

**UNIVERSIDAD DE ORIENTE
NÚCLEO DE BOLÍVAR
ESCUELA DE CIENCIAS DE LA TIERRA
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CIVIL**



**ANÁLISIS DEL DIAGRAMA DE MASAS COMO INSTRUMENTO PARA
ESTIMAR LOS MOVIMIENTOS DE TIERRA EN LA CONSTRUCCIÓN DE
SUB-RASANTES DE UN PROYECTO VIAL, APLICADO A LA
AMPLIACIÓN DE LA To-019 EN EL TRAMO COMPRENDIDO ENTRE LA
URBANIZACIÓN EL PERÚ Y EL CRUCE DE LAS BRISAS, CIUDAD
BOLÍVAR, MUNICIPIO ANGOSTURA DEL ORINOCO, ESTADO BOLÍVAR**

**TRABAJO FINAL DE GRADO
PRESENTADO POR LOS
BACHILLERES CAÑA R., MARÍA B.
Y JIMENEZ G., RICARDO PARA
OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERO
CIVIL.**

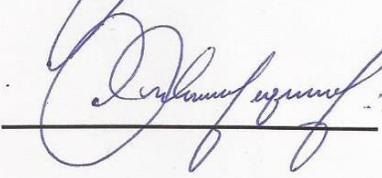
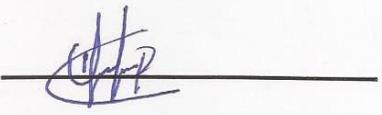
CIUDAD BOLÍVAR, MAYO DE 2021

HOJA DE APROBACIÓN

Este trabajo de grado, titulado “ANÁLISIS DEL DIAGRAMA DE MASAS COMO INSTRUMENTO PARA ESTIMAR LOS MOVIMIENTOS DE TIERRA EN LA CONSTRUCCIÓN DE SUB-RASANTES DE UN PROYECTO VIAL, APLICADO A LA AMPLIACIÓN DE LA T0-019 EN EL TRAMO COMPRENDIDO ENTRE LA URBANIZACIÓN EL PERÚ Y EL CRUCE DE LAS BRISAS, CIUDAD BOLÍVAR, MUNICIPIO ANGOSTURA DEL ORINOCO, ESTADO BOLÍVAR”, presentado por los bachilleres **MARÍA BEATRIZ CAÑA RODRIGUEZ Y RICARDO JIMÉNEZ GUEVARA**, ha sido aprobado de acuerdo a los reglamentos de la Universidad de Oriente, por el jurado integrado por los profesores:

Nombres:

Firmas:

Profesor Rogelio Pérez (Asesor Académico)	
Antonio Sequera (Jurado)	
Maria Perez (Jurado)	
 Profesor Jefe Departamento Ingeniería Civil	

Ciudad Bolívar, mayo del 2021

DEDICATORIA

Con mucho amor dedico esta tesis a mis padres Zunis Arelis Rodríguez y Victor Alfredo caña por siempre confiar en mí y apoyarme incondicionalmente. A mis hermanos Zunis Karelys y Luis Alfredo que fueron parte fundamental a lo largo de mi trayecto universitario.

A cada una de mis tías por ser un pilar esencial en mi vida, a mis primos y abuelos. Gracias a Cada uno de ustedes por permitirme hacerlos sentir orgullosos de culminar esta meta.

María Beatriz Caña Rodríguez

DEDICATORIA

Este trabajo va dedicado a mis padres, Esmirna Guevara y Manuel Jiménez, mis mentores y mis ejemplos a seguir. Especial dedicatoria a mi hermana y mejor amiga Adriana Jiménez, a mi tía Iraída Campos.

Se lo dedico a toda mi familia, abuelos, tíos, primos y allegados que se bien que están orgullosos de este logro.

Se lo dedico a todas aquellas personas, buenos amigos, compañeros de estudio, profesores, que sin saberlo también pusieron su granito de arena para la realización de este trabajo de grado.

Ricardo Jiménez Guevara

AGRADECIMIENTOS

Le agradezco primeramente a Dios por habernos brindado la dicha de culminar de manera satisfactoria nuestra carrera universitaria.

