Práctica empresarial en la empresa Consultora ingeniería & Proyectos Martínez Roncancio S.A.S como auxiliar de ingeniería en la ejecución de obras civiles

Hernán Darío González Rondón

Proyecto de grado para optar al título de Ingeniero Civil

Director:

Sandra Milena Cote Vargas

Magíster en Ingeniería Civil

Universidad Industrial de Santander

Facultad de Ingenierías Fisicomecanicas

Escuela de Ingeniería Civil

Bucaramanga

2021

Dedicatoria

A mis padres Luis Alberto González y María Rondón Santos, por qué gracias a ellos hoy puedo formarme como profesional. A su esfuerzo para sacarnos adelante y apoyarnos en cada uno de nuestros objetivos.

Agradecimientos

A Dios, por brindarme salud e inteligencia para alcanzar mis objetivos.

A mis padres, por el apoyo incondicional, esfuerzo y dedicación

A mis hermanos y hermanas, por acompañarme en este camino y brindarme su apoyo incondicional

A la universidad industrial de Santander, por ser mi alma Mater, institución que me formó como profesional

A la empresa CMR ingeniera y proyectos, por la oportunidad para afianzar mis conocimientos y crecer como profesional

Contenido

Pág.

Introducción 13

1. Descripción de la práctica 14

1.1 Descripción de la empresa 14

1.2 Descripción del proyecto 15

1.3 Funciones de la práctica 16

1.3.1 Control de cantidades de obra 16

1.3.2 Pedido de materiales 17

1.3.3 Elaboración de informes diarios 17

1.3.4 Apoyo a la elaboración de actas 18

2. Obras ejecutadas 19

2.1 Obras de drenaje transversal 20

2.1.1 Proceso constructivo 23

2.1.2 Ítems 32

2.1.3 Cantidades ejecutadas 34

2.2 Drenajes en zonas de disposición de materiales de excavación (ZODME) 34

2.2.1 Proceso constructivo 39

2.2.2 Ítems 41

2.2.3 Cantidades ejecutadas 41

2.3 Muro de gaviones 42

2.3.1 Proceso constructivo 44

2.3.2 Ítems 52

2.3.3 Cantidades ejecutadas 53

3. Aportes 53

Referencias Bibliográficas 55

Apéndices 56

Lista de Figuras

Pág.

Figura 1. Unidades funcionales del proyecto BBY - Ruta del Cacao 15

Figura 2. Informe diario de las actividades ejecutadas 18

Figura 3. Formato de acta de obra mensual 19

Figura 4. Encole de una ODT con tubería de sección circular 20

Figura 5. Cuerpo de una ODT con tubería de sección circular 21

Figura 6. Cuerpo de una ODT con tubería de sección circular y una caja intermedia 22

Figura 7. Descole de una ODT con tubería de sección circular 22

Figura 8. Excavación para la construcción de la ODT en el terraplén 23

Figura 9. Saneo para ODT realizado con material filtrante 24

Figura 10. Solado para la instalación de tubería 25

Figura 11. Dentellones de una ODT 26

Figura 12. Tubería de sección rectangular 3x3 de concreto reforzado 27

Figura 13. Tubería de sección circular de diámetro 1200 mm de concreto reforzado 27

Figura 14. Especificación técnica para la altura del atraque 28

Figura 15. Atraque de una ODT 28

Figura 16. Encole de una ODT con tubería de sección rectangular 29

Figura 17. Caja para transición por cambio en la sección de la tubería 30

Figura 18. Descole de una ODT con tubería de sección circular 31

Figura 19. Compactación del material para lleno 31

Figura 20. Bajante lisa construida para el descole de una zanja de coronación 32

Figura 21. Disipador para zonas con alta presencia de agua lluvia 33

Figura 22. Drenajes ZODME 2 UF9..... 34

Figura 23. Planta ZODME3 UF9 [7] 35

Figura 24. Drenajes ZODME3 UF9..... 36

Figura 25. Sección transversal cuneta tipo V..... 37

Figura 26. Sección transversal cuneta tipo I 38

Figura 27. Cuneta tipo II con 4 sacos 38

Figura 28. Empacado e instalación de sacos-suelo 40

Figura 29. Instalación de geomanto 40

Figura 30. Detalle gancho para geomanto 41

Figura 31. Detalle instalación de geomanto..... 42

Figura 32. Muro de gaviones PR 105 UF9 43

Figura 33. Muro de gaviones PR 102 UF8 43

Figura 34. Muro de gaviones PR 99+500 UF8 44

Figura 35. Descargue de talud a intervenir 45

Figura 36. Verificación de niveles de excavación 46

Figura 37. Drenaje en el respaldo de los gaviones..... 47

Figura 38. Drenaje transversal en el lleno del gavión..... 47

Figura 39. Tableros y alineadores usados para el lleno de las canastas..... 48

Figura 40. Llenado manual de canastas 49

Figura 41. Material colocado y tensores en la canasta para gavión..... 49

Figura 42. Tensores-Articulo 681 INVIAS 50

Figura 43. Compactación de material para lleno 51

Figura 44. Verificación compactación por parte del grupo de calidad 51

Figura 45. Drenajes verticales y horizontales en el lleno 52

Lista de Tablas

Pág.

Tabla 1. Control diario de obras ejecutadas 16

Tabla 2. Control diario de concreto utilizado en obra 17

Tabla 3. Valores usados para el solado 24

Tabla 4. Cantidades ejecutadas de bajante lisa y disipador UF8-9 33

Lista de Apéndices

Pág.

Apéndice A. Formato suministrado por la concesión para los informes diarios de las cantidades ejecutadas por la empresa CMR en el proyecto BBY de la Ruta del Cacao..... 56

Apéndice B. Tablas de cantidades 57

Resumen

Titulo: Práctica empresarial en la empresa Consultora ingeniería & Proyectos Martínez Roncancio S.A.S como auxiliar de ingeniería en la ejecución de obras civiles[*]

Autor: Hernán Darío González Rondón[**]

Palabras clave: Cantidades de obra, concesiones, contratista, proyectos viales 4g.

Descripción:

Actualmente los sectores de la economía buscan ser competitivos, para esto es primordial que el país tenga una infraestructura vial optima, y los proyectos viales 4G se convierten en una herramienta primordial para el crecimiento económico al mejorar la conectividad entre ciudades. Estos proyectos se convierten en retos para la ingeniería, siendo la responsable de ejecutarlos garantizando que cumplan con las especificaciones y se entregue un producto final de calidad.

En proyectos realizados por concesiones es de vital importancia el rol de los profesionales que se encargan del control de las cantidades de obra ejecutadas, garantizar el cumplimiento de cronogramas, verificar las especificaciones técnicas y el pago a los contratistas de acuerdo con el tipo de contrato. Estos proyectos le permiten al estudiante aplicar los conocimientos adquiridos en el pregrado y adquirir habilidades que le permitan un correcto ejercicio profesional.

