material de subrasante, subbase y base (SOPTRAVI, s. f., p. 13).

3.3.2.3. Características de la Subrasante

Las muestras deberán de ser representativas a lo largo del tramo de la obra procurando tomarse en condiciones críticas del material, así como las demás capas del pavimento. Los pozos se harán a una profundidad de 1.50 m y 300 m de cada una. Cada muestra será analizada granulométricamente y se realizarán los perfiles de suelos para las distintas estaciones del tramo a construir (SOPTRAVI, s. f., p. 14).

3.3.2.4. Condiciones Ambientales

Es importante tomar en cuenta las condiciones climatológicas del lugar del proyecto a construir. Es necesario contar con información pluviométrica a fin de poder definir el tipo de drenaje que tendrá el tramo. Cabe resaltar, que para ciertos métodos de diseño toman varios parámetros climatológicos (SOPTRAVI, s. f., p. 15).

3.3.3. CONSTRUCCIÓN DE CARRETERAS

La construcción respeta las fechas del cronograma de trabajo que se realiza en la etapa de planeación y se realizan las actividades necesarias para llevar a conformar el proyecto mediante la gestión de recursos que se tienen propuesto a utilizar. Para que se lleve a cabo correctamente, sería ideal que se estableciera una relación estrecha entre el proyectista y el constructor, para una mejor sinergia y propuestas oportunas para la solución de problemas que puedan surgir o en la aclaración de dudas en cuanto a interpretación de las especificaciones dadas para el proyecto. A

continuación, se presentan los paquetes de actividades más comunes en una construcción de carreteras.

1. Levantamiento Topográfico
2. Limpieza y desbroce del terreno
3. Escarificación y conformación del terreno
4. Obras de desagüe pluvial y aguas residuales
5. Acarreo de Material de Base y Subbase
6. Imprimación
7. Tratamiento Asfáltico
8. Colado de concreto para obras menores
9. Construcción de estructuras menores y obras de paso
10. Colocación de Señales Horizontales y Verticales
11. Colocación de Vialitas y Boyas Plásticas con Cintas Reflectivas
12. Limpieza y Cierre de Obra

3.3.4. REHABILITACIÓN Y MANTENIMIENTO DE CAMINOS

La restauración de pavimentos consiste en tratar de aumentar la vida útil de esta, mejorando los puntos más críticos y dañados de la obra. Se procura realizar el mantenimiento de manera periódica y evitar la negligencia, debido a que el mal mantenimiento llevaría a daños a los mismos usuarios.

En lo que coinciden todos los países (centroamericanos), es que el mantenimiento rutinario y periódico prolonga sustancialmente la vida útil de los pavimentos, sin importar el tipo de rodadura que posea; sin embargo, se comenta que, en algunos casos, las actividades de mantenimiento no son sostenibles y muchas veces se realizan únicamente de manera reactiva, al haber fallas que ocasionan daño a los usuarios. En general, en muchas carreteras, el mantenimiento rutinario sirve únicamente para mantener habilitada la ruta sin baches, aunque con un alto grado de incomodidad en la conducción, dado lo avanzado del deterioro que algunas vías presentan (Iturbide, 2002, p. 13)

En un pavimento flexible, la rehabilitación se puede llevar a cabo mediante escarificación, reconformación, compactación e imprimación, o mediante el reciclaje y recuperación. En el proyecto donde se realizó la práctica profesional se llevó a cabo un proceso de escarificación y reconformación a la ruta 114 próxima a llegar al vado del Río Nacaome.

IV. DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO DESARROLLADO

En el capítulo siguiente se exponen las actividades y asignaciones con las que se apoyó a las labores de la oficina de campo, con el fin de realizar todas las actividades necesarias, como producción, reparación, mantenimiento, control y seguimiento, el recorrido y evaluación de la obra realizada y por realizar, plasmando así el proceso de la práctica profesional.

4.1. SEMANA 1: DEL 07 DE OCTUBRE AL 12 DE OCTUBRE

En esta semana se dio iniciada la práctica profesional, luego de haber realizado todas las gestiones en las oficinas centrales de PRODECON S.A. de C.V., se otorgó la carta de aceptación y se informó el proyecto al cual sería enviado y quiénes eran los principales encargados: el Ingeniero Marco Gámez, gerente de proyecto, el Ingeniero Luis Alvarado, director de obra y el Ingeniero Nelson Díaz, ingeniero residente. Se hizo entrega del chárter a mi persona con la información general del proyecto de manera física. Estando en la oficina central se leyó el contrato con las modificaciones hechas por la empresa PRODECON ya que este proyecto inicialmente era de una empresa italiana llamada ASTALDI S.p.A., modificaciones aprobadas por INVEST-H. Así mismo, contenía todos los recursos que la empresa de ASTALDI otorga a PRODECON para proseguir con el proyecto en Nacaome, Valle.

Se hizo lectura de las disposiciones técnicas de la rehabilitación del Puente Metálico de Guacirope. Dentro del chárter se vio la condición actual del puente metálico para visualizar de una mejor manera las mejoras que son necesarias a realizar. Dichas disposiciones abarcaron los procedimientos constructivos, materiales y equipo a utilizar durante la obra. En base al estudio patológico hecho anteriormente, cuya información está en el chárter, se demolerá la losa existente y se realizará una nueva losa de rodadura con concreto ciclópeo 280 kg/cm² con piedras de 300 mm de diámetro promedio. Existen perfiles metálicos que presentan formas de pandeo de manera longitudinal, transversal y torsional. Se accedió a realizar el enderezado de estos perfiles con calor de manera circular en el área afectada procurando que se realice esta actividad un perfil a la vez. Dos diafragmas del puente y los puntales se reemplazarán en su totalidad procurando siempre realizarse uno a la vez. Los pernos que conectan los perfiles del puente metálico demuestran fallas

por fatiga, cabe resaltar, que en la mayoría de las conexiones hay pernos faltantes. Por esta razón se accedió reemplazar todos los pernos actuales por nuevos los cuales estarán aplicados a un torque equivalente hecho por una persona con una llave inglesa según la normativa ASTM.

Previo a la rehabilitación del puente es necesario desviar el tráfico nacional e internacional por la Ruta 114. Debido a esto se ha comprometido PRODECON a condicionar esta ruta las cuales consiste en: la conformación de pavimentos, la ampliación del carril aguas arriba de la Caja de Nagarejo y conformación del vado en el Río Nacaome (v. Anexo 1).

La Caja de la quebrada de Nagarejo será compuesto de concreto 280 kg/cm² reforzado con varillas corrugadas de calibre #4 y #5 de grado 4200 kg/cm² según los planos vistos en el chárter. Se estudió las especificaciones estructurales de la caja con ayuda de los planos para llegar desarrollar una buena preparación a la hora de llegar a campo.

También, se realizó la lectura de planos acerca del vado en el Río Nacaome, el cual estará compuesto de 12 tuberías de concreto con cabezales de concreto 140 kg/cm² reforzado.

4.2. SEMANA 2: DEL 14 DE OCTUBRE AL 19 DE OCTUBRE

Esta semana se trató de complementar los conocimientos del proyecto con archivos de soporte y administrativos que son usuales e indispensables para la estimación de obra. Por esta razón se obtuvo archivos de Excel acerca de la Estimación No. 17 de proyecto: Obras de Mejoramiento y Ampliación Carretera CA-5 Norte, La Barca - Pimienta. Lote A: La Barca - Potrerillos (Est. 192+230 a 204+800, 12.57 km). Se leyó la hoja de factores del proyecto de La Barca, el cual dispone de diferentes hojas de Excel llamados hojas de factores con las cantidades de obra realizada hasta la fecha. Se realiza la resta entre el acumulado hasta la fecha con el acumulado anterior para determinar la cantidad que se trabajó en este periodo y el que se debe cobrar. Este luego se pega en la hoja de cantidad de obra de dicha actividad, el cual está dividida por estimación para mantener un control de cuánto se realizó en dicho periodo. Realizándose el mismo procedimiento para cada actividad del PCO y mensualmente por cada estimación de obra.

Se realiza un ajuste de precios de los materiales y mano de obra mensualmente ya que estos fluctúan con el tiempo, para realizar estos ajustes se realiza una cláusula escalatoria. Este es un

documento donde se ajustan los precios que escalan o disminuyen en el mercado, el porcentaje de escalamiento siendo reflejado en la estimación de obra. El proceso por seguir es el siguiente: se contacta con fuentes confiables en el mercado, por ejemplo, el precio de los materiales de construcción como el cemento se obtiene de la revista de la CHICO, para que de manera normal obtener los precios del mes. Este nuevo valor se compara con el precio base en el cual se hizo el contrato para obtener el factor de cambio. Se realizan las ponderaciones de cada actividad de la obra con cada recurso humano, material y de equipo, teniendo siempre una cantidad que no cambiará. Se obtiene un factor de ajuste dependiendo de estas ponderaciones de la ficha de costo con los precios recibidos por las fuentes. Se realiza la multiplicación de la cantidad de obra de dicho periodo por el precio unitario de la ficha de costo anterior y con el nuevo precio unitario, la diferencia es la cantidad de dinero que aumentó o disminuyó en cierta actividad. Se realiza lo mismo para cada actividad del PCO y se suman todos los totales para hacer una relación de ambas cantidades en lempiras para obtener el porcentaje de escalamiento de dicho mes.

La estimación de obra toma en consideración las cantidades colocadas en las hojas de factores y el porcentaje de escalamiento de dicho mes correspondiente a la estimación que se realizará.

Por último, obtuve planos carreteros para extraer la información de los alineamientos verticales y horizontales, elevaciones del terreno natural y rasantes, estaciones de las tuberías de concreto y cunetas especiales, para condensarlo en un mismo Excel, del proyecto. Para calcular las rasantes restantes se utilizó las fórmulas de SOPTRAVI ya que las curvas verticales se estacionan a cada 10 m y las estaciones de la planta perfil se distribuían a cada 20 m. Luego, se sacó la información de corte y relleno, peraltes y sobre anchos de la carretera utilizando las propiedades geométricas que SOPTRAVI provee en el tomo 3.