Agradezco a mis padres cada sacrificio y esfuerzo que hicieron con el fin de yo obtener este título de Ingeniero A mis hermanos por ser personas ejemplares y a mis tías que nunca permitieron que me rindiera en ningún momento.

Agradezco mis amigos y compañeros de clase por haber sido parte de este trayecto, el cual me dejo mucha experiencia de vida.

A mi compañero de tesis por trabajar en conjunto y culminar esta meta en común.

A la universidad por haberme brindado la educación y permitirme crecer profesional y personalmente.

Le agradezco a nuestro tutor de tesis el Ing. Rogelio Pérez con su paciencia, conocimientos y experiencia ha logrado que terminemos nuestro estudio con éxitos.

Muchas gracias a todos por su apoyo, consejos, amistad y compañía cuando lo necesite.

Mil gracias.

María Beatriz Caña Rodríguez

AGRADECIMIENTOS

Primero que todo doy gracias a Dios por darme la oportunidad de llevar a cabo este logro, todas las pruebas y circunstancias que se presentaron en el camino fueron la piedra angular para forjar la persona que soy hoy.

A mi familia, mi más grande regalo, el motor que impulso en todo este trayecto, a ellos doy gracias porque nunca dejaron de creer en mí y siempre estuvo presente para dar aliento en los momentos más difíciles, incluso cuando todo se presentara cuesta arriba. Eternamente agradecido con su incondicional apoyo.

A mi compañera de tesis por el arduo trabajo realizado en conjunto, a mis amigos cercanos y demás compañeros por sus buenos deseos y solidaridad.

Agradecer a nuestro tutor, el ingeniero Rogelio Pérez, una mano importante quien con su conocimiento y todo su apoyo nos ayudó y guio en las diferentes etapas de este trabajo hasta alcanzar los resultados deseados.

Por último, dar gracias a nuestra alma mater la Universidad de Oriente por haberme acogido y brindado en estos últimos años formación de calidad y haberme dado las herramientas necesarias para que este nuevo paso sea posible.

Mil gracias.

Ricardo Jiménez Guevara

RESUMEN

El propósito del presente trabajo de grado presentado a la Universidad de Oriente consiste en analizar el Diagrama de Masas como un instrumento para estimar los movimientos de tierra en la construcción de subrasantes de un proyecto vial, para el cual se consideró la ampliación de la To-019 en el tramo comprendido entre el Distribuidor “Las Brisas” y la Urbanización el Perú, en Ciudad Bolívar, Municipio Angostura del Orinoco del Estado Bolívar, basado en las normas Venezolanas COVENIN 2000-91 sobre Codificación de partidas para presupuesto, Parte 1, carreteras y COVENIN 2000-87 Sector construcción, especificaciones. Codificación y mediciones. Parte I, Carreteras. En cuanto a su metodología es del tipo descriptiva y de diseño documental y de campo. De tal manera que se realizó una recopilación de datos en campo, con los cuales diagnosticamos las características geométricas de la vialidad existente, así como de trabajos y documentos previos que permitieron determinar el ancho de plataforma necesario a partir de la sección típica de la vialidad propuesta. Todos estos datos fueron recabados mediante herramientas tales como cintas métricas, cámaras fotográficas, calculadora, laptop, bibliografías. A partir de los resultados obtenidos pudimos realizar los estudios pertinentes para llegar a las conclusiones y recomendaciones que nos permitieron resaltar la importancia de este tipo de estudios en las obras de vialidad.