Este documento es el resultado del proyecto de grado como modalidad de práctica empresarial, en el que se evidencia los aspectos más relevantes de las actividades realizadas en la ejecución de obras civiles durante el tiempo laborado como auxiliar de ingeniería en las obras ejecutadas por la empresa Consultora ingeniería & Proyectos Martínez Roncancio S.A.S en el proyecto Ruta del Cacao en el corredor vial Bucaramanga-Barrancabermeja-Yondó.

---

[*] Trabajo de Grado

[**] Facultad de Ingenierías Fisicomecánicas-. Escuela de Ingeniería Civil. Director: Sandra Milena Cote Vargas. Magister en Ingeniería Civil.

Abstract

Title: Business practice in the company Consultora ingeniería & Proyectos Martínez Roncancio S.A.S as an engineering assistant in the execution of civil works [*]

Author: Hernán Darío González Rondón[**]

Keywords: Work quantities, concessions, contractor, 4g road projects

Description:

Currently the sectors of the economy seek to be competitive, for this it is essential that the country has an optimal road infrastructure, and 4G road projects become a primary tool for economic growth by improving connectivity between cities. These projects become challenges for engineering, which is responsible for executing them, ensuring that they comply with the specifications and deliver a quality final product.

In concession projects, the role of professionals in charge of controlling the quantities of work executed, guaranteeing compliance with schedules, verifying technical specifications and paying contractors according to the type of contract is of vital importance. These projects allow the student to apply the knowledge acquired in the undergraduate program and to acquire skills that will allow him/her to perform a correct professional practice.

This document is the result of the degree project as a business practice modality, in which the most relevant aspects of the activities performed in the execution of civil works during the time worked as an engineering assistant in the works executed by the company Consultora ingeniería & Proyectos Martínez Roncancio S.A.S. in the Ruta del Cacao project in the Bucaramanga-Barrancabermeja-Yondó road corridor.

[*] Degree Work

[**] Faculty of Physical and Mechanical Engineering -. Civil Engineering School. Director: Sandra Milena Cote Vargas. Master of civil engineering.

Introducción

Actualmente el país busca obtener un nivel aceptable de desarrollo en las industrias y de esta forma fortalecer su economía. Sin embargo, se hace necesario contar con una infraestructura vial que permita a los empresarios movilizar los productos en grandes cantidades de forma rápida y eficiente (Pérez V., 2005). Por esta razón, las vías de cuarta generación, 4G, que buscan la reducción de tiempos de movilización y ahorros en costos de operación vehicular (Mesa, García, & Mosquera, s.f.), se convierten en proyectos necesarios para llevar al país por el camino de la competitividad. Estos proyectos son ejecutados en ejes viales existentes o requieren de nuevos trazados, en los cuales se debe realizar obras de adecuación tales como drenajes y movimiento de tierra.

Las vías 4G se convierten en un reto para la ingeniería colombiana por las especificaciones técnicas de las obras que se ejecutan desde la etapa de adecuación hasta la etapa de urbanismo.

También al ser proyectos que se realizan por concesiones, es primordial el papel que desempeñan los profesionales que se encargan del control de cantidades y seguimiento a la ejecución de las obras. Ya que son estos los que determinan lo que paga la concesión a las empresas contratistas de acuerdo con la modalidad de contratación (Romero & Echavarria, s.f.).

Estos proyectos de infraestructura se convierten en una oportunidad para que el practicante adquiera habilidades que le permitirán enfrentarse a los retos que trae el campo laboral.

Con el fin de aplicar los conocimientos adquiridos en el pregrado se realiza el trabajo de grado en modalidad de práctica empresarial apoyando la ejecución y control de cantidades de la obra civil ejecutada por la empresa Consultora ingeniería & Proyectos Martínez Roncancio S.A.S.

En este documento se presenta los aspectos más relevantes de las actividades realizadas como auxiliar de ingeniería en el proyecto vial Ruta del cacao en las unidades funcionales 8 y 9 que comprenden el tramo desde el km 99 en el sector conocido como Lisboa y Lebrija, ejecutadas entre el 21 de mayo al 20 de septiembre del 2021.

1. Descripción de la práctica

1.1 Descripción de la empresa

Consultora Ingeniería & Proyectos Martínez Roncancio S.A.S. es una empresa dedicada a la realización de proyectos ambientales y obras civiles, orientados al logro de los más altos estándares de calidad en todas nuestras actividades mediante equipos interdisciplinarios y tecnologías actuales que nos permiten ofrecer a nuestros clientes los mejores productos y servicios. Son una empresa comprometida con la comunidad y las empresas locales, que busca crear un ambiente de armonía para el crecimiento territorial, posicionarse y consolidarse en la región como una empresa social y ambientalmente responsable e íntegra.

1.2 Descripción del proyecto

Cintra, en consorcio con el fondo de inversiones Ashmore y el grupo local Colpatria, liderará el diseño, construcción, financiación, operación y mantenimiento de la Autopista BBY (Bucaramanga-Barrancabermeja-Yondó) en Colombia.

Cintra será responsable del desarrollo, operación y mantenimiento de este proyecto cuyo diseño y construcción estarán a cargo de una UTE liderada por Ferrovial Agromán.

El desarrollo de este nuevo corredor con aproximadamente 152 kilómetros cuenta con una inversión total estimada de $2,6 billones de pesos colombianos, alrededor de 880 millones de euros. El período concesional será de 25 años (con posibilidad de 4 años adicionales) desde la firma del contrato, los cuales se dividen en 1 año de estudios y diseños, 5 años de construcción y 19 años de operación (Ruta del Cacao, s.f.).

Figura 1.

Unidades funcionales del proyecto BBY - Ruta del Cacao

Nota. Tomado de: Ruta del Cacao (s.f.) Descripción del proyecto. http://rutadelcacao.com.co

1.3 Funciones de la práctica

1.3.1 Control de cantidades de obra

Este control se realiza por medio de la tabla 1. Esta se llena diariamente con la información suministrada por los encargados de cada cuadrilla o frente de trabajo. En la casilla de ACTIVIDAD se especifica si es fundida, excavación o lleno. En DESCRIPCION se detallan las medidas del ítem ejecutado. En la casilla MATERIALES presenta el material usado para la actividad y en las dos ultimas casillas se pone la cantidad y unidad de medida del ítem. Se elaboro una tabla para cada ODT ejecutado y la información era actualizada con la información de las tablas diariamente y de esta forma hacer seguimiento a las cantidades ejecutadas en cada ODT en cada fecha de corte.

Tabla 1.