4.3. SEMANA 3: DEL 21 DE OCTUBRE AL 26 DE OCTUBRE

Esta semana se trató de poner en práctica lo leído de la semana anterior realizando planos con una calidad similar a los planos del proyecto de La Barca que me habían proporcionado. Para esto tomé un levantamiento topográfico de un proyecto de vinculación anterior y se diseñó una carretera aplicando la normativa AASHTO que civil 3D tiene incorporado en el sistema. Esta norma se aplicó para la correcta alineación horizontal y vertical y la superelevación con las pendientes

mínimas correspondientes a una velocidad directriz de 40 km/h. Se realiza una lectura de la norma ASTM D 6951 correspondiente a la Penetración del Cono Dinámico, conocido por sus siglas en inglés, DCP. Esto sirvió como preparación a la hora de realizar mis labores de practicante en el campo. Este ensayo es crucial en el diseño de carreteras ya que contiene una correlación entre la cantidad de penetración con una cantidad de golpes y el California Bearing Ratio, conocida por sus siglas en inglés CBR, el cual es fundamental para conocer la capacidad estructural del suelo y diseñar el pavimento que complemente dicha capacidad estructural. En los días posteriores se realizó un modelado 3D y renderizado de los puentes Apane y Yurina que son parte del tramo carretero de La Barca. Se utilizó la aplicación de Sketchup para realizar el modelo en 3D (v. Anexo 4). El proceso fue el siguiente: se dibujó la vista en planta en Autocad para tener las aristas de los estribos a la medida. Por consiguiente, este se importó en sketchup, donde usando las vistas laterales, frontales y traseras se logra modelar los estribos, la corona, la super estructura y los pretiles del puente según la planimetría (v. Anexo 2 y Anexo 3). Se realizó el mismo procedimiento para ambos puentes. El Puente Apane comienza desde la estación 2+813.00 hasta la 2+843.00 y el puente Yurina desde e la estación 1+386 hasta la 1+401. Este puente, el Yurina, tiene la peculiaridad que yace dentro de una curva horizontal por lo que se calculó el segmento circular entre las estaciones del puente para determinar el grado de curvatura que tiene la super estructura.

4.4. SEMANA 4: DEL 28 DE OCTUBRE AL 03 DE NOVIEMBRE

Esta semana se trató de realizar la lectura del siguiente libro "A policy on Geometric Designo f Highways and streets" publicado por la AASHTO. El primer capítulo introdujo las jerarquías de las carreteras. Esto más adelante es relevante en el diseño de vías de comunicación para otorgar la prioridad máxima al tramo correcto en el contexto apropiado. Así mismo, tener un flujo de tránsito más suavizado.

En el capítulo 2 se habla de los vehículos de diseño, desde los más livianos hasta los vehículos con múltiples ejes. Dentro de estas se muestran características generales, sus radios mínimos de giro y el tipo de contaminación que estas producen. Cabe resaltar que en este capítulo se hace mención del comportamiento del conductor y los peatones antes las situaciones más comunes

en una vía. También, las características del tráfico, abarcando las consideraciones generales, su volumen, la capacidad de la vía, distribución en los carriles y su composición dependiendo del lugar y el tiempo. Todo esto para proyectar con mayor certeza un tráfico futuro en un periodo de 15 a 20 años.

El capítulo 3 se habla de los elementos de diseño que hay que considerar para diseñar una carretera. La primera de estos es la distancia de arrebate, el cual toma en consideración la decisión del conductor al hacer dicha acción, el tiempo en realizar dicha acción y el tiempo que tarda en rehabilitarse al carril a una velocidad directriz. Lineamientos por considerar para el correcto diseño del alineamiento horizontal con los radios mínimos de curvas dependiendo de la velocidad, incluyendo el peralte de la super elevación que depende de estas dos variables. Así mismo, para el alineamiento vertical el cual toma en consideración las pendientes mínimas y máximas de una vía.

El capítulo 4 habla de secciones típicas que conforman las estructuras de pavimentos. Estos incluyen los anchos mínimos de carriles, hombros según sus funciones, diseño de bordillos según su funcionalidad, drenajes típicos de carretera y barreras de impacto como las barreras New Jersey comunes en carreteras.

El viernes de esta semana se emprendió el viaje hacia Nacaome, departamento de Valle ya que otorgaron la orden de inicio del proyecto. Se vio el proceso constructivo de un bacheo el cual consiste en: marcaje de baches a lo largo de la calle, corte de cuadros con una cortadora de disco con agua a presión, el baño de ligante para una mejor adherencia, el vertido del asfalto y por último el compactado de asfalto con rodillo.

Se realizó el DCP de las calicatas correspondientes al tramo de Agua Fría y La Llave por donde se desviará el tráfico nacional e internacional durante la rehabilitación del Puente Guacirope. El proceso fue el siguiente: Determinación de la estación con horómetros incorporados en los vehículos. Cabe mencionar que las calicatas se realizaron a cada 500 metros comenzando desde la estación 1+100 y en el lado derecho, intercalándose cada lado a medida se avanza. Se marca 1 m² en la carpeta asfáltica al borde del carril, se desgarrar con una retroexcavadora para dejar expuesta la base (v. Anexo 5), se arma el martillo del cono para iniciar la DCP (v. Anexo 7). Cabe

adicionar que no se realiza el DCP si hay presencia de material rocoso o cascajo de río. Esto se sabe a simple observación de las capas a medida se excava y cuando durante el DCP se consigue una cantidad alta de golpes. Se anota la cantidad de golpes y las lecturas utilizando una estadía. Esto se hace hasta lograr conseguir información hasta una profundidad de 1 m. Luego, se excava para apreciar la estratigrafía y obtener muestras de las diferentes capas (v. Anexo 8). Se procede a medir los espesores de las capas existentes en la calicata hasta la profundidad de 1 m (v. Anexo 6). Estas muestras se les realizará la granulometría, índice de plasticidad, humedad natural, clasificación AASHTO y SUCS y Proctor Modificado.

4.5. SEMANA 5: DEL 04 AL 09 DE NOVIEMBRE

Esta semana se trató de realizar los bacheos provisionales del tramo de La Llave y Agua Fría. Se contrató una volqueta de 23.3 toneladas de asfalto en caliente. La maquinaria por utilizar en la ejecución de esta etapa del proyecto fue la siguiente:

- Bocat BC-15 con aditamento de fresado FA 03 (v. Anexo 9)
- Distribuidora de Asfalto DA-06 (v. Anexo 11)
- Vibro compactador Doble Tándem CO-39
- Compactadora Neumática CO-28
- Compresor Móvil CM 25 (v. Anexo 10)
- Volqueta V-40 (v. Anexo 12)

El procedimiento observado fue el siguiente:

1. Marcaje de baches
2. Corte de cuadros/rectángulos con la BC 15 FA 03
3. Limpieza de cuadros/rectángulos con la CM 25
4. Baño de ligante asfáltico con la distribuidora DA-06
5. Vertido de la mezcla dentro de los cuadros/rectángulos con ayuda de la mano de obra calificada.
6. Rastrillado de la mezcla para enrasar 1 pulgada por encima de la capa rasante
7. Compactación con la CO-39 y la CO-28

Cada día se realizaba el bacheo de un carril en específico, para luego, intercalarlo. Usualmente se dejó de trabajar hasta acabarse la mezcla por lo que se decide contratar otra volqueta con 25 toneladas para aprovechar más horas en el día. El tramo que se avanzó durante esta semana fue desde la estación 2+000 hasta la 6+500.

Se me asignó el trabajo de realizar un estudio de la situación actual de la carpeta del tramo Santa Elena – Cholteca. Sin embargo, ya se había comenzado este estudio por lo que ayudé a completar la tabla con el avistamiento de las grietas. Se fue calculando las estaciones iniciales y finales de las grietas por medio del conteo de vialetas en la vía y una cinta métrica para la longitud de la grieta.

Se tomó evidencia de las grietas por medio de fotos y toda la información recabada fue sintetizada en una tabla de Excel en orden ascendente por estación (v. Anexo 13).

4.6. SEMANA 6: DEL 11 AL 14 DE NOVIEMBRE

Esta semana se trató de realizar el estudio de la situación actual de la carpeta del tramo correspondiente de PRODECON, el cual abarca desde El Amatillo hasta el Puente 7. Se inició la cuenta desde el primer bache del tramo que estaba próximo al km 2. Se tomó medidas del ancho y largo de los baches, se calculó el estacionamiento utilizando el método de conteo de vialetas y la cinta métrica y se tomó fotos para luego referenciar los baches. Ocurrió la peculiaridad que se encontraron nuevos baches que no estaban contemplados anteriormente por lo que se tomaron nuevos datos para incluirlos en el reporte. El reporte abarca desde la estación 2+000 hasta el 20+000 próximo al puente 7. Por consiguiente, se avanza con los baches normales (v. Anexo 20) y por quema de llantas a ambos lados (v. Anexo 21 y Anexo 22) en el tramo Puente Los Corrales – Júcaro Galán para completar el reporte final. (v. Anexo 23).

Por otro lado, se realizó la extracción de núcleos de pavimento flexible en la CA-1 tomándose ocho muestras por estación, para 14 estaciones que están separadas a 500 metros. Se analizó la calidad de la capa asfáltica del tramo hecho por ASTALDI y por PRODECON.

El procedimiento observado fue el siguiente:

1. Marcaje de los puntos de extracción en el pavimento utilizando una cinta métrica para medir longitudinalmente y un metro para medir transversalmente y pintura en spray para dejar referenciado los puntos (v. Anexo 14).
2. Se utiliza el extractor de núcleos para extraer los especímenes (v. Anexo 15). Estos especímenes para ensayarse deben de tener un espesor de 5 cm mínimos según la normativa.
3. Una vez extraído el núcleo se le pega una etiqueta para diferenciarla de las demás (v. Anexo 17).
4. El hueco dejado se lava con una esponja, se liga con diesel y se vierte asfalto en frío.
5. Este se compacta con un martillo Proctor hasta llegar al nivel de rasante (v. Anexo 16).

Se logra hacer 14 estaciones antes de la salida del proyecto y se observó que el tramo de ASTALDI contiene un desprendimiento de las capas y que la capa asfáltica no contiene la integridad óptima que debería de tener a diferencia que la de PRODECON (v. Anexo 18).

Se realiza la salida del proyecto por lo que no habrá bitácora en lo que queda de la semana.