CONTENIDO

DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTOS	v
RESUMEN	vii
LISTA DE TABLAS	xiv
LISTA DE FIGURAS	xv
LISTA DE APÉNDICES	xvii
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I	3
SITUACIÓN A INVESTIGAR	3
1.1 Planteamiento del problema	3
1.2 Objetivos de la investigación	5
1.2.1 Objetivo general	5
1.2.2 Objetivos específicos	6
1.3 Justificación de la investigación	6
1.4 Alcance de la investigación	7
1.5 Limitaciones de la investigación	8
CAPÍTULO II	9
GENERALIDADES	9
2.1 Descripción	9
2.2 Ubicación geográfica del área de estudio	11
2.3 Acceso al área de estudio	15
2.4 Características físicas y naturales	16
2.4.1 Geología	17
2.4.2 Altitud	19
2.4.3 Temperatura	19

2.4.4	Precipitación	20
2.4.5	Vientos	20
2.4.6	Clima	21
2.4.6.1	Precipitación	21
2.4.6.2	Evaporación	22
2.4.6.3	Temperatura media del aire	22
2.4.6.4	Radiación solar media	22
2.4.6.5	Humedad relativa media	22
2.4.6.6	Velocidad media del viento	23
2.4.7	Vegetación.....	23
2.4.8	Hidrografía	24
CAPÍTULO III		25
MARCO TEÓRICO		25
3.1	Antecedentes o estudios previos	25
3.2	Bases Teóricas	26
3.2.1	Diagrama de curva masa	26
3.2.1.1	Finalidad de la curva masa	26
3.2.1.2	Características de la curva masa	27
3.2.2	Trazado de perfiles	28
3.2.2.1	Perfiles longitudinales	28
3.2.2.2	Secciones transversales	28
3.2.3	Ancho de plataforma	29
3.2.4	Método de secciones transversales	31
3.2.5	Cálculo del volumen de un prisma	33
3.2.6	Diagrama de Masas	35
3.2.6.1	Volúmenes de Corte	35
3.2.6.2	Volúmenes de Relleno	36
3.2.6.3	Compensación de volúmenes	36

3.2.6.4	Distancias de acarreo	37
3.2.7	Equipos para el movimiento de tierras en vialidad	38
3.2.7.1	Tractores	38
3.2.7.2	Tractores pala Cargadora	39
3.2.7.3	Rodillos Pata de Cabra	39
3.2.7.4	Aplanadoras de rodillos metálicos lisos	40
3.2.7.5	Motoniveladoras	40
3.2.7.6	Mototraíllas	42
3.2.7.7	Vehículos de acarreo	43
3.3	Bases Legales	44
3.4	Definición de términos básicos	52
3.4.1	Plataforma	52
3.4.10	Aceras	53
3.4.2	Calzada	52
3.4.3	Hombrillos	52
3.4.4	Canal de Transito	52
3.4.5	Cunetas	52
3.4.6	Bermas	52
3.4.7	Terrazas	53
3.4.8	Talud	53
3.4.9	Brocales	53
CAPÍTULO IV	55
METODOLOGÍA DE TRABAJO	55
4.1	Según el propósito	55
4.2	Según el nivel de conocimiento	56
4.3	Según la estrategia	56
4.4	Población y Muestra	57
4.4.1	Población	57

4.4.2	Muestra	58
4.5	Fases de ejecución del proyecto	58
4.5.1	Fase I: Planeación del trabajo	58
4.5.2	Fase II: trabajo de campo	59
4.5.3	Fase III: procesamiento, análisis de la información y resultados	59
4.5.4	Fase IV: alternativas de solución, conclusiones y recomendaciones	59
4.6	Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos	60
4.6.1	Técnicas de Recolección de Datos	60
4.6.2	Instrumentos de Recolección de datos	61
CAPÍTULO V		63
ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS		63
5.1	Descripción detallada del procedimiento para la determinación de los desplazamientos de volúmenes de tierra en obras de vialidad	64
5.1.1	Perfil longitudinal	65
5.1.2	Secciones transversales	65
5.1.3	Cálculo de volúmenes	67
5.2	Descripción de los elementos que conforman un diagrama de masas y los procedimientos de cálculo para su elaboración	69
5.3	Trazado de la curva masa	71
5.4	Establecimiento de los volúmenes compensados	72
5.4.1	Distancias de acarreo libre	74
5.4.2	Volumen de acarreo libre	74
5.4.3	Volumen de sobre acarreo	75
5.4.4	Volumen medio (VM)	75
5.4.5	Distancias de acarreo	76
5.4.6	Distancias de sobre acarreo	77
5.4.7	Determinación del transporte	77
5.4.7.1	Transporte en camiones	77