Control diario de obras ejecutadas

Actividad	Descripcion	Materiales	Fecha	Cantidad	Un

En los anexos 2,3 y 4 corresponden a las tablas con las que se controla las obras que han sido ejecutadas por la empresa y las cuales se actualizan a diario con la información de la tabla 1 correspondiente a cada ODT. Durante la práctica se elaboraron 3 tablas de control de cantidades, una para cada tipo de obra que se ejecutaron (ODT, drenajes ZODME y muro de gaviones)

1.3.2 Pedido de materiales

Siguiendo los cronogramas definidos para obra, se programan los materiales que se requieren para la ejecución como concreto, acero o piedra gavión. Este pedido se realiza al ingeniero residente asignado por la concesión. Los materiales que se despachan del almacén son solicitados por grupos de WhatsApp definidos por el ingeniero residente. Con la tabla 2 se realiza el control de la cantidad de concreto que llega a obra especificando el numero de recibo que es entregado por el operador de la mixer, cantidad, resistencia del concreto y actividad en la que fue utilizado.

Tabla 2.

Control diario de concreto utilizado en obra

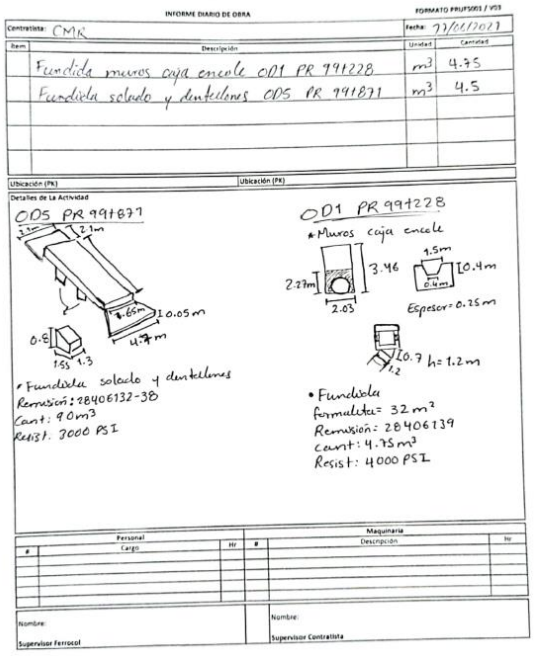
# Remision	Cantidad	Resistencia	Fecha	Actividad

1.3.3 Elaboración de informes diarios

La información suministrada en la tabla 1, se diligencia el formato presentado en la imagen 1. En el cual se especifica el contratista, ítem ejecutado, unidad de medida y se detalla las medidas de las obras ejecutadas diariamente. Durante la práctica se elaboraron 106 informes diarios.

Figura 2.

Informe diario de las actividades ejecutadas



Nota. Tomado de: Informe diario Obra Civil CMR

1.3.4 Apoyo a la elaboración de actas

La información de la tabla 1 es consolidada en la tabla 3. Esta tabla presenta la fecha de corte, la fecha de ejecución de la actividad, ítem y precio definido, número de ODT y una breve descripción de la actividad realizada. Para cada ítem se hace la sumatoria de las cantidades ejecutadas y con esto el calculo del total a pagar. Se suman estos totales para tener un acumulado del valor total del acta, esto corresponde al costo directo. Los porcentajes para AIU son definidos en cada contrato.

Figura 3.

Formato de acta de obra mensual

COLOCACIÓN Y CONSTRUCCIÓN DE OBRAS DE DRENAJE TRANSVERSAL DE LAS UNIDADES FUNCIONALES UF8 Y UF9 DEL CORREDOR VIAL BUCARAMANGA – BARRANCABERMEJA – YONDÓ (BBY)																							
ITEM		EXCAVACIONES VARIAS SIN CLASIFICAR	RELLENO DE PRESTAMO	CONCRETO CLASE F 14 MPA	CONCRETO 28 MPA	CONCRETO DISIPADOR 28 MPA	ACERO DE REFUERZO	TUBERIA DE CONCRETO REFORZADO CLASE 21 MPA DE 900 MM	TUBERIA DE CONCRETO REFORZADO CLASE 21 MPA DE 1200 MM	TUBERIA DE CONCRETO REFORZADO CLASE 21 MPA DE 1500 MM	ENCOFRADO	REPALEO, DESCARGA DE TUBOS (HORAS MAQUINA)	INSTALACION DE GEOTEXTIL	MANGUERA PERFORADA 4"	PIEDRA FILTRO	GAVIONES	GEODREN PLANAR	ZANJA DE CORONACION	ANCLAJES 1/2"	JORNALES	DEMOLICION	UBICACIÓN Y DETALLE DE LA ACTIVIDAD	
UNID		M3	M3	M3	M3	M3	KG	ML	ML	ML	M2	HORA	M2	ML	M3	M3	ML	ML	UND		M3		
VR.UNITARIO		$ -	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -	$ -		
CORTE	FECHA	MEDIDAS																				No. ODT	OBSERVACION
TOTAL PRODUCIDO		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
VALOR PRODUCIDO		$ 0	$ 0	$ 0	$ 0	$ 0	$ 0	$ 0	$ 0	$ 0	$ 0	$ 0	$ 0	$ 0	$ 0	$ 0	$ 0	$ 0	$ 0	$ 0	$ 0		
COSTO DIRECTO		$ 0																					
A	10%	$ 0,00																					
I	5%	$ 0,00																					
U	4%	$ 0,00																					
COSTO DIRECTO + AIU		$ 0,00																					
IVA	16%	$ 0,00																					
VALOR TOTAL		$ 0,00																					

Durante la práctica se elaboraron 4 actas mensuales para obras de drenaje transversal (ODT), 2 para muro de gaviones y 1 para drenajes de zonas de disposición de materiales de excavación.

En el caso de los drenajes en ZODME no se entregan informes diarios; en las fechas de corte se entregan los acumulados de los ítems ejecutados.

2. Obras ejecutadas

Durante la práctica la empresa ejecuto obras en las unidades funcionales 8 y 9 del Proyecto. A estas obras se realiza un seguimiento de acuerdo con los ítems definidos en el contrato. Con las cantidades ejecutadas se elabora las actas. La información presentada en las actas es verificada por parte de la concesión por medio de los informes diarios entregadas al ingeniero residente.

Para garantizar el cumplimiento de las especificaciones técnicas y adecuada ejecución de las actividades programadas la concesión cuenta con profesionales encargados de las áreas de geología, calidad de materiales, asesoría técnica e interventoría.

Los materiales que se requieran para llevar a cabo las actividades son suministrados por la concesión; el contratista se encarga de la mano de obra y maquinaria.

2.1 Obras de drenaje transversal

Son estructuras con las que se realiza el manejo de aguas que son entregadas por los drenajes longitudinales de la vía. Se realizan antes de iniciar la construcción del terraplén si hay presencia de afluentes. Se caracterizan principalmente por:

- **Encole:** Estructura en concreto reforzado que recibe la carga hidráulica. Pueden ser aletas o una caja dependiendo de la topografía de la zona en la que están ubicados. En la imagen 1 se puede observar el encole de una ODT en construcción que empalma con una obra existente.