4.7. SEMANA 7: DEL 18 AL 24 DE NOVIEMBRE

Esta semana se regresó al proyecto después de la respectiva salida dada por la empresa. Se realizó la tabulación de las horas de cierre de maquinaria y el personal en Excel, utilizando las horas que el capataz escribe. Para el equipo se utilizó las boletas que cada uno se responsabiliza de llenar con los horómetros iniciales y finales calculando las horas de uso de esa máquina. Se verificó la cantidad de acero a utilizar en la Caja Puente de Nagarejo en el km 4 del tramo de Agua Fría – La Llave. Sin embargo, los planos proporcionados no fueron impresos en la escala correcta por lo que la medición manual del escalímetro no era recomendable. Se decidió realizar la regla de 3 y una regla convencional para medir aquellas varillas cuya longitud era considerada variable. Este valor se compara con la tabla resumen de acero en el plano 06 del ACI. Adicionalmente, se calculó los lances necesarios para realizar el pedido.

Se prosigue con el estudio del estado actual de la carpeta asfáltica del tramo Santa Elena – Cholulteca (72+000 – 90+000). Se aprovechó a tomar las fotos antes del bacheo para poder tener

una referencia con qué comparar la información que provee el capataz. Existió la dificultad que no había señales de kilometraje en este tramo por lo que era necesario calcular las estaciones con respecto a estaciones anteriores. En otras palabras, los espacios de vialetas debían de contarse bien. Se tomó fotos después del bacheo provisional del tramo y se condensó la información recabada por Manuel para realizar el reporte en Excel, donde se especifica la estación, dimensiones, imagen y toneladas de asfalto utilizados. Así mismo, se completa el reporte del estado actual de la carpeta asfáltica del tramo El Amatillo – Puente Los Corrales (v. Anexo 19).

4.8. SEMANA 8: DEL 25 AL 30 DE NOVIEMBRE

Esta semana se realizó las correcciones dadas por el Ingeniero Nelson hacia mi persona con respecto a los siguientes tramos: El Amatillo – Puente Los Corrales (v. Anexo 19), Puente Los Corrales – Jícara Galán (v. Anexo 23) y Jícara Galán – Santa Elena. Para realizar las enmiendas otorgadas se me asignó un motorista llamado Abel quien se iba a encargar de asistirme a verificar dimensiones de baches y trasladarme a las estaciones necesarias para corregir la información. Se hizo varias enmiendas, tales como: verificar dimensiones de los baches y baches por quema de llantas, afinación de las estaciones iniciales de los baches y mejorar las fotos que se habían tomado anteriormente. El ingeniero Nelson me otorgó enmiendas de los primeros dos tramos, sin embargo, del tercero no lo hizo por lo que se revisó la información que se disponía del tercer tramo previamente para completarlo e ir corrigiendo al mismo tiempo.

Se hizo correcciones en las estaciones de ciertos baches que no presentaban una forma simétrica, por lo que se volvió a tomar medidas de tales baches y calcular el estacionamiento correcto. Para visualizar mejor el bache se generaban dibujos y se colocaban las medidas. Había que tener cuidado con el tráfico de la vía ya que se transita un gran volumen de vehículos pesados por lo que dificultaba un poco medir los baches de manera continua. Esta afinación de estacionamiento se presentó en todos los tramos.

También, se prosiguió con el bacheo del tramo Santa Elena – Choluteca por lo que la información del reporte había quedado incompleta. Esta vez se avanzó desde la 90+000 hasta la 96+000 llegando a la última quema de llantas después de la rotonda dirigiéndose para Guasaule. Esta información se tabuló en el reporte, pegando las últimas fotos de los baches Antes y después.

Cabe mencionar que se agregaron seis ahuellamientos que antes no estaban considerados y que por la gravedad que estos presentaban se decidió tomar en cuenta.

4.9. SEMANA 9: DEL 02 AL 07 DE DICIEMBRE

Durante esta semana se realizó las últimas quemas de llantas y ahuellamientos que quedaron pendientes en el tramo de Santa Elena – Choluteca desde la estación 86+000 hasta la estación 96+000 dirigiéndose hacia Guasaule. Se iba trabajando en paralelo con la mano de obra y equipo de bacheo y el reporte del estado actual de la carpeta. Se hizo varias correcciones de estaciones en este tramo, siendo estas afinadas aún más por medio del conteo de vialetas a cada 12 y 6 metros. Las correcciones fueron las siguientes:

- Ahuellamiento - Estación 86+909 (se afinó a la estación 87+275.1)
- Quema de llanta (después de la segunda rotonda dirigiéndose a Guasaule) – Estación pendiente (se afinó a la estación 0+010.2 medido desde la junta de concreto y asfalto en la rotonda)

Se había contemplado un ahuellamiento de 19 metros y fracción, sin embargo, se decidió no remover todo el ahuellamiento, por lo que se desgarró la carpeta solo en aquellas áreas donde el ahuellamiento era más crítico. El cambio fue el siguiente:

- ANTES: ahuellamiento 19.2 m x 3.4 m DER
- DESPUÉS: ahuellamiento 13.8 m x 3.42 m DER (v. Anexo 27)
- DESPUÉS: ahuellamiento 4.5 m x 1.2 m DER (v. Anexo 28)

Una vez terminado el bacheo de este tramo se me proporcionó la información recabada por el capataz de la obra, Manuel de Alvarado, con los espesores y dimensiones medidas en campo. Existió una dificultad a la hora de introducir estos datos al reporte de la carpeta y es que había una deficiencia con respecto al señalamiento vertical del sitio. Había ciertos kilómetros que no tenían señalamiento, por lo que, Manuel no introduce las estaciones de los baches que se van realizando en obra. Para resolver este problema se empezó a comparar las dimensiones de los baches tomados por el capataz y aquellos medidos por mi persona para determinar el orden de los baches e introducir apropiadamente los datos en los sitios correctos (v. Anexo 26).

También se llevó a cabo el cálculo del costo/ tonelada diaria en todas aquellas fechas en las que se trabajó en los siguientes tramos (v. Anexo 31):

- El Amatillo – Puente Los Corrales
- Puente Los Corrales – Jícara Galán
- Jícara Galán – Santa Elena
- Santa Elena – Choluteca

Para realizar dicho cálculo se refirió a los archivos proporcionados por el administrador del proyecto los cuales contenían información acerca de las horas laboradas por el personal (v. Anexo 30) y los horómetros del equipo para determinar las horas útiles de la misma (v. Anexo 29). Esta información se dividió por fecha, aplicándose un 85% por beneficios sociales al personal, adicionándose un 25% por trabajar horas extras y el doble por trabajar domingos y restando las horas del equipo a los operadores ya que el precio del equipo contemplaba el costo del operador. Los vehículos de movilización fueron removidos de dicho cálculo ya que estaban contemplados en el costo indirecto de la obra.

Se termina la semana realizando el cálculo del volumen del concreto de la caja puente de Nagarejo, cambiándose medidas de la losa inferior para facilitar el cálculo y también haciendo un modelado 3D en sketchup para visualizar la integridad de dicha caja puente (v. Anexo 32). Se utilizó como referencia el juego de planos proporcionado por la empresa supervisora: planta-perfil (v. Anexo 33), losa superior (v. Anexo 34), losa inferior (v. Anexo 35), sección transversal (v. Anexo 36), paredes externas (v. Anexo 37), acera y dentellón (v. Anexo 38). El volumen dio un valor mayor al que se había contemplado antes por la empresa supervisora, este siendo de 68.61 m³, a diferencia de los 66.82 m³ que tenía contemplado la empresa supervisora.

4.10. SEMANA 10: DEL 09 AL 14 DE DICIEMBRE

Durante esta semana se realizó el cálculo del acero para la Caja Puente de Nagarejo para luego solicitar el material previo a su construcción. Para esto se hizo una revisión exhaustiva de la geometría actual de las componentes que conlleva esta estructura. La empresa supervisora otorgó una hoja de planos, siendo seis en total, donde la hoja 6 desglosaba la cantidad de acero requerida

sin tomar en consideración el desperdicio. Cabe resaltar que, otorgaban las medidas de los traslapes de acuerdo con el diámetro nominal de la varilla a utilizar y las longitudes de los dobleces para obtener varillas en forma de L, U y anillos (v. Tabla 1).

Tabla 1 – Longitudes de Desarrollo, patas y ganchos de Varillas

θ	U (cm) 2*12 θ	L (cm) 12 θ	Gancho (cm) 6 θ	LT (cm) 40 θ
3	22.860	11.430	5.715	37.000
4	30.480	15.240	7.620	49.000
5	38.100	19.050	9.525	61.000
6	45.720	22.860	11.430	73.000
7	53.340	26.670	13.335	106.000
8	60.960	30.480	15.240	131.000

Fuente: ACI 318.15

Se llegó a tener las siguientes observaciones que la supervisión tuvo que revisar y corregir:

- Items No. 6, 14 y 10: cantidad de varillas fueron calculadas tomando en consideración un ancho de 3.5 m en vez de 3.8 m.
- Items No. 7 y 11: cálculo de la longitud de 6.6 m se corrige, ya que se hizo un cambio a un trapecoide simétrico y más fácil de construir.
- Item No. 19 y 20: cantidad de varillas calculadas con 3.418 m en vez de 4.5 m que muestra en el plano 01 de la planta-perfil de la estructura. Las alas de las paredes externas tienen una longitud de 4.5 m, por lo que, la cantidad de varillas distribuidas deben de medirse con esto.

Teniendo las correcciones anteriores en consideración se realiza los cálculos correspondientes para cada una de las componentes de la estructura. Es importante notar que se calculó individualmente las varillas que tenían una longitud promedio para determinar cuánto se necesitan. Estas varillas fueron correspondientes a los ítems No. 8, 9, 12 y 13 de la losa inferior (v. Anexo 35), 17, 19 y 20 de las paredes externas (v. Anexo 37). Para determinar estas longitudes se realizó el teorema de Pitágoras dependiendo de las proporciones triangulares que estos trapecoides tenían.

La supervisión tenía un total de 4642.84 kg de acero incluyendo los traslapes y sin incluir el desperdicio. Después de realizar las enmiendas y cálculos correspondientes a las varillas #3, #4 y #5 se obtiene un total de 4687.64 kg sin considerar el desperdicio.