5.4.7.2 Transporte con mototraillas	79
5.4.8 Volúmenes no compensados	80
5.5 Descripción de la maquinaria pesada utilizada para la construcción de sub-rasante de un proyecto vial	81
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	83
Conclusiones	83
Recomendaciones	86
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS Y ELECTRÓNICAS	87
APÉNDICES	88
ANEXOS	93

LISTA DE TABLAS

	Página
2.1	Coordenadas referenciales de ubicación. 16
3.1	Factores de esponjamiento, compactación y compresibilidad usuales 36
5.1	Coordenadas de la sección transversal 1+300 66
5.2	Datos para el cálculo de volumen considerando la sección "0" 69
A-1	Datos para la determinación del diagrama de másas 90

LISTA DE ANEXOS

	Página
1	Plano topográfico de la trocal 19 (To-019) en el tramo comprendido entre el Distribuidor Las Brisas y La Urbanización El Perú (Tramo 1) 94
2	Plano topográfico de la trocal 19 (To-019) en el tramo comprendido entre el Distribuidor Las Brisas y La Urbanización El Perú (Tramo 2) 36
3	Perfil Longitudinal de la trocal 19 (To-019) en el tramo comprendido entre el Distribuidor Las Brisas y La Urbanización El Perú 98
4	Diagrama de masas de la trocal 19 (To-019) en el tramo comprendido entre el Distribuidor Las Brisas y La Urbanización El Perú 100
5	Secciones transversales de la trocal 19 (To-019) en el tramo comprendido entre el Distribuidor Las Brisas y La Urbanización El Perú... 102

LISTA DE FIGURAS

Figura N°	Página
2.1	Propuesta de ampliación To-019 entre Distribuidor la Brisas y Urb. El Perú. Nelson Capponi. 11
2.2	Propuesta de Paso a desnivel en el sector “Las Brisas”. Carlos Espinoza y Rogelio Pérez, Ingenieros Asociados..... 11
2.3	Mapa Político de la República Bolivariana de Venezuela. (http://www.a/venezuela.com/mapas/map/html/politico.html) 13
2.4	Mapa Político del Estado Bolívar (http://www.a-venezuela.com/mapas/map/html/politico.html). 14
2.5	Mapa de Ciudad Bolívar. (http:// www.justmaps.org / mapas / Latinoamérica / Venezuela / bolivar.asp)..... 15
2.6	Ubicación del área en estudio. Google Earth 16
2.7	Mapa geológico generalizado del escudo de Guayana mostrando la ubicación y extensión de la provincia de Imataca (Mendoza P., 2002)..... 18
2.8	Media mensual de las temperaturas mínimas y máximas diarias. (http://es.allmetsat.com/clima/venezuela.php?code=80444). 19
2.9	Media mensual de las precipitaciones diarias. (http://es.allmetsat.com/clima/venezuela.php?code=80444). 20
3.1	Sección transversal típica a media ladera. Cárdena G., J. (2008)..... 30
3.2	Esquema de Sección transversal de una vialidad. Cárdena G., J. (2008) 30
3.3	Volumen prismoidal (Elaboración Propia) 32
3.4	Secciones Corte/Relleno (Elaboración Propia) 34
3.5	Tractores pala recta de cadena. (Track Dozers). Cat® Product Line Brochure (2010)..... 39
3.6	Pala Cargadora sobre cauchos. (Pay Wheel Loaders). Cat® Product Line Brochure (2010)..... 39
3.7	Compactadoras Pata de Cabra (Soil Compactors). Cat® Product Line