Figura 4.

Encole de una ODT con tubería de sección circular

Nota. Tomado de: Informe diario Obra Civil CMR

- **Cuerpo:** Este comprende la estructura que conduce el caudal transversalmente a la vía y puede estar constituido por módulos de tubería con sección circular o sección rectangular de concreto reforzado. Puede tener cajas intermedias que conectan con drenajes longitudinales, o cajas ciegas, que son estructuras con las que se hace la transición en casos en los que hay cambios de dirección, pendiente, sección transversal o altura. En la imagen 2 se puede ver una ODT con tubería circular sin cajas intermedias por estar conectada a una obra existente.

Figura 5.

Cuerpo de una ODT con tubería de sección circular

Nota. Tomado de: Informe diario SST CMR

La imagen 4 corresponde a una ODT construida en la calzada nueva y no estará conectada a obras de drenaje existentes, esta si tiene caja intermedia. Esta caja intermedia tiene una reducción en la parte superior y tiene una entrada para que empalme con los drenajes longitudinales y dependiendo la altura se construye por tramos a medida que se conforma el terraplén.

Figura 6.

Cuerpo de una ODT con tubería de sección circular y una caja intermedia

Nota. Tomado de: Informe diario SST CMR

- **Descole:** Estructura que entrega la carga hidráulica a los afluentes o a la estructura diseñada para conducirla. En la imagen 5 se puede ver el descole construido de una ODT.

Figura 7.

Descole de una ODT con tubería de sección circular

Nota. Tomado de: Informe diario Obra Civil CMR

2.1.1 Proceso constructivo

- **Excavación:** Para la construcción de la ODT se realiza la excavación en la ubicación y niveles marcados por topografía. La imagen 6 muestra la excavación para una ODT; en este caso la construcción se realizó por tramos para permitir el avance en la conformación del terraplén.

Figura 8.

Excavación para la construcción de la ODT en el terraplén

Nota. Tomado de: Informe diario SST CMR

- **Saneo:** El grupo de geología del consorcio determinan si el suelo encontrado al realizar la excavación es apto o si se debe hacer reemplazar por material apto y cumplir con los niveles marcados por topografía. En la imagen 7 se observa el saneo que se realizó para construir la ODT, para esto se reemplaza el material por material drenante hasta cumplir las cotas marcadas por topografía.

Figura 9.

Saneo para ODT realizado con material filtrante

Nota. Tomado de: Informe diario SST CMR

- **Solado:** Capa de concreto pobre (resistencia de 2000 PSI) sobre el que se instala la tubería. Los espesores utilizados se muestran en la tabla 1.

Tabla 3.

Valores usados para el solado

CONDICIONES PARA ESPESORES DE SOLADO ODT	
PENDIENTE	**ESPESOR [cm]**
0.5% - 3%	10
3.0% - 50.0%	20

Nota. Tomado de: Consorcio Ferrocol

En la imagen 8 se puede ver el solado sobre el cual se instala la tubería de la ODT después de que topografía revise las cotas.

Figura 10.

Solado para la instalación de tubería

Nota. Tomado de: Informe diario SST CMR

Cuando una ODT tiene una pendiente mayor o igual al 20% se construyen dentellones, estructuras que ayudan a que no se presenten desplazamientos. Estas son estructuras con concreto de 3000 PSI y reforzadas con acero. La imagen 9 muestra el refuerzo que consiste en una parrilla y varillas que quedaran embebidas rodeando la tubería.

Figura 11.

Dentellones de una ODT

Nota. Tomado de: Informe diario SST CMR

- **Instalación de tubería**: Los planos entregados por el consorcio muestran la información de la cantidad de módulos, tipo y sección de la tubería a instalar. En la imagen 10 y 11 se observan los módulos de tubería instalados sobre el solado.

Figura 12.

Tubería de sección rectangular 3x3 de concreto reforzado

Nota. Tomado de: Informe diario Obra Civil CMR

Figura 13.

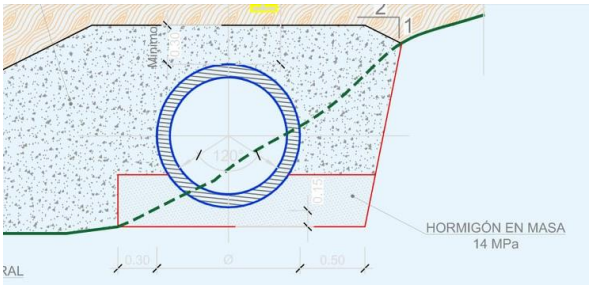
Tubería de sección circular de diámetro 1200 mm de concreto reforzado

Nota. Tomado de: Informe diario SST CMR

- **Atraque:** Elemento en concreto pobre (resistencia de 2000 PSI) que se coloca a lado y lado de la tubería para evitar desplazamiento durante el proceso constructivo de la vía y la etapa de funcionamiento. Para fundir este elemento es encofrado con formaleta como se observa en la imagen 12. La altura está determinada por el diámetro de la tubería cumpliendo la especificación mostrada en la figura 2, esta varía de acuerdo con el diámetro de la tubería.

Figura 14.

Especificación técnica para la altura del atraque



Nota. Tomado de: Consorcio BBY Ferrocol, (2020) Volumen VII hidráulica secciones transversales obras hidráulicas UF8, plano D03_2,

Figura 15.

Atraque de una ODT

Nota. Tomado de: Informe diario SST CMR

- **Encole, descole y cajas:** Estas estructuras reforzadas con acero de ½" y concreto de 4000 PSI. Se construyen después de que se funde el atraque de la tubería o después de realizar el lleno. En la imagen 14 se muestra el encole de la ODT, el cual se puede variar con la topografía.

Figura 16.

Encole de una ODT con tubería de sección rectangular

Nota. Tomado de: Informe diario OBRA CIVIL CMR

Cuando una ODT esta conectada a una obra existente la tuberia nueva tiene un diametro mayor y pueden presentarse cambios de la pendiente. En estos casos se construye una caja de transición como la que se muestra en la imagen 15.

Figura 17.

Caja para transición por cambio en la sección de la tubería

Nota. Tomado de: Informe diario OBRA CIVIL CMR

En la imagen 16 se puede observar el descole de una ODT construido y el cual varía de acuerdo con la topografía.

Figura 18.

Descole de una ODT con tubería de sección circular

Fuente: Informe diario Obra Civil CMR

- **Lleno:** Después de instalar la tubería se realiza el lleno de 1m a lado y lado de la ODT.

La compactación es verificada por el grupo de calidad del consorcio y es realizada con equipos de compactación pequeños como se observa en la imagen 17.

Figura 19.