4.11. SEMANA 11: DEL 16 AL 19 DE DICIEMBRE

En esta semana se completó el cálculo de la cantidad de acero que requiere la Caja Puente de Nagarejo. Anteriormente, se calculó la cantidad de acero requerida por cada componente que conforma dicho puente, sin embargo, hace falta el cálculo del posible desperdicio que existirá teóricamente en campo. Este desperdicio se le agregará a la cantidad de acero final para solicitar esta cantidad de acero.

Para determinar el desperdicio del acero se hacía lo siguiente:

1. Restar la longitud necesaria contra lances necesarios. Esto es para determinar cuánto se necesita para satisfacer esta longitud y cuánto sobra de lo que se corta.
2. Esta diferencia es lo que sobra por lo que se tiene que ver si este sobrante es útil en otro ítem de acero. Esto sirve para ir utilizando los sobrantes y obtener menos desperdicios.
3. Se realiza este procedimiento para todas las varillas corrugadas del mismo calibre.
4. Existirá una cantidad de acero que no se podrá utilizar en ningún otro lado para armar cierto ítem de acero, este se multiplica por la cantidad de varillas de este mismo ítem. Este será la cantidad de desperdicio que ese ítem generará en campo teóricamente.
5. Se hace la sumatoria de todo el desperdicio generado en los diferentes ítems y calibres de acero.
6. Se convierten estos metros lineales de desperdicio en kilogramos dependiendo del calibre.
7. Se divide el desperdicio entre el total que requiere la estructura para determinar el porcentaje de desperdicio (este varía entre 1-5%).

Dicho procedimiento se realizó generando una tabla en Excel con las cantidades de obra que se calculó en semanas anteriores (v. Anexo 39).

Por último, se generó una tabla resumen con todas las cantidades de acero por cada ítem de la estructura considerando su desperdicio, siendo este del 3.18%. Se obtuvo una cantidad de acero de 4837 kilogramos aproximadamente (v. Anexo 40).

V. CONCLUSIONES

- 1) Es importante realizar los estudios de laboratorio correspondientes al cuerpo estructural de un pavimento flexible. Para corroborar la calidad de la base, subbase y material de relleno existente en el campo se necesita aplicar el Dynamic Cone Penetrometer o DCP por sus siglas. Por medio de este ensayo se aproxima el CBR del suelo actual utilizando la razón de penetración y las diferenciales de espesores que este martillo provoca. Esta información se hace fundamental en la toma de decisiones el cual se puede concluir si la estructura existente necesita estabilizarse, reemplazarse o mantenerse. Así mismo, la extracción de núcleos para medir la integridad de la carpeta asfáltica, siendo estos valores las densidades y vacíos de campo.
- 2) Para un trabajo correcto en la colocación de asfalto caliente para realizar un bacheo se debe de tomar en cuenta que la mezcla presenta las características apropiadas para mejorar la trabajabilidad y eficiencia de la mano de obra.
- 3) Para la toma de información de los baches que se iban realizando se necesita mantener una comunicación apropiada para tener un orden y asignar correctamente las fotografías de los baches y los espesores que se medían en campo. Esto ayuda a la hora de generar los reportes de estados actuales de las carpetas asfálticas de los tramos del proyecto para obtener un reporte fiable y preciso con las estaciones de acuerdo con el kilometraje del tramo.
- 4) El análisis de costos de obra se hace indispensable para la toma de decisiones dentro de una obra. Estos costos dependen de la mano de obra calificada y el equipo que se esté utilizando. Dependiendo del costo diario de obra que se obtenga se decide trabajar horas extras, adicionar mano de obra para terminar en tiempo y forma de manera tal que sea rentable para la empresa. Para llevar a cabo dicho análisis se debe de tener un control exhaustivo del uso del diesel, los horómetros y kilometrajes de los vehículos y equipo y las horas del personal diario aplicando los beneficios sociales y aumentos dependiendo del día y hora de trabajo.

- 5) Se debe de brindar cualquier tipo de apoyo que ayude a dar seguimiento al proyecto y generar los reportes necesarios en tiempo y forma. Estos reportes son importantes para mantener el control de cuanta tonelada de mezcla asfáltica se está utilizando en el día y por tramo. También, proporciona una referencia a la hora de realizar el bacheo por lo que toda la mano de obra y encargados tienen una noción del trabajo realizado y por realizar.
- 6) Para el cálculo de acero se debe de verificar que la estructura esté bien diseñada y que la planimetría muestre cada detalle minucioso de esta. Esto ayuda a que la empresa constructora pueda visualizar de mejor manera la integridad de la estructura, a su vez, asegurarse que las medidas sean coherentes entre sí. Entre mejor sean los planos más precisos será el cálculo de la cantidad de obra y más eficiente la construcción de la misma. Si la planimetría no muestra toda la información habrá una compra de materiales de obra que sea excesiva o, por otro lado, insuficiente por lo que puede generar atrasos en el proyecto y un impacto negativo en su presupuesto.

VI. RECOMENDACIONES

- 1) Es importante implementar el estudio del GREEN BOOK de AASHTO en la literatura de cualquier estudiante que esté interesado en el diseño y concepción de las vías de comunicación. No obstante, ver temas imprescindibles como el diseño de curvas verticales y horizontales de acuerdo con la velocidad directriz en las universidades.
- 2) Estar presentes en todo el bacheo para generar un reporte de estado actual de tramos preciso y fiel. Las fotografías tomadas antes y después tendrán el mismo orden y facilitará la comprensión a la hora de leerse y realizarse.
- 3) Leer acerca de los ensayos de laboratorio previo a realizarse para comprender mejor el procedimiento y dar a conocer los materiales y quipo necesarios para llevarse a cabo. De esta manera se brindará un mejor apoyo sabiendo de qué se trata el ensayo y en qué consiste.
- 4) Si el margen de tiempo es amplio para la obra se recomienda no exceder las horas necesarias del personal y equipo ya que esto puede aumentar los costos de manera considerable. Para llevar a cabo esto se debe de generar el análisis de costos del personal y equipo al día para tomar decisiones y administra los recursos de la obra de manera eficiente y súbita.
- 5) Se recomienda tomar las fotografías de los baches de manera longitudinal y no transversal para describir la ubicación e integridad del bache de manera clara y precisa. Esto hace que, no solamente el que realiza el reporte entienda, sino que, futuros lectores e ingenieros comprendan sin necesidad de haber estado en campo desde un inicio.
- 6) Se recomienda revisar el juego de planos de todo proyecto para realizar las observaciones necesarias antes de comenzarse a construir. Esto es para evitar cualquier tipo de inconveniencias que pueda generar un impacto negativo en el cronograma de trabajo. Los errores son leves antes de una construcción ya que se pueden generar cualquier tipo de enmiendas de diseño que mejore la coherencia constructiva y estructural del proyecto.

- 7) Se recomienda que se vea este tipo de temática en las diferentes clases de la carrera de Ingeniería Civil. Los ensayos de laboratorio necesarios que demuestran la integridad del pavimento flexible o rígido en las clases de vías de comunicaciones. El cálculo de obra y control del bacheo provisional para la rehabilitación de un tramo carretero, así como el equipo y mano de obra necesaria para llevarse a cabo en la clase de procedimientos y equipos. El cálculo del desperdicio del acero en la clase de materiales de construcción. El cálculo de costos por obra diarios teniendo la información del personal y el costo del equipo y el cálculo de estimaciones de obra teniendo en cuenta la cláusula escalatoria del mes en la clase de Administración de obras. Dar una introducción apropiada de vías de comunicación en la clase de suelos I acerca de los tipos de suelo que se pueden encontrar y que son fundamentales para un buen diseño estructural de pavimentos.
- 8) Se recomienda que el estudiante de la universidad que esté ejerciendo la carrera esté expuesto a todo tipo de cursos extracurriculares que enriquezcan y complementen su aprendizaje. Esto ayuda a que el futuro ingeniero civil sea capaz de resolver problemas de maneras creativas y eficientes.

VII. BIBLIOGRAFÍA

Fresado de pavimentos. ¿Cómo se realiza el fresado de asfalto? (2018, abril 12). Recuperado 10

de diciembre de 2019, de Asfalpasa—Asfaltos y pavimentos website:

<https://www.asfalpasa.es/fresado-pavimentos-asfalto/>

Instituto Nacional de Vías. (s. f.). *MÉTODO DE EXTRACCION DE TESTIGOS EN PAVIMENTOS*

TERMINADOS Y OTRAS OBRAS ESTRUCTURALES.

Iturbide, Ing. jorge C. (2002). *Manual Centroamericano para Diseño de Pavimentos*. Guatemala:

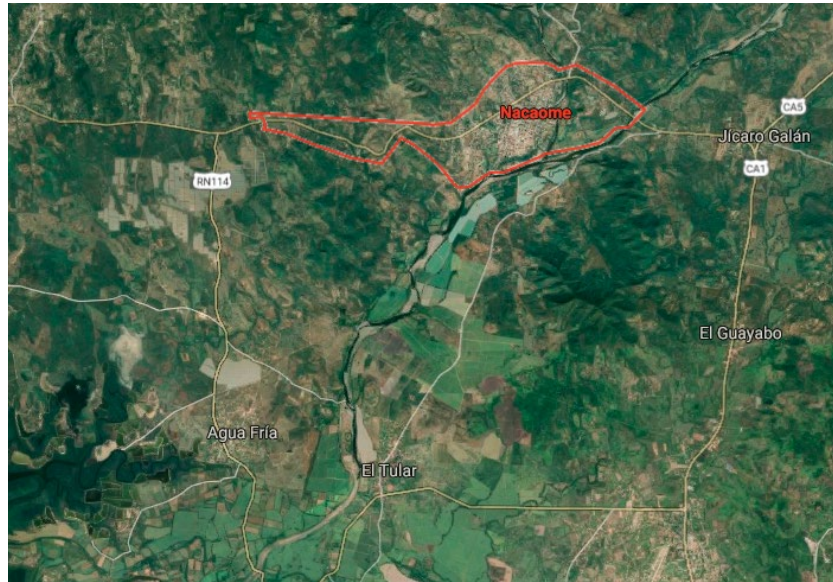
Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional.