	Brochure (2010).....	40
3.8	Rodillo Vibro compactador (Single Drums soil Compactors). Cat® Product Line Brochure (2010).....	40
3.9	Motoniveladora (Motor Graders). Cat® Product Line Brochure (2010).....	41
3.10	Mototraillas (Wheel Tractos Scrapers). Cat® Product Line Brochure (2010)	42
3.11	Camiones volteos todo terreno (Off Highway Trucks). Cat® Product Line Brochure (2010).....	44
3.12	Camiones volteos.....	44
5.1	Sección puente elevado “Las Brisas”, Prog. 0+000. Propuesta elaborada por los ingenieros civiles Carlos Espinoza y Rogelio Pérez (2013).....	64
5.2	Elementos sección transversal prog. 1+300.	65
5.3	Coordenadas sección transversal prog. 1+300.	66
5.4	Calculo de volúmenes entre secciones de corte y relleno.	68
5.5	Calculo de volúmenes entre secciones de corte y relleno. Establecimiento de sección “0”. Elaboración propia.....	69
5.6	Sección Típica Vialidad. Elaboración propia.	63
5.7	Construcción Diagrama de masas.....	70
5.8	Curva masa To-019 entre Distribuidor Las Brisas y La Urb. El Perú	73
5.9	Detalle onda 1	73
5.10	Detalle onda 2	74
5.11	Detalle ondas 3 - 4	74
5.12	Volumen no compensado	81

INTRODUCCIÓN

La ejecución de obras civiles requiere de estudios económicos para verificar que las obras a ejecutar sean económicamente factibles y permita analizar diferentes alternativas de ejecución.

El diagrama de masas es una herramienta indispensable para la determinación de los cálculos métricos de obras a considerar en la elaboración de un presupuesto de vialidad, al determinar cantidades que por su magnitud tienen un gran peso dentro del monto total de una obra.

Términos como compensación de volúmenes y el acarreo de material requieren la estimación de secciones transversales que permiten determinar y graficar la curva masa que junto a su comprensión y análisis hacen que este diagrama tenga un rol fundamental en el diseño de obras de vialidad.

Dentro del estudio económico tiene una importancia relevante el uso de la tecnología a utilizar, que referido al movimiento de tierras se refiere a la calidad y tipo de equipo a utilizar, sobre todo si se espera obtener un resultado óptimo durante su ejecución, tanto en calidad como en tiempo de ejecución.

La investigación comprende las siguientes fases para la averiguación de la naturaleza del problema y la propuesta para su solución:

Capítulo I. Situación a investigar: se plantea la necesidad de estudio del diagrama de masas como una herramienta útil en el diseño y proyectos de vías de comunicación para establecer los volúmenes compensados, volúmenes de bote, volúmenes de préstamo, distancias y dirección de los acarreos, de manera de facilitar el estudio económico del proyecto ejecutado. Se mencionan además, los objetivos de la investigación, justificación y alcance de la investigación.

Capítulo II. Generalidades: describe la ubicación y acceso al área de estudio, además de las generalidades climáticas, geológicas e hidrológicas de la ciudad, y que reflejan la naturaleza de la zona en estudio.

Capítulo III. Marco teórico: menciona los antecedentes de la investigación, y establece las bases teóricas necesarias para comprender el procedimiento técnico a utilizarse para la estimación de los parámetros de diseño y cálculo del movimiento de tierras en vialidad, así como sus elementos considerados.

Capítulo IV. Metodología de trabajo: establece la metodología a seguir para encaminar la investigación a los objetivos planteados, y los instrumentos a usar para medir las variables del estudio.

Capítulo V. Análisis e interpretación de resultados: expone los resultados de los objetivos de la investigación, y que fueron determinados siguiendo la metodología planteada en el Capítulo IV.

Se agregan, además, los Apéndices y Anexos que apoyan la exposición de la información que en los Capítulos anteriores se ha podido recopilar.

CAPÍTULO I

SITUACIÓN A INVESTIGAR

1.1 Planteamiento del problema

Desde el principio de la existencia del ser humano, este ha tenido la necesidad de comunicarse, trasladarse y fomentar el comercio mediante intercambios entre un lugar y otro, por lo que surgió la necesidad de contar con caminos y carreteras que garantizaran el tránsito primero de personas y luego con el surgimiento de la rueda y la implementación de carros tirados por animales. Para ello los primeros constructores aplicaron técnicas que les permitían establecer caminos, llevando a cabo pequeñas deforestaciones con a necesidad de allanar y rellenar hondonadas para la circulación de este tipo de vehículos de tracción de sangre.