Compactación del material para lleno

Nota. Tomado de: Informe diario SST CMR

2.1.2 Ítems

- Concreto [m3]
- Encofrado [m2]
- Excavación [m3]
- Lleno [m3]
- Instalación de tubería [m]
- Acero de refuerzo [Kg]
- **Bajante lisa [m]:** Estructura de concreto de 4000 PSI reforzada con malla electrosoldada usada para entregar la carga hidráulica de las zanjas de coronación a la ODT más cercana. La imagen 18 muestra la fundida de una bajante, actividad que requiere el uso de una bomba.

Figura 20.

Bajante lisa construida para el descole de una zanja de coronación

Nota. Tomado de: Informe diario SST CMR

- **Disipador [m3]:** Estructura que disminuye la energía que trae un flujo de agua y mitiga la afectación que produzca a una ODT o zonas de entrega de agua.

En la imagen 19 se muestra el disipador construido en el PR 102 en la UF8, con el que se realizó el manejo de aguas lluvias en la zona aledaña al muro de gaviones.

Figura 21.

Disipador para zonas con alta presencia de agua lluvia

Nota. Tomado de: Informe diario SST CMR

La tabla 5 presenta las cantidades de los ítems bajante lisa y disipador ejecutadas en las unidades funcionales 8 y 9 del proyecto por la empresa.

Tabla 4.

Cantidades ejecutadas de bajante lisa y disipador UF8-9

Ubicación	Bajante Lisa [m]	Discipador [m3]
99+406		35
102		33,5
107+300	40,5	
TOTAL	**40,5**	**68,5**

2.1.3 Cantidades ejecutadas

Como apoyo a la elaboración de actas en las fechas de corte se suministra al ingeniero residente de la empresa encargado de los drenajes la información de las cantidades ejecutadas de cada uno de los ítems nombrados. En la tabla 5 y en la tabla 6 (Ver anexo 2) se observan estas cantidades, ODT y unidad funcional en la que se ubican. Estos datos son entregados diariamente en los informes y revisadas por la ingeniera del consorcio encargada de estas obras.

2.2 Drenajes en zonas de disposición de materiales de excavación (ZODME)

Figura 22.

Drenajes ZODME 2 UF9

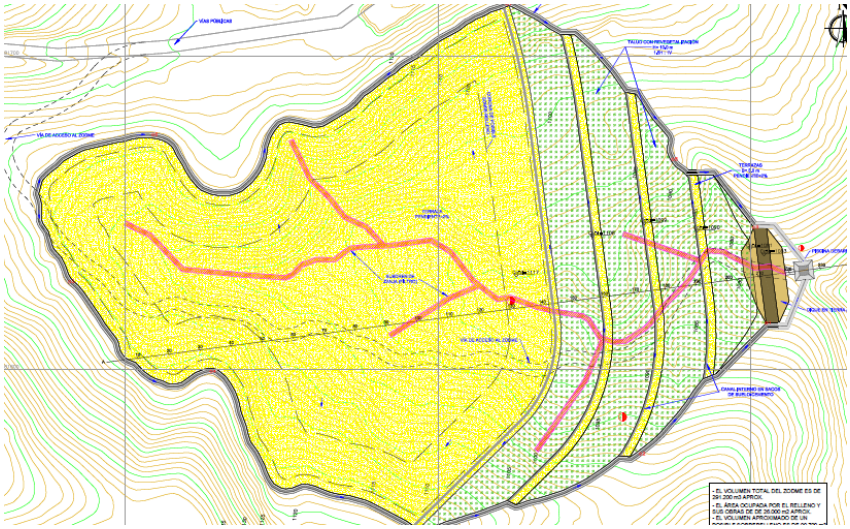
Nota Tomado de: Informe diario Obra Civil CMR

En estas zonas de disposición de materiales es primordial el manejo que se hace de las aguas lluvia, ya que puede producir problemas de inestabilidad que ponen en riesgo las zonas aledañas. Por esta razón, se deben construir drenajes para manejar de una forma adecuada las aguas lluvias. La ubicación de estos drenajes se hace de tal forma que no se presenten estancamientos.

En la imagen 20 se muestra la disposición de estos drenajes en el ZODME 2 en la UF9 del proyecto. Estos drenajes son zanjas que recogen las aguas lluvias y la entregan a cuerpos de agua cercanos sin afectar los materiales que conforman el cuerpo de la estructura. La imagen 21 corresponde a una fotografía aérea del ZODME 3 en la UF9, y se puede observar cómo los drenajes resaltados con las líneas conducen las aguas hasta el punto más bajo del ZODME y no permiten la infiltración hacia el cuerpo de la estructura. La figura 3, es el plano suministrado por el consorcio para la conformación de las terrazas en donde serán construidas las zanjas.

Figura 23.

Planta ZODME3 UF9 [7]



Nota. Tomado de: Consorcio BBY Ferrocol, (2016) Planta general ZODME3T6, plano 01

Figura 24.

Drenajes ZODME3 UF9

Nota. Tomado de: Informe diario TOPOGRAFIA CMR

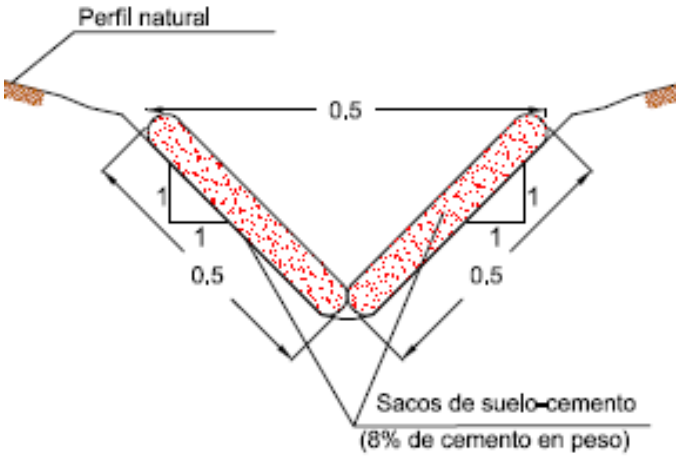
El ZODME está conformado por un dique que es un muro en tierra armada que evita que se presente desplazamiento del material, y varias terrazas o bermas. En cada berma se construye una cuneta tipo v para encauzar las aguas hacia las cunetas perimetrales y estas las entregan en la base del dique. Antes de ser entregadas las aguas pasan por unas piscinas desarenadoras que ayudan a que no se presente sedimentación por el material arrastrado en los cuerpos de agua cercanos. Debido a que estas zonas son extensas se construyen zanjas que van desde la parte superior por la zona central hasta la cuneta de la cara interior del dique.

La empresa ejecutó 3 tipos de cunetas:

- **Cuneta tipo V:** Este tipo de cuneta está compuesta por dos sacos ubicados en la excavación en forma de v y que tiene las dimensiones mostradas en la figura 4. Este tipo de cuneta es utilizada en las zonas de las terrazas.

Figura 25.