S.A, C. M. (s. f.). ¿Que es el Sand Blasting o Arenado? Recuperado 26 de noviembre de 2019, de

CyM Materiales S.A website: <https://cym.com.ar/faqs/que-es-el-sandblasting/>

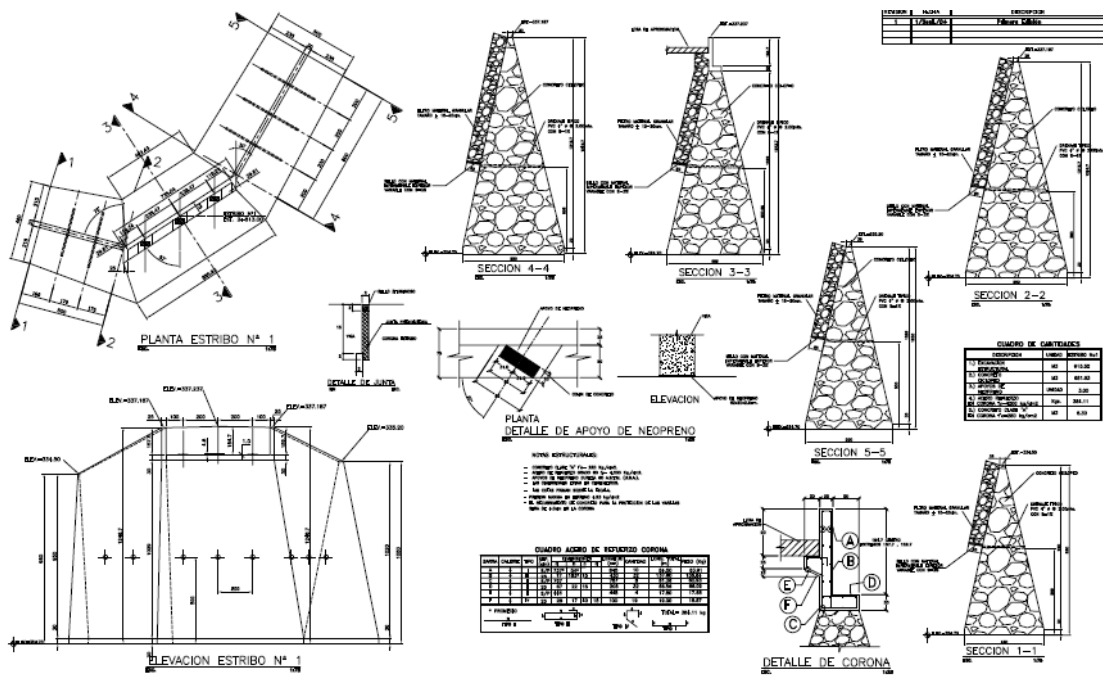
SOPTRAVI. (s. f.). *Dirección General de Carreteras: Manual de Carreteras (Vol. 4)*. Honduras.

VIII. ANEXOS



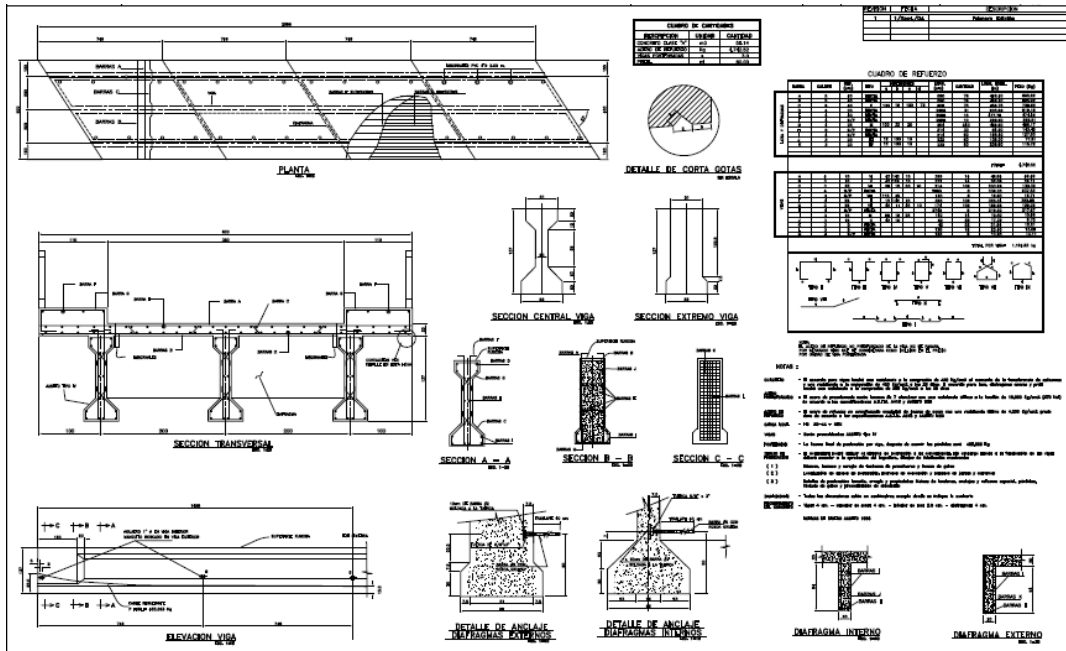
Anexo 1 – Mapa de Nacaome, Valle

Fuente: (Google Maps, 2019)



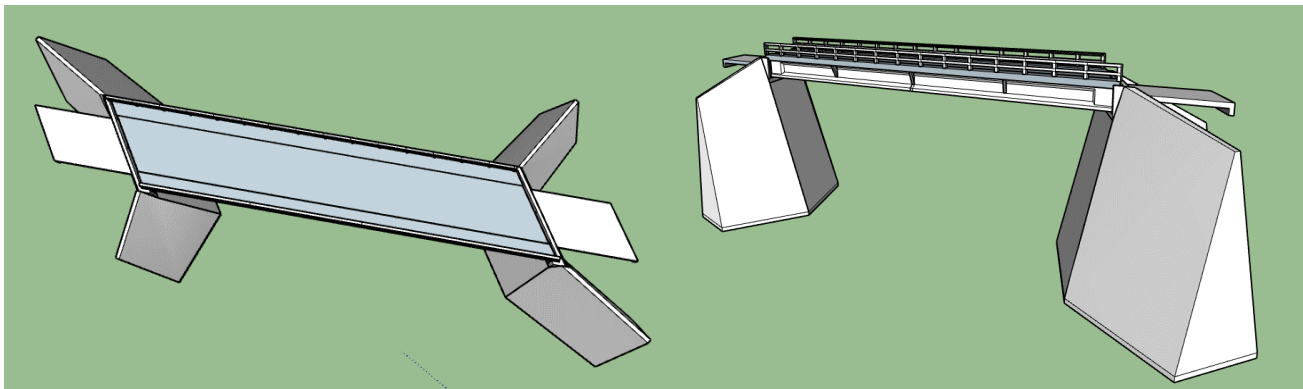
Anexo 2 – Detalles Estructurales del Puente Apane: Estribos

Fuente: Propia



Anexo 3 – Detalles Estructurales Puentes Apone: Superestructura

Fuente: Propia



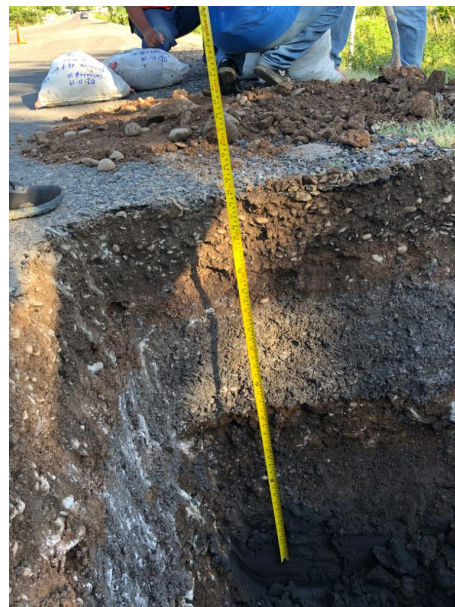
Anexo 4 – Modelado 3D del Puentes Apone

Fuente: Propia



Anexo 5 – Excavación de calicata con la retroexcavadora R-44

Fuente: Propia



Anexo 6 – Medición de espesores de capas en una calicata de 1.5 metros

Fuente: Propia



Anexo 7 – Martillo para realizar el ensayo del DCP

Fuente: Propia



Anexo 8 – Capas divididas y extraídas de calicata

Fuente: Propia



Anexo 9 – Bocat BC-15 con aditamento de Fresado

Fuente: Propia



Anexo 10 – Compresor Móvil CM-25

Fuente: Propia



Anexo 11 – Distribuidora de Asfalto DA-06

Fuente: Propia



Anexo 12 – Volqueta V-40 con Mano de Obra Calificada

Fuente: Propia



Anexo 13 – Grieta longitudinal en el hombro izquierdo

Fuente: Propia



Anexo 14 – Ubicación al azar de núcleos de la primera estación

Fuente: Propia



Anexo 15 – Extractor de núcleos de pavimentos flexibles

Fuente: Propia



Anexo 16 – Llenado y compactado de los huecos de briquetas con asfalto en frío

Fuente: Propia



Anexo 17 – Núcleo de carpeta asfáltica








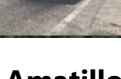
Fuente: Propia



Anexo 18 – Briqueta PRODECON vs Briqueta ASTALDI

Fuente: Propia

"OBRAS DE REHABILITACIÓN DE LA CARRETERA CA-1: EL AMATILLO - PUENTE LOS CORRALES"
CLIENTE: INVEST-H
CONTRATISTA: PRODECON S.A. DE C.V.