Igualmente los Incas construyeron caminos que a pesar de desconocer el uso de la rueda, fueron utilizados exclusivamente por peatones y llamas como animales de carga.

En Venezuela en la época precolombina existían pequeños senderos transitados por los indios, ya que no existían animales de carga y no se tenía conocimiento del uso de la rueda. Posteriormente a la conquista, durante la cual los españoles trajeron consigo las bestias de carga u posteriormente las carretas, por lo que se hizo necesario modificar y mejorar muchos de los caminos y construir nuevas carreteras, en especial las que conducían al mar, siendo una de ellas el “Camino Real” que conducía hacia el puerto de la guaira, de gran importancia durante la colonia para el intercambio comercial en Venezuela.

El proyecto de ingeniería de las obras civiles en la construcción de una vialidad contempla diferentes aspectos que influyen en la toma de decisiones al momento de evaluar una alternativa de construcción, y ya que el movimiento de tierras dentro de las obras necesarias para ejecutar este tipo de estructura vial, representando un alto porcentaje dentro del costo de la misma, es necesario establecer procedimientos que nos faciliten una toma de decisión al momento de realizar el proyecto definitivo.

En Ciudad Bolívar, Municipio Angostura del Orinoco existe la Troncal 19 (To-019), la cual es una carretera de interconexión regional, que tiene su origen en su empalme con la Trocal 5 (To-005) en el estado Táchira, la cual en su trayecto atraviesa la ciudad empalmando con la Avenida República, luego con la Avenida Jesús soto y luego con el Paseo Simón Bolívar, hasta el distribuidor Marhuanta, para luego seguir su trayecto hasta el empalme con la Troncal 10 (To-010) en San Félix, Municipio Caroní. En la intersección de la To-019 con la To-016 (Avenida perimetral), existe una propuesta de rectificación vial realizada por los ingenieros civiles Carlos Espinoza y Rogelio Pérez, la cual consiste en un paso a desnivel de la To-016 sobre la To-019, bajando la cota que corresponde la To-019 en aproximadamente 2,50 metros y elevando la To-016 a una altura que permita la circulación de vehículos de gran altura, produciendo volúmenes de corte y relleno que se compensen.

El objetivo de todo ingeniero civil, es el de planear los procedimientos constructivos en busca de establecer los menores tiempos de construcción y a un menor costo posible, cumpliendo con las especificaciones establecidas, de manera no

se ponga en riesgo la integridad y seguridad de la obra. Esto conlleva a la constante búsqueda de nuevos procedimientos y equipos para desarrollar un procedimiento constructivo que sea posible programarlos con anticipación, de manera de poder evaluarlos durante el período de construcción y evaluar los rendimientos del personal y equipo, cuya experiencia sirva para mejorar aplicaciones posteriores. La economía en los trabajos de movimiento de tierras en vialidad procede de la mayor o menor cantidad del volumen que se realice de él, y de no ser posible, utilizar la mínima distancia de transporte de material. De todas estas premisas, anteriormente descritas surge la siguiente interrogante: ¿Cómo se determinan las cantidades de obra a ejecutar, referente al movimiento de tierras en vialidad? ¿Cuáles son las maquinarias y equipos empleados en el movimiento de tierras? ¿Cómo se construye la Curva Masa y que relación guarda con el perfil longitudinal? ¿Es el transporte de materiales significativo en obras de construcción de vialidad?

1.2 Objetivos de la investigación

1.2.1 Objetivo general

Analizar el diagrama de masas como instrumento para estimar los movimientos de tierra en la construcción de sub-rasantes de un proyecto vial, aplicado a la ampliación de la To-019 en el tramo comprendido entre la Urbanización el Perú y el cruce la Brisas, Ciudad Bolívar, Estado Bolívar.

1.2.2 Objetivos específicos

1. Detallar el procedimiento para determinar los volúmenes de tierra entre los perfiles transversales a los largo del eje del proyecto vial.