Sección transversal cuneta tipo V

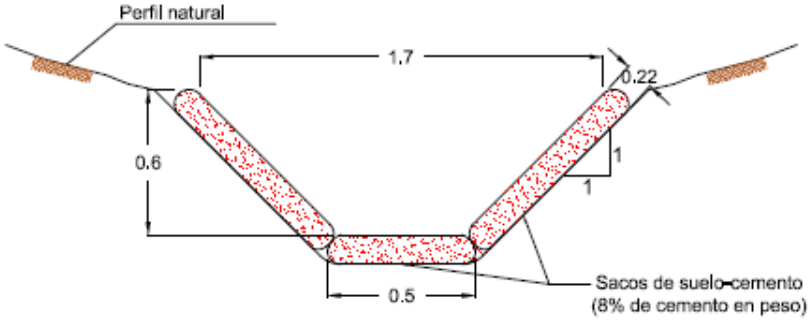


Nota. Tomado de: Consorcio BBY Ferrocol, (2016) Perfiles y detalles ZODME3T6, plano 02,

- **Cuneta tipo I:** Esta cuneta tiene un saco en el piso de la excavación como se ve en la figura 5. Este tipo de cuneta se utiliza en las zonas perimetrales del ZODME

Figura 26.

Sección transversal cuneta tipo I



Nota. Tomado de: Consorcio BBY Ferrocol, (2016) Perfiles y detalles ZODME3T6, plano 02,

- **Cuneta tipo II:** Esta es una cuneta similar al tipo I, se diferencian en que al estar ubicada en la cara interior del dique en el hombro se requieren más de un saco. La imagen 22 muestra la cuneta construida en la cara interna del dique del ZODME 3, en la cual se instalaron 2 sacos en uno de los hombros.

Figura 27.

Cuneta tipo II con 4 sacos

Nota. Tomado de: Informe diario obra civil CMR

Estas cunetas son revestidas con saco-suelos que son fijados a las paredes de la zanja con pines de varilla de acero de 3/8” de una longitud de 60 cm.

2.2.1 Proceso constructivo

- **Excavación:** Esta se realizar de forma manual o con máquina, esto dependiendo de las condiciones climáticas y del terreno. Cuando esta excavación es realizada con maquina es perfilada manualmente para cumplir con las dimensiones y forma establecida en el diseño. Si hay material suelto se retira se compacta para evitar que el agua socave las paredes.
- **Empacado e instalación de sacos-suelo:** Los sacos-suelo se componen de tierra y cemento en un 8% de peso total. La tierra que se usa debe tener un porcentaje alto de humedad para que se realice de forma adecuada la mezcla y posterior proceso de compactación. Estos sacos-suelo deben ser compactados para que queden bien fijados en las paredes de la zanja y no sean fácilmente socavados por el agua.

En la imagen 23 se puede observar la actividad de excavación para zanjas e instalación de los sacos-suelo en el ZODME 2 en la UF9.

Figura 28.

Empacado e instalación de sacos-suelo

Nota. Tomado : Informe diario SST CMR

- **Instalación de geomanto:** Este geomanto es instalado en la zanja central, es fijado a las paredes con ganchos de varilla de acero de 3/8 como el que se muestra la figura 6. La disposición del geomanto se realiza de acuerdo con la figura 7.

Después de la excavación de la zanja se realiza la siembra por parte del contratista encargado y posteriormente se realiza la instalación del geomanto como se muestra en la imagen 24. Cuando toda la zanja tiene geomanto se realiza otra siembra.

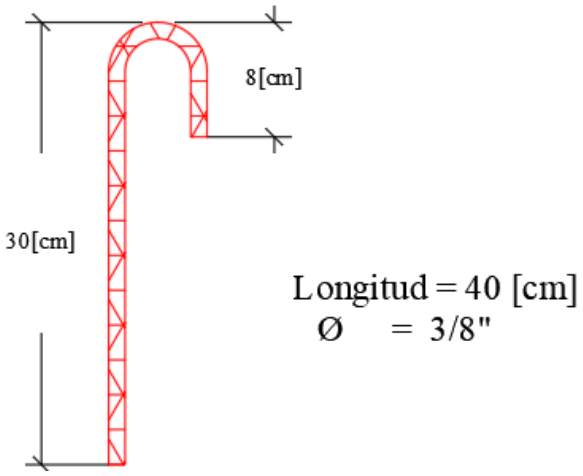
Figura 29.

Instalación de geomanto

Nota. Tomado de: Informe diario SST CMR

Figura 30.

Detalle gancho para geomanto



2.2.2 Ítems

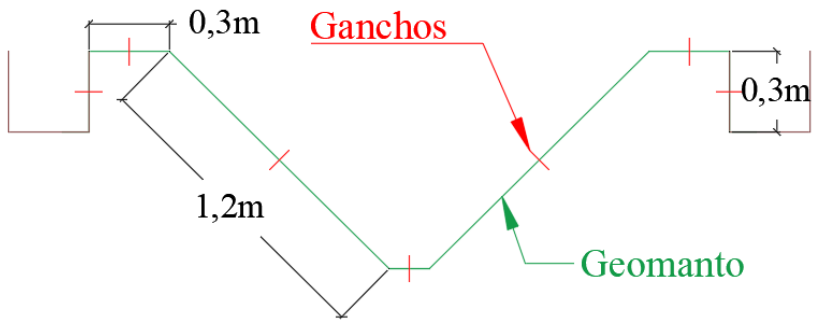
- Cuneta tipo v [m]
- Cuneta trapecio tipo I y tipo II [m]
- Geomanto [m2]
- Excavación [m3]

2.2.3 Cantidades ejecutadas

La tabla 7 presenta las cantidades ejecutadas de los ítems establecidos durante la práctica (Ver anexo 3).

Figura 31.

Detalle instalación de geomanto



2.3 Muro de gaviones

Los gaviones son estructuras que se componen de una jaula metálica con mallas de triple torsión de acero galvanizado y un lleno de agregados de diferentes tamaños. Es permeable y resistente a la intemperie. Es usado en la base de terraplén para proteger zonas de la caída de material o en zonas en los que hay deslizamientos. Los materiales son proporcionados por el consorcio y el agregado se obtiene de la trituradora del proyecto.

Las siguientes imágenes muestran los muros de gaviones ejecutados por la empresa CMR durante la práctica.

Figura 32.

Muro de gaviones PR 105 UF9

Nota. Tomado de: Informe diario SST CMR

Figura 33.

Muro de gaviones PR 102 UF8

Fuente: Informe diario Obra Civil CMR

Figura 34.

Muro de gaviones PR 99+500 UF8

Fuente: Informe diario Obra Civil CMR

2.3.1 Proceso constructivo

- **Descargue de talud:** En las zonas en las que se presenta deslizamiento, antes de iniciar la excavación se debe realizar el descargue del talud con el fin de remover parte del material y disminuir el riesgo de deslizamiento durante la ejecución de la obra. El corte del talud se realiza siguiendo las indicaciones del grupo de geología. La imagen 28 muestra el retiro de material que se realiza antes de realizar la excavación en el PR 99+500 de la UF8.