ESTADO ACTUAL DE LA CARPETA ASFÁLTICA										
No.	EST. INICIAL	EST. FINAL	LADO	DESCRIPCIÓN	LARGO	ANCHO	ESPESOR	IMAGEN	M3	OBSERVACIÓN
1	2+057.8	2+059.2	IZQ.	Bache	1.42	0.98	0.08		0.12	
3	3+103.7	3+107.5	IZQ.	Bache por quemado de llantas	3.80	4.00	0.09		1.37	
2	3+103.7	3+109.6	DER.	Bache por quemado de llantas	5.90	3.95	0.09		2.10	
4	3+621.4	3+622.8	DER.	Bache por quemado de llantas	1.46	3.95	0.09		0.52	
5	3+621.4	3+622.8	IZQ.	Bache por quemado de llantas	1.46	3.90	0.09		0.52	
6	3+823.7	3+833.5	DER.	Bache	9.80	1.30	0.09		1.15	
7	3+853.9	3+856.9	DER.	Bache	2.92	1.28	0.09		0.34	
8	3+859.1	3+861.7	DER.	Bache	2.57	1.32	0.09		0.31	

Anexo 19 – Estado de la carpeta actual Tramo El Amatillo – Puente Los Corrales

Fuente: Propia



Anexo 20 – Antes y Después Bache EST. 23+069.1 DER

Fuente: Propia



Anexo 21 – Antes y Después Bache por quema de llantas EST. 31+740.2 DER









Fuente: Propia



Anexo 22 – Antes y Después Bache por quema de llantas EST. 31+740.2 IZQ

Fuente: Propia

"OBRAS DE REHABILITACIÓN DE LA CARRETERA CA-1: FUENTE LOS CORRALES - JÍCARO GALÁN"
CLIENTE: INVEST-H
CONTRATISTA: ASTALDI S.p.A

ESTADO ACTUAL DE LA CARPETA ASFÁLTICA										
No.	EST. INICIAL	EST. FINAL	LADO	DESCRIPCIÓN	LARGO	ANCHO	ESPEZOR	IMAGEN	M3	OBSERVACION
1	23+069.1	23+069.95	DER.	Bache	0.9	0.9	0.1		0.09	
2	23+071.5	23+072.55	DER.	Bache	1.1	0.9	0.1		0.10	
3	24+586.8	24+587.18	IZQ.	Bache	0.35	0.25	0.1		0.01	
4	26+840.9	26+843.15	DER.	Bache por quemadura de llantas	2.3	4.4	0.1		1.02	
5	26+840.9	26+843.15	IZQ.	Bache por quemadura de llantas	2.3	1.84	0.1		0.43	
6	26+852.2	26+853.83	IZQ.	Bache	1.65	2.4	0.1		0.40	
7	27+474.1	27+474.94	DER.	Bache	0.88	0.82	0.1		0.08	
8	27+497.2	27+498.38	DER.	Bache	1.15	1.26	0.1		0.15	

Anexo 23 – Estado de la carpeta asfáltica – Puente Los Corrales – Jícara Galán

Fuente: Propia



Anexo 24 – Antes y Después Bache por quemadura de llantas EST. 72+048 DER

Fuente: Propia








"OBRAS DE REHABILITACIÓN DE LA CARRETERA CA-1: JÍCARO GALÁN - SANTA ELENA"
CLIENTE: INVEST-H
CONTRATISTA: ASTALDI S.p.A

ESTADO ACTUAL DE LA CARPETA ASFÁLTICA										
No.	EST. INICIAL	EST. FINAL	LADO	DESCRIPCIÓN	LARGO	ANCHO	ESPESOR	IMAGEN	M3	OBSERVACIÓN
1	53+459.1	53+460.9	DER.	Bache por quemadura de llantas	1.84	4.68	0.07		0.61	
2	53+458.7	53+461.3	IZQ.	Bache por quemadura de llantas	2.58	4.45	0.09		1.04	
3	53+519.1	53+520.9	DER.	Bache por quemadura de llantas	1.85	2.76	0.07		0.36	
4	53+519.2	53+520.8	DER.	Bache por quemadura de llantas	1.67	1.79	0.07		0.21	
5	53+519.5	53+520.6	IZQ.	Bache por quemadura de llantas	1.1	1.05	0.07		0.09	
6	53+519.3	53+520.7	IZQ.	Bache por quemadura de llantas	1.4	1.61	0.06		0.14	
7	61+100.2	61+103.8	DER.	Bache por quemadura de llantas	3.55	3.58	0.07		0.89	

Anexo 25 – Estado de la carpeta asfáltica – Jícaro Galán – Santa Elena

Fuente: Propia

"OBRAS DE REHABILITACIÓN DE LA CARRETERA CA-1: TRAMO 2, LOTE B, SANTA ELENA (DESvío A CIDEÑO) - CHOLUTECA"
CLIENTE: INVEST-H
CONTRATISTA: PRODECON, S.A. DE C.V

ESTADO ACTUAL DE LA CARPETA ASFÁLTICA										
No.	EST. INICIAL	EST. FINAL	LADO	DESCRIPCIÓN	LARGO	ANCHO	ESPESOR	IMAGEN	M3	OBSERVACIÓN
1	76+542.3	76+544.9	DER.	Bache por quemadura de llantas	2.51	4.71	0.08		0.95	
2	76+543.3	76+543.9	DER.	Bache por quemadura de llantas	0.6	0.64	0.05		0.02	
3	76+542.6	76+544.6	IZQ.	Bache por quemadura de llantas	1.99	5.86	0.07		0.82	
4	76+657.1	76+658.9	IZQ.	Bache por quemadura de llantas	1.8	1.47	0.07		0.19	
5	76+659.1	76+661.5	DER.	Bache por quemadura de llantas	2.39	2.36	0.08		0.46	
6	76+660.0	76+661.2	DER.	Bache por quemadura de llantas	1.14	1.57	0.07		0.13	
7	76+727.7	76+730.0	DER.	Bache por quemadura de llantas	2.3	8.85	0.08		1.63	

Anexo 26 – Estado de la carpeta asfáltica – Santa Elena – Choluteca

Fuente: Propia



Anexo 27 – Ahuellamiento EST. 87+202.2 DER

Fuente: Propia



Anexo 28 – Ahuellamiento EST. 87+221.0 DER

Fuente: Propia



(PRODECON)
SAN PEDRO SULA, CORTES, HONDURAS, C.A.

Proyecto: **PCT-1017 Nacaome**

RESUMEN REPORTE COSTOS DE EQUIPO Y VEHÍCULOS

Período: **Jueves 28 de noviembre 2019**

Código	Descripción	Horómetros		Horas Trabajadas	543 D-1316	Riego neblina D-1316	Bacheo D-1316	Bacheo PCT-1020 Amatillo Jicaro	A-509	Bacheo PCT-1021 Jicaro Sta. Elena	Bacheo D-1314 Sta. Elena Choluteca	543 D-1314	Mantenimiento y Equipo
		Inicial	Final										
A-85	KIA	298,363.00	298,564.00									0.00	
A-38	KIA	450,797.00	450,993.00									0.00	
DA-06	Distribuidor A.			4.00							4.00		
A-08	KIA	1,338.40	1,343.80	5.40								5.40	
CO-39	Rodo	1,603.90	1,606.70	2.80								2.80	
R-44	Retro excavadora	4,395.90	4,398.80	2.90								2.90	
BC-15	Bocat	1,554.40	1,555.20	0.80								0.80	
CO-28	Neomatica	6,208.60	6,211.20	2.60								2.60	
A-02	KIA	4,277.00	4,279.90									0.00	
CM-25	Compresor	544.70	545.50	0.80								0.80	
COC-09	Cortadora			0.00								0.00	
A-36	KIA	1,528.20	1,533.60									0.00	
CT-05	Lowboy	2,937.80	2,939.10	4.00								4.00	
COC-08	Cortadora			3.00								3.00	
V-40	Volqueta			0.00								0.00	
A-32	KIA	5,054.10	5,057.90						0.00				
TOTAL				26.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	26.30	0.00	0.00

Anexo 29 – Resumen de Horómetros y kilometrajes del equipo Jueves 28/11/19

Fuente: Propia



PROFESIONALES DE LA CONSTRUCCION
(PRODECON)

SAN PEDRO SULA, CORTES, HONDURAS, C.A.

Proyecto: **PCT-1017 Nacaome**

RESUMEN DE COSTOS DE MANO DE OBRA POR ACTIVIDAD

CLASE DE TRABAJO

Período: Del: 19 noviembre 2019 Al: 27 noviembre 2019		PCT-1021 Bacheo Santa Elena	D-1314 Bacheo St.Elena Choluteca	543 D-1314	TOTAL (L.) *Incluye un factor de beneficios sociales de 40%
Fecha					
M	19 de noviembre del 2019	L 13,767.55	L -	L -	L 13,767.55
M	20 de noviembre del 2019	L 24,701.13	L -	L -	L 24,701.13
J	21 de noviembre del 2019	L 18,264.03	L -	L -	L 18,264.03
V	22 de noviembre del 2019	L 21,455.89	L -	L -	L 21,455.89
S	23 de noviembre del 2019	L -	L 18,116.70	L -	L 18,116.70
D	24 de noviembre del 2019	L -	L -	L -	L -
L	25 de noviembre del 2019	L -	L 17,309.58	L -	L 17,309.58
M	26 de noviembre del 2019	L -	L 15,026.84	L -	L 15,026.84
M	27 de noviembre del 2019	L -	L 20,360.78	L 1,400.50	L 21,761.28
J	28 de noviembre del 2019	L -	L 21,201.49	L -	L 21,201.49
V	29 de noviembre del 2019	L -	L -	L -	L -
S	30 de noviembre del 2019	L -	L 8,551.92	L -	L 8,551.92
D	01 de diciembre del 2019	L -	L -	L -	L -
L	2 de diciembre del 2019	L -	L 14,071.64	L -	L 14,071.64
TOTAL VALOR (L.) *Incluye un factor de beneficios		L 78,188.60	L 114,638.95	L 1,400.50	L 194,228.05

Anexo 30 – Resumen costos de mano de obra calificada por actividad

Fuente: Propia



(PRODECON)
SAN PEDRO SULA, CORTES, HONDURAS, C.A.