2. Describir los elementos que conforman un diagrama de masas y los procedimientos de cálculo para su elaboración.

3. Trazar la curva masa.

4. Establecer los volúmenes de compensación.

5. Describir la maquinaria pesada utilizada para la construcción de sub-rasante de un proyecto vial.

1.3 Justificación de la investigación

En toda vía de comunicación a construir, se debe realizar un proyecto que determine con anterioridad un procedimiento de diseño que se adapte a los requerimiento topográficos del terreno, que para su estudio definitivo contempla el perfil longitudinal de la vialidad, con sus respectivas elevaciones y depresiones del eje de la vialidad, trazado sobre el terreno natural, generando sección transversales en corte y relleno, las cuales producen volúmenes de terraplén y banqueo, los cuales deben ser adecuadamente estudiados, porque de ellos dependen en gran medida el costo de construcción de la vialidad.

El diagrama de masas representa con precisión los volúmenes de corte y de relleno que deben ser trasladados entre diferentes secciones a lo largo del eje vial, permitiendo determinar las distancias de acarreo que constituyen el transporte, además de permitir organizar al equipo y/o maquinarias, permitiendo establecer aquellos sitios especialmente destinados a ser utilizados como préstamos o destinados a ser receptores finales del material de desecho.

Por todo lo anteriormente descrito, se justifica el proyecto desde los siguientes ámbitos:

a) Desde el punto de vista teórico: este proyecto permitirá recoger datos de la realidad circundante, con los que es posible proponer alternativas de solución

b) Desde el punto de vista técnico, el proyecto aportará beneficios teóricos, porque se podrá conocer los procedimientos adecuados para la obtención del Diagrama Masa y su aplicación al momento de generar economía en el proyecto y ejecución de una obra de vialidad.

c) Desde el punto de vista social, el proyecto es relevante en el área de Ingeniería Civil, porque permite aplicar herramientas prácticas para lograr optimizar los procesos de construcción de vialidades nuevas y mejoras de las ya existentes.

1.4 Alcance de la investigación

Con este proyecto, se pretende definir la importancia del Diagrama de Masas en el movimiento de tierras en la construcción de la vialidad que se corresponde con

la T-019 en el tramo comprendido entre la Urbanización El Perú y su intersección con la T-016 en el Sector Las Brisas, con la finalidad de establecer los procedimientos adecuados para la estimación de volúmenes de corte, relleno y transporte del material.

1.5 Limitaciones de la investigación

El proyecto presenta limitaciones relacionadas en:

1. Falta de material para complementar el trabajo.
2. Dificultad en la obtención de información relevante sobre el sistema de abastecimiento de agua a través de los organismos competentes en materia de vialidad y transporte de la ciudad.
3. Cartografía desactualizada de la zona urbana del sector que abarca la investigación.

CAPÍTULO II

GENERALIDADES

2.1 Descripción

Para el momento de su fundación en el año 1764, ciudad bolívar contaba con caminos de tierra y unos pocos de piedra, que servían a los habitantes para desplazarse dentro de la recién fundada ciudad y a las ciudades cercanas. No es sino hasta la década de los años 80 cuando se realizan estudios para obtener un plan de ordenamiento vial para la ciudad en vista del acelerado crecimiento poblacional y la necesidad de una planificación, en el cual se clasificaron las vías de acuerdo a su importancia y capacidad.

Para el presente estudio reseñaremos partes de las actuales Av. San Salvador y Av. Principal del Perú, Avenidas que representan gran importancia para la ciudad, que en primer lugar son punto clave para el comercio debido a que en las adyacencias finales de la Av. San salvador se encuentra la Zona Industrial “Los Farallones” y seguido de ella, se conecta con la intersección las brisas en donde convergen la Av. Perimetral (Troncal - 016) y la carretera hacia los Poblados de Maripa, Caicara del Orinoco entre otros (Troncal - 019).