Figura 35.

Descargue de talud a intervenir

Nota. Tomado de: Informe diario SST CMR

- **Excavación:** Después del descargue del talud y siguiendo las recomendaciones técnicas, esta etapa se realiza por bataches o tramos no mayores a 5 m de longitud. El nivel es determinado por topografía y cumplen con el desplante definido en el diseño como se observa en la imagen 29.

Figura 36.

Verificación de niveles de excavación

Fuente: Informe diario SST CMR

- **Filtro:** Para esta obra se construyó un filtro francés, que consiste en material drenante con recubrimiento en geotextil no tejido y una manguera perforada para conducir el agua. Son ubicados en sentido longitudinal en el respaldo o trasdós del muro y en el lleno en sentido transversal ayudando a sacar posibles flujos de agua que pueden afectar la estabilidad del terraplén.

La imagen 30 corresponde al filtro longitudinal en el respaldo del muro de gaviones del PR 99+500 y la imagen 31 al filtro transversal en el lleno del trasdos del muro de gaviones del PR 102, los dos en la UF8.

Figura 37.

Drenaje en el respaldo de los gaviones

Nota. Tomado de: Informe diario Obra Civil CMR

Figura 38.

Drenaje transversal en el lleno del gavión

Nota. Tomado de: Informe diario Obra Civil CMR

- **Instalación de mallas:** Estas son mallas clase I, mallas hexagonales de doble torsión con recubrimiento galvanizado, lo que las hace resistentes a la intemperie. Para garantizar que trabajen como bloque son trabadas con la ubicación alterna en tizón y soga. Estas son puestas sobre geotextil no tejido garantizando que el material no se contamine después de su construcción. Para garantizar que no se deformen las canastas durante el lleno, se ponen tableros de madera en el exterior y tensores o tirantes internos de alambre galvanizado.

Figura 39.

Tableros y alineadores usados para el lleno de las canastas

Nota. Tomado de: Informe diario OBRA CIVIL CMR

- **Llenado de mallas:** Esta actividad se realizar de formar manual como se observa en la imagen 33; esto para evitar que en la canasta caigan finos, colmaten el gavión y pierda su capacidad permeable, además de garantizar que no se coloquen piedras con tamaño inferior al estipulado en la norma. El material es proporcionado por la trituradora de propiedad del consorcio que usa como materia prima roca extraídas en la excavación.

Figura 40.

Llenado manual de canastas

Nota. Tomado de: Informe diario SST CMR

Cumpliendo con lo establecido en el artículo 681 de la norma INVIAS (Ver figura 8), durante el llenado se realizan amarres con alambre galvanizado en dos capas para garantizar que el gavión no se deforme al quitar los tableros. En la imagen 34 se puede ver la piedra gavión y los amarres instalados.

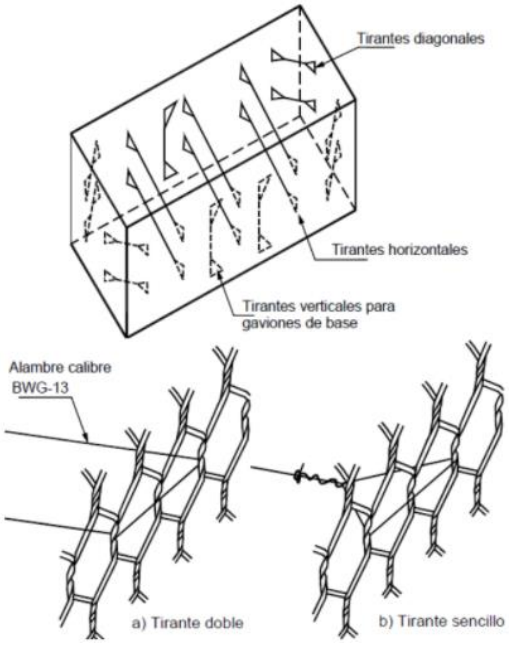
Figura 41.

Material colocado y tensores en la canasta para gavión

Nota Tomado de: Informe diario Obra Civil CMR

Figura 42.

Tensores-Articulo 681 INVIAS



Nota. Tomado de: Suarez Diaz, J., (2001) Los Gaviones en control de erosión en zonas tropicales, Capitulo 7 pág. 556

- **Lleno del trasdos:** Esta actividad se realiza a medida que se avanza en la construcción del muro y la compactación es verificada por el grupo de calidad.

La imagen 35 muestra la compactación que se realiza con equipos pequeños para evitar cargar la estructura y producir desplazamientos que afecten la resistencia y terminado del muro de gaviones.

Figura 43.

Compactación de material para lleno

t

Nota. Tomado de: Informe diario SST CMR

La compactación es realizada en capas de 30 cm y el grupo de calidad del consorcio verifica el porcentaje de compactación de cada capa empleando el ensayo en campo del densímetro nuclear, como se muestra en la imagen 36.

Figura 44.

Verificación compactación por parte del grupo de calidad

Fuente: Informe diario Obra Civil CMR

De acuerdo con las características del talud se instalan drenajes verticales y horizontales, o capas de geotextil para densificar el material de lleno. En la imagen 37 se puede observar los drenajes instalados en el trasdos del muro de gaviones en el PR 99+500 de la UF8.

Figura 45.

Drenajes verticales y horizontales en el lleno

Nota. Tomado de: Informe diario Obra Civil CMR

La compactación se realiza con equipos pequeños para evitar cargar la estructura y producir desplazamientos que afecten la resistencia y terminado del muro de gaviones.

La interventoría del proyecto y el supervisor del consorcio verifican en campo el cumplimiento de los requerimientos técnicos de cada uno de los elementos. Para los gaviones, se cumple con lo establecido en el artículo 681 de la norma INVIAS.

2.3.2 Ítems

- Piedra gavión [m3]
- Lleno trasdos [m3]

- Geotextil tejido [m2]
- Drenajes longitudinales:

✓ Piedra filtro [m3]

✓ Geotextil no tejido [m2]

✓ Manguera perforada de 4” [m]

- Drenajes horizontales:

✓ Geodren planar [m]

- Drenajes verticales:

✓ Geodren planar [m]

✓ Manguera perforada de 4” [m]

2.3.3 Cantidades ejecutadas

La tabla 8 presenta las cantidades ejecutadas de los ítems establecidos durante la práctica (Ver anexo 4).

3. Aportes

Durante el periodo en el que se ejecutó la práctica se observó una mejora en el seguimiento y control de las cantidades de las obras ejecutadas por la empresa en el proyecto. Esto se logró al apoyar a los encargados de cada frente de obra buscando tener en los informes cada uno de los

ítems estipulados en el contrato con su respectiva unidad y de esta forma realizar la correcta medición, esto debido a que al iniciar se encontró que algunos ítems no eran medidos en obra.