Proyecto: PCT-1017 Nacaome

RESUMEN COSTOS PERSONAL Y EQUIPO

Período: Del: 28 de octubre 2019 Al: 2 de diciembre 2019

28 de octubre del 2019					
Proyecto	Costo M.O.	Costo Equipo	Total	Mezcla Suministrada	Costo/Ton
D 1316	L 17,556.78	L 25,350.14	L 42,906.92	15.14	L 2,834.01

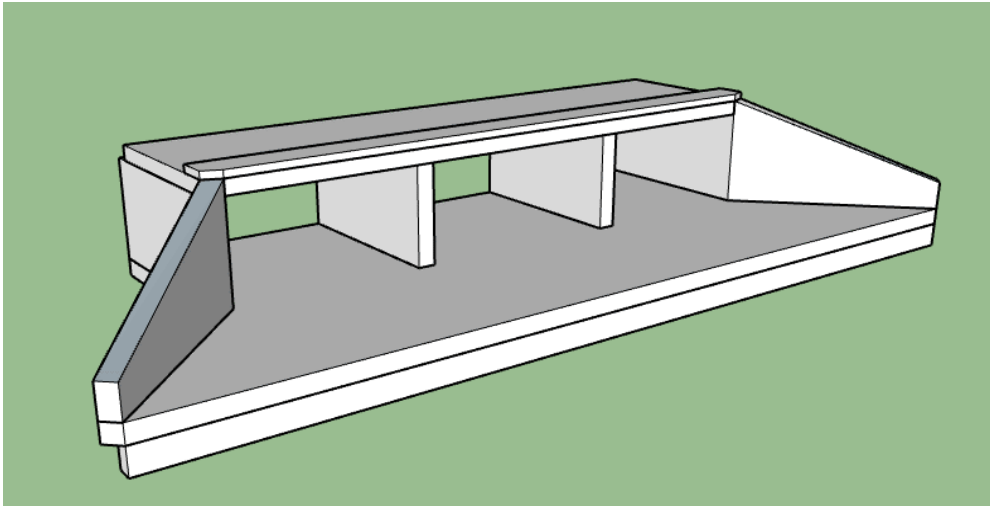
13 de noviembre del 2019					
Proyecto	Costo M.O.	Costo Equipo	Total	Mezcla Suministrada	Costo/Ton
PCT 1020	L 29,939.32	L 47,607.85	L 77,547.17	15.14	L 5,122.01

20 de noviembre del 2019					
Proyecto	Costo M.O.	Costo Equipo	Total	Mezcla Suministrada	Costo/Ton
PCT 1021	L 24,701.13	L 41,554.75	L 66,255.88	23.3	L 2,843.60

22 de noviembre del 2019					
Proyecto	Costo M.O.	Costo Equipo	Total	Mezcla Suministrada	Costo/Ton
D 1314	L 21,455.89	L 31,462.96	L 52,918.85	23.3	L 2,271.20

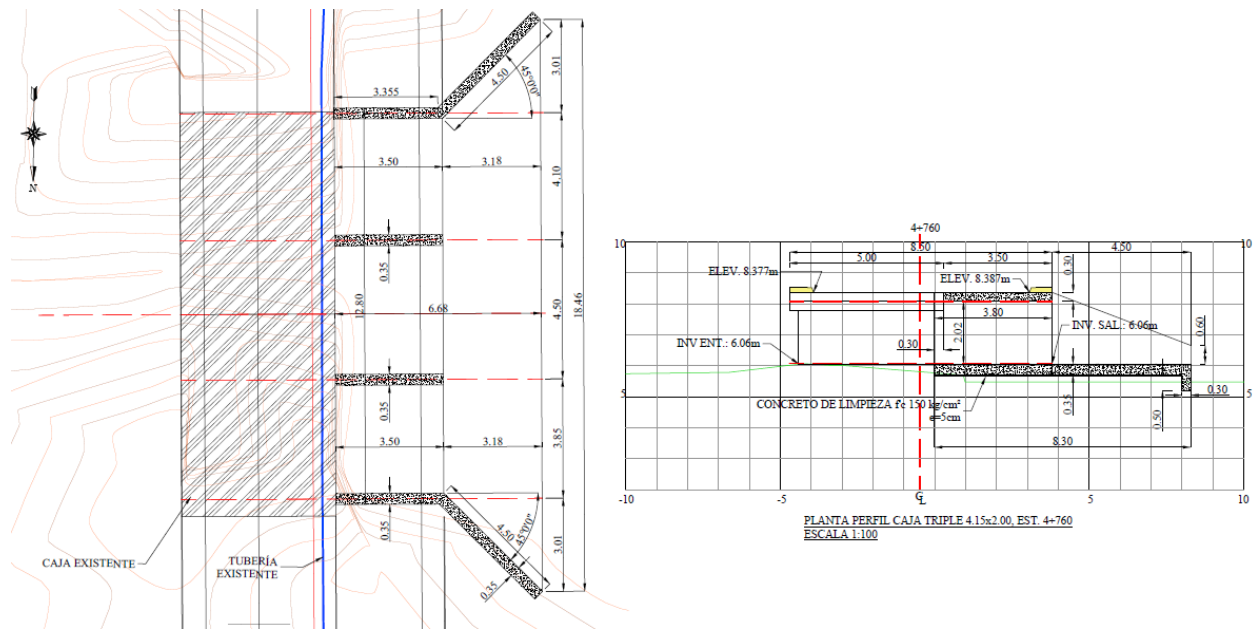
Anexo 31 – Costo diario por tonelada de asfalto del bacheo

Fuente: Propia



Anexo 32 – Modelado 3D Caja Puente Nagarejo

Fuente: Propia



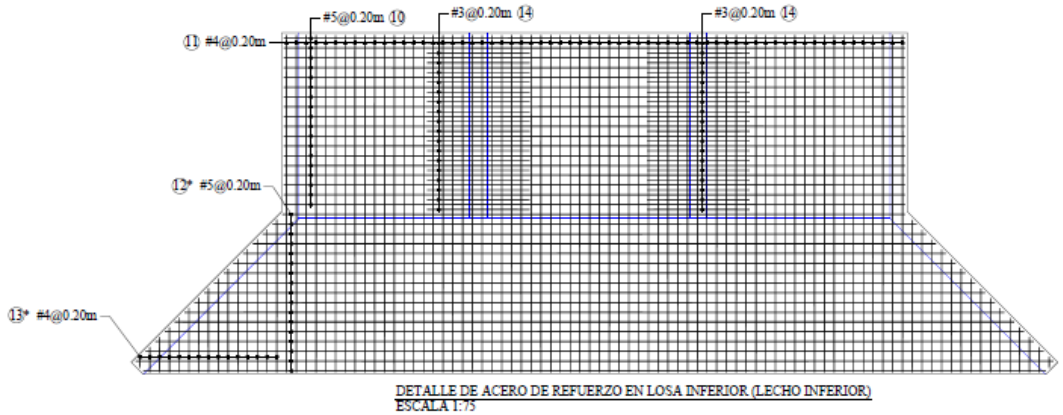
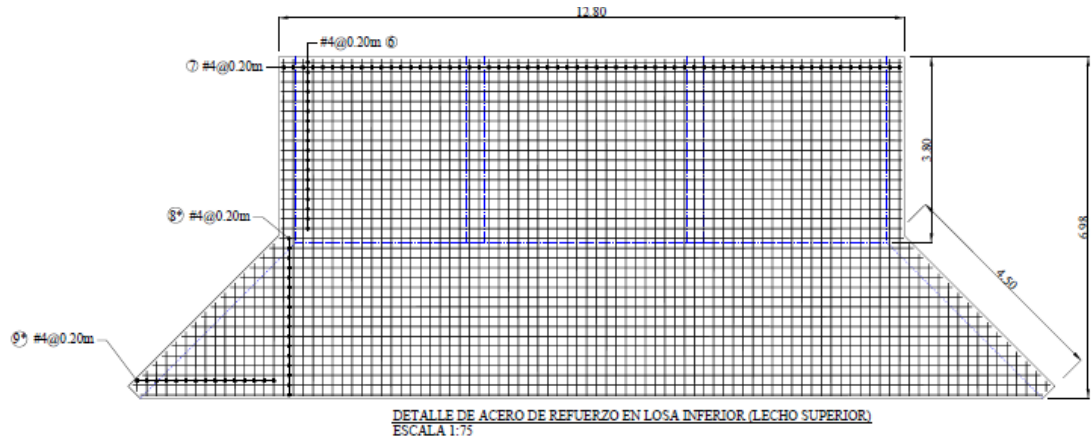
Anexo 33 – Caja Puente Nagarejo: Planta-perfil

Fuente: Propia



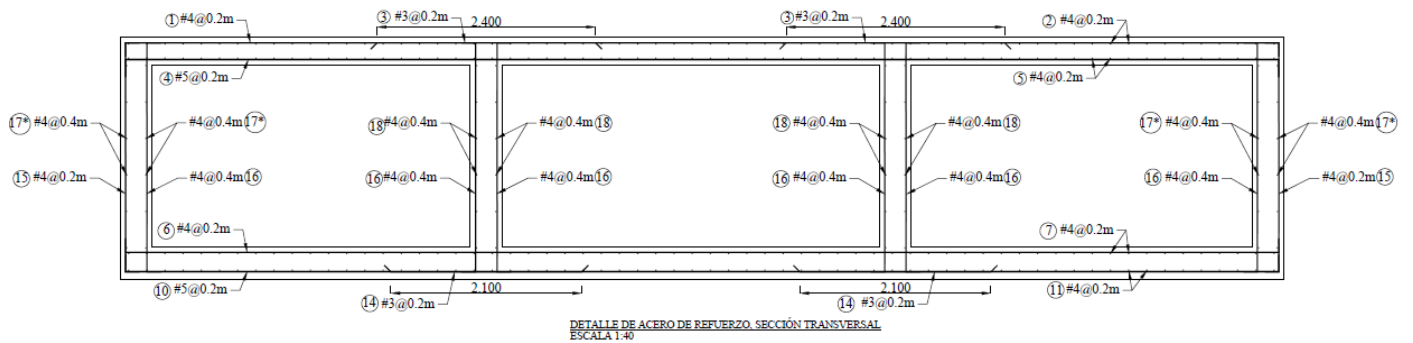
Anexo 34 – Caja Puente Nagarejo: Losa Superior