Para facilitar esta actividad se empleó la tabla 1, elaborada en Excel con la que se reportaba diariamente las cantidades ejecutadas de cada ítem y en las fechas de corte entregar los acumulados en tablas con el formato de la tabla 3. Las tablas en las que se presentan las cantidades ejecutadas de cada ítem en cada ODT (Ver anexo 2,3 y 4), a las cuales se les agrego información en cada corte, permitieron al contratista revisar que cantidades fueron ejecutadas y compararlas con las actas mensuales que eran conciliadas con el consorcio.

Además, fue primordial el control que se obtuvo de las actividades adicionales que se ejecutaban para realizar el respectivo cobro en el acta mensual, para lo cual se revisó cada contrato y se verifico que las tareas estaban estipuladas para la actividad y con el ingeniero encargado del consorcio se definían la unidad en la que se pagaba.

Referencias Bibliográficas

Consorcio BBY Ferrocol. (2016). *Perfiles y detalles ZODME3T6, plano 02.*

Consorcio BBY Ferrocol. (2016). *Planta general ZODME3T6, plano 01*.

Consorcio BBY Ferrocol. (2020). *Volumen VII hidráulica secciones transversales obras hidráulicas UF8, plano D03_2.*

Mesa, J., García, L., & Mosquera, J. (s.f.). *Vías 4g y su impacto en la logística del transporte de carga terrestre.* Obtenido de http://repositorio.esumer.edu.co

Pérez V., G. J. (2005). *La infraestructura del transporte vial y la movilización de carga en Colombia, Documentos de Trabajo Sobre Economía Regional y Urbana 012679*. Obtenido de http://www.banrep.gov.co

Romero, A., & Echavarria, C. (s.f.). *Inspección, dirección y supervisión de obras civiles control de obras de concreto*. Obtenido de http://www.academia.edu

Ruta del Cacao. (s.f.). *Descripción del proyecto*. Obtenido de http://rutadelcacao.com.co

Suarez Diaz, J. (2001). *Los Gaviones en control de erosión en zonas tropicales.* Bucaramanga.

Apéndices

Apéndice A. Formato suministrado por la concesión para los informes diarios de las cantidades ejecutadas por la empresa CMR en el proyecto BBY de la Ruta del Cacao

INFORME DIARIO DE OBRA **FORMATO PRUF5001 / V03**

Contratista:	Fecha:

Ítem	Descripción	Unidad	Cantidad

Ubicación (PK)	Ubicación (PK)

Detalles de La Actividad

Personal			Maquinaria		
#	Cargo	Hr	#	Descripción	Hr

Nombre:		Nombre:
Supervisor Ferrocol		Supervisor Contratista

Nota. Tomado de: Concesión RUTA DEL CACAO

Apéndice B. Tablas de cantidades

1) Cantidades ejecutadas por la empresa CMR correspondientes a obras de drenaje transversales (ODT) en las unidades funcionales 8 y 9 en el proyecto RUTA DEL CACAO

UF	ODT	Abscisa	Excavacion [m3]	Lleno [m3]	Acero [Kg]	Concreto 28MPa [m3]	Concreto 14MPa [m3]
8	**ODL**	K 99+00	20,0	75,0	660,0	11,0	3,0
8	**OD1**	K 99+200	151,8	201,0	774,0	12,9	34,0
8	**OD5**	K 99+871	96,2	37,0	1845,0	30,8	
8	**OD7**	100+020	120,5		945,0	15,8	
8	**OD8**	K 100+226	130,5	150,0	1314,0	21,9	38,0
8	**OD9**	K 100+300	337,3	228,0	774,0	12,9	31,0
9	**OD9**	K 106+700	130,0	20,0	630,0	32,5	3,5
9	**OD12**	K 107+570	89,6	50,0	720,0	12,0	4,0
9	**OD1**	K 107+788	131,0	35,4	369,0	6,2	7,3
9	**OD2**	K 108+051	1,2	73,8	723,0	12,1	4,0
9	**OD24**	K 112+810	1,0	100,7	468,0	7,8	16,3
9	**OD26A**	K 113+350	461,0	426,9	1272,0	21,2	12,0
9	**OD3**	K 114+420	2,0	56,6	300,0	5,0	6,5
9	**OD5**	K 115+735	1,0	84,4	495,0	8,3	12,5
9	**OD7**	K 116+351	41,0	109,7	790,8	13,2	19,8
		TOTAL	**2438,3**	**2192,7**	**18111,0**	**323,9**	**269,6**

UF	ODT	Abscisa	Tuberia 900 MM [m]	Tuberia 1500 MM [m]	Tuberia 1200 MM [m]	Boxculvert 3X3 [m]	Formaleta [m2]
8	**ODL**	K 99+00	13,8				57,6
8	**OD1**	K 99+200	33,8				119,1
8	**OD5**	K 99+871	21,3				80,5
8	**OD7**	100+020	15,0				43,2
8	**OD8**	K 100+226		30,0			144,7
8	**OD9**	K 100+300		35			108,7
9	**OD9**	K 106+700				12,0	88,5
9	**OD12**	K 107+570	16,3				57,0
9	**OD1**	K 107+788	11,3				54,7
9	**OD2**	K 108+051	13,8				42,8
9	**OD24**	K 112+810					48,3
9	**OD26A**	K 113+350		10,0			163,8
9	**OD3**	K 114+420	11,3				29,4
9	**OD5**	K 115+735	35,0				60,8
9	**OD7**	K 116+351	35,0				116,7
		TOTAL	**275,1**	**65,0**	**12,5**	**12,0**	**1697,8**

2) **Cantidades ejecutadas por la empresa CMR correspondientes a obras de drenaje en zonas de disposición de materiales de excavación (ZODME) en la unidad funcional 9 en el proyecto RUTA DEL CACAO**

ZODME	Cuneta Tipo V [m]	Cuneta Tipo 1 [m]	Cuneta Tipo 2 [m]	Excavación [m3]	Concreto Desarenador [m3]	Geomanto [m2]
2	286	210		203	5	768
3	371	375	38	204	12	400
TOTAL	**657**	**585**	**38**	**407**	**17**	**1168**

3) **Cantidades ejecutadas por la empresa CMR correspondientes a muros de gaviones en las unidades funcionales 8 y 9 en el proyecto RUTA DEL CACAO**

PK Inicio	PK Final	Piedra Gavion [m3]	Geotextil TR 4000 [m2]	Geotextil TR 6000 [m2]	Geotextil no Tejido [m2]	Geodren Planar [m]	Piedra Filtro [m3]
99+450	**99+534**	1125	557,4		1579,4	223,8	66
102+093	**102+180**	952,83	652,2		2862,9	128	299,2
107+055	**107+072**	101		400	182		20
	TOTAL	**2198,33**	**1209,6**	**400**	**4624,3**	**351,8**	**385,2**