Fuente: Propia



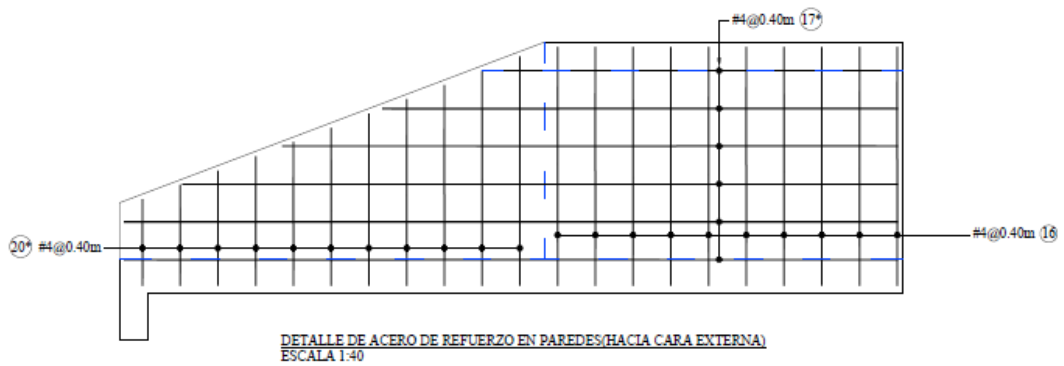
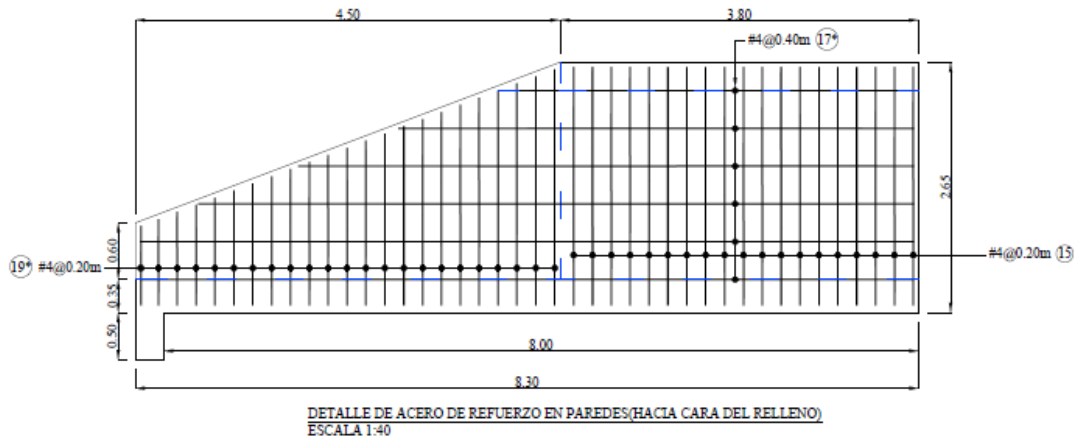
Anexo 35 – Caja Punte Nagarejo: Losa inferior

Fuente: Propia



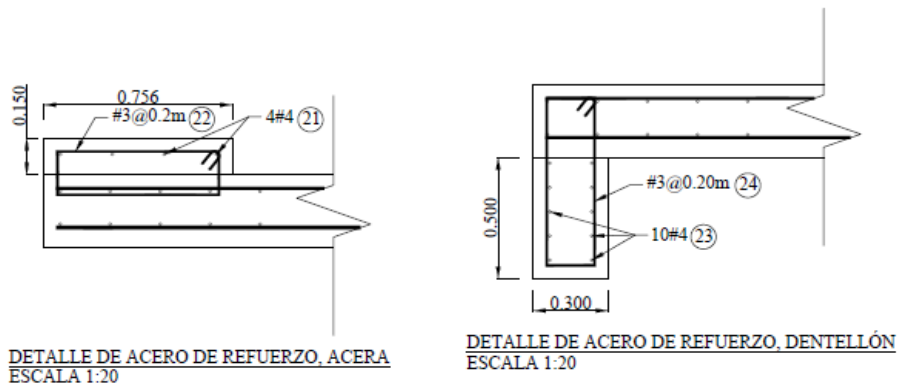
Anexo 36 – Caja Punte Nagarejo: Sección Transversal

Fuente: Propia



Anexo 37 – Caja Puentes Nagarejo: Paredes Externas

Fuente: Propia



Anexo 38 – Caja Puentes Nagarejo: Acera y Dentellón

Fuente: Propia

#	Calibre	Tipo	Longitud (m)	Cantidad	Necesario		3			4			5			
							Desperdicio	Total	Usado	Desperdicio	Total	Usado	Desperdicio	Total	Usado	
1	4		13.642	18	9.000	9.000				0.000	0.000	4.358				
2	4	recta	3.400	64	4.358					0.000	0.000	0.958				
3	3	recta	2.400	34	9.000					0.000	0.000					
4	5	1	13.874	18	12.000	12.000							0.000	0.000	10.126	
5	4	recta	3.400	64	9.000					0.000	0.000	5.600				
6	4	1	13.642	19	9.000	5.600				0.000	0.000	0.958				
7	4	recta	6.931	64	9.000					0.000	0.000	2.069				
8	5	1	14.214	1	12.000	10.126							0.000	0.000	7.912	
	5	1	14.502	1	12.000	7.912							0.000	0.000	5.410	
	5	1	14.888	1	12.000	5.410							0.000	0.000	2.522	
	5	1	15.276	1	12.000	12.000							0.000	0.000	8.724	
	5	1	15.664	1	12.000	8.724							0.000	0.000	5.060	
	5	1	16.052	1	12.000	5.060							1.008	1.008	0.000	
	5	1	16.440	1	12.000	12.000							0.000	0.000	7.560	
	5	1	16.828	1	12.000	7.560							0.000	0.000	2.732	
	5	1	17.216	1	12.000	12.000							0.000	0.000	6.784	
	5	1	17.604	1	12.000	6.784							1.180	1.180	0.000	
	5	1	17.990	1	12.000	9.000							0.000	0.000	3.010	
	5	1	18.378	1	12.000	9.000							0.000	0.000	2.622	
	5	1	18.766	1	12.000	9.000							2.234	2.234	0.000	
	5	1	19.154	1	12.000	9.000							1.846	1.846	0.000	
	5	1	19.542	1	12.000	9.000							1.458	1.458	0.000	
5	1	19.930	1	12.000	9.000							1.503	1.503	0.000		
9	4	recta	0.400	2	0.958					0.000	0.000	0.558				
	4	recta	0.597	2	0.958					0.361	0.722	0.000				
	4	recta	0.795	2	2.069					0.000	0.000	1.274				
	4	recta	0.993	2	1.274					0.281	0.562	0.000				
	4	recta	1.190	2	9.000					0.000	0.000	7.810				
	4	recta	1.388	2	7.810					0.000	0.000	6.422				
	4	recta	1.586	2	6.422					0.000	0.000	4.836				
	4	recta	1.783	2	4.836					0.000	0.000	3.053				
	4	recta	1.981	2	3.053					0.000	0.000	1.072				
	4	recta	2.179	2	9.000					0.000	0.000	6.821				
	4	recta	2.376	2	6.821					0.000	0.000	4.445				
	4	recta	2.574	2	4.445					0.000	0.000	1.871				
	4	recta	2.772	2	9.000					0.000	0.000	6.228				
	4	recta	2.969	2	6.228					0.000	0.000	3.259				
4	recta	3.167	2	3.259					0.092	0.184	0.000					
10	5	1	13.874	19	12.000	2.522							0.648	12.312	0.000	
11	4	recta	6.931	64	9.000					0.000	0.000	2.069				
21	4	recta	13.337	4	12.000	4.187				2.850	11.401	0.000				
22	3	4	1.782	64	4.500					0.000	0.000	2.718				
23	4	recta	19.538	10	12.000	9.000				1.462	14.620	0.000				
24	3	4	1.914	92	2.718					0.804	73.940	0.000				
							Total (m)	73.940		Total (m)	50.482		Total (m)	36.894		
							Total (kg)	41.407		Total (kg)	50.180		Total (kg)	57.259		

Total Desp.	148.846
Total Neto	4687.861
Desperdicio	3.18%

Anexo 39 – Tabla de cálculo de desperdicios de acero

Fuente: Propia

MIEMBRO	#	Calibre	Tipo	Longitud (m)	Cantidad	Total (m)	Total (kg)	Total (Lances)	Desperdicio	Total Neto	Total Neto	Total Neto
								9.146341463		(m)	(kg)	(Lances)
LOSA SUPERIOR	1	4	1	13.642	18	245.552	244.079	26.847	3.18%	253.349	251.829	27.699
	2	4	recta	3.400	64	217.600	216.294	23.791	3.18%	224.509	223.162	24.546
	3	3	recta	2.400	34	81.600	45.696	8.922	3.18%	84.191	47.147	9.205
	4	5	1	13.874	18	249.732	387.584	27.304	3.18%	257.661	399.890	28.171
	5	4	recta	3.400	64	217.600	216.294	23.791	3.18%	224.509	223.162	24.546
LOSA INFERIOR	6	4	1	13.642	19	259.194	257.639	28.339	3.18%	267.424	265.819	29.238
	7	4	recta	6.931	64	443.584	440.922	48.499	3.18%	457.668	454.922	50.038
	8	5	1	272.011	16	272.011	422.161	29.740	3.18%	280.648	435.565	30.684
	9	4	recta	26.750	30	53.500	53.179	5.849	3.18%	55.199	54.868	6.035
	10	5	1	13.874	19	263.606	409.117	28.821	3.18%	271.976	422.106	29.736
	11	4	recta	6.931	64	443.584	440.922	48.499	3.18%	457.668	454.922	50.038
	12	5	1	272.011	16	272.011	422.161	29.740	3.18%	280.648	435.565	30.684
	13	4	recta	26.750	30	53.500	53.179	5.849	3.18%	55.199	54.868	6.035
PAREDES	14	3	recta	2.100	36	75.600	42.336	8.266	3.18%	78.000	43.680	8.528
	15	4	1	2.855	36	102.773	102.156	11.236	3.18%	106.036	105.400	11.593
	16	4	1	2.855	54	154.159	153.234	16.855	3.18%	159.054	158.100	17.390
	17	4	3	33.590	24	167.160	166.157	18.276	3.18%	172.468	171.433	18.856
	18	4	recta	3.700	24	88.800	88.267	9.709	3.18%	91.620	91.070	10.017
	19	4	2	38.590	46	77.180	76.717	8.438	3.18%	79.631	79.153	8.706
ACERA	20	4	2	17.453	22	40.268	40.026	4.403	3.18%	41.546	41.297	4.542
	21	4	recta	13.337	4	53.348	53.028	5.833	3.18%	55.042	54.712	6.018
	22	3	4	1.782	64	114.067	63.878	12.471	3.18%	117.689	65.906	12.867
DENTELLÓN	23	4	recta	19.538	10	195.380	194.208	21.362	3.18%	201.584	200.374	22.040
	24	3	4	1.914	92	176.116	98.625	19.255	3.18%	181.707	101.756	19.867
							Total (kg)	4687.861		Total (kg)	4836.706	

Anexo 40 – Tabla Resumen Cantidad de Acero Caja Puente Nagarejo

Fuente: Propia