Según la Corporación Venezolana de Guayana (C.V.G) denominó en el año 1988 a la Av. San Salvador como Arterial 2 proponiendo modificaciones para dicha Avenida que aún no han sido aplicadas. Para el momento solo se le han realizado reparaciones menores de asfaltado y bacheo. Según el Plan de Ordenación Urbanística de Ciudad Bolívar – Soledad, resolución 193° y 144°, en la sección III, Sistema vial y transporte, art. 19 expresa que:

Colectora 7 (col-7): es una vía existente cuyo trazado coincide con el paseo Gaspari, la Calle La Piscina y la Av. Principal del Perú, tiene su inicio en su intersección con la Av. 5 de Julio (col-1) y finaliza al sur en su intersección con la colectora 10 (col-10), para lo cual es necesario un nuevo tramo de vía de longitud aproximada de 250 metros desde el final de la Av. Principal El Perú hasta la colectora 10 (col-10). Tiene una longitud total aproximada de 5,80 kilómetros y en la vía existente el trazado mantendrá la misma sección transversal de 16 metros de la Av. Principal El Perú (Este eje concuerda con el trazado la To-019).

Colectora 10 (col-10): es parte de una vía existente cuyo trazado coincide con la vía a Caicara del Orinoco (troncal-019), la calle vía El Perú, la Av. San Salvador y la Calle Falcón, tiene su inicio al Oeste en su intersección con la Av. Perimetral (Art-1) y finaliza al Este en su intersección con la Av. La Paragua (Art-3), para lo cual es necesario dos nuevos tramos de vías elevados sobre los ríos Buena Vista y San Rafael de Longitud aproximada de 1000 metros y 800 metros, respectivamente. Tiene una longitud total de 6,5 kilómetros y se ampliará su sección transversal a 9,60 metros a todo lo largo de su recorrido.



Figura 2.1 Propuesta de ampliación To-019 entre Distribuidor la Brisas y Urb. El Perú. Nelson Capponi.



Figura 2.2 Propuesta de Paso a desnivel en el sector "Las Brisas". Carlos Espinoza y Rogelio Pérez, Ingenieros Asociados

2.2 Ubicación geográfica del área de estudio

Venezuela, oficialmente República Bolivariana de Venezuela, situada en el extremo norte de la América del Sur, entre los meridianos 60° y 73° y entre 1° y 12° de latitud norte, tiene una superficie aproximada de 912.050 kilómetros cuadrados. Constituido por una parte continental y por un gran número de islas pequeñas e islotes en el mar Caribe. El territorio continental colinda con dicho mar por el norte y limita con Colombia por el oeste, con Brasil por el sur y con Guyana por el este. Con este último país, el Estado venezolano mantiene un litigio por el Territorio Esequibo.

Venezuela se ubica en la zona tropical, en una excepcional posición geográfica en el planeta al encontrarse en el hemisferio norte, totalmente estructurada

en el territorio continental americano, lo que otorga extraordinarias ventajas. Asimismo el país está abierto a los espacios marítimos mundiales por su presencia territorial en el mar Caribe y en el océano Atlántico. Esta ubicación geográfica expectable a escala mundial hace posible una fácil comunicación y fluido tráfico aéreo y marítimo de personas y productos venezolanos, con los principales núcleos culturales y económicos internacionales.

Asimismo, nuestra nación está en una posición que es equidistante de los principales centros industriales, financieros y de servicios del hemisferio occidental, tanto de América del Norte como de Europa y África. Debido a su cercanía del Canal de Panamá, su situación tampoco es excéntrica respecto al hemisferio oriental y de los dinámicos polos del nuevo desarrollo de Asia meridional y extremo oriente. Por su plena ubicación en la zona intertropical del planeta, Venezuela es un país tropical, que tiene rasgos geográficos básicos comunes con otras naciones americanas, africanas, asiáticas y oceánicas, que se sitúan entre los Trópicos de Cáncer y Capricornio. Esta ubicación planetaria en la zona tropical conlleva a que Venezuela se diferencie de aquellos países que están situados en zonas templadas o frías, abriendo muchas opciones a su desenvolvimiento económico, ambientes naturales y mejoramiento de la calidad de vida de sus habitantes. (Figura 2.1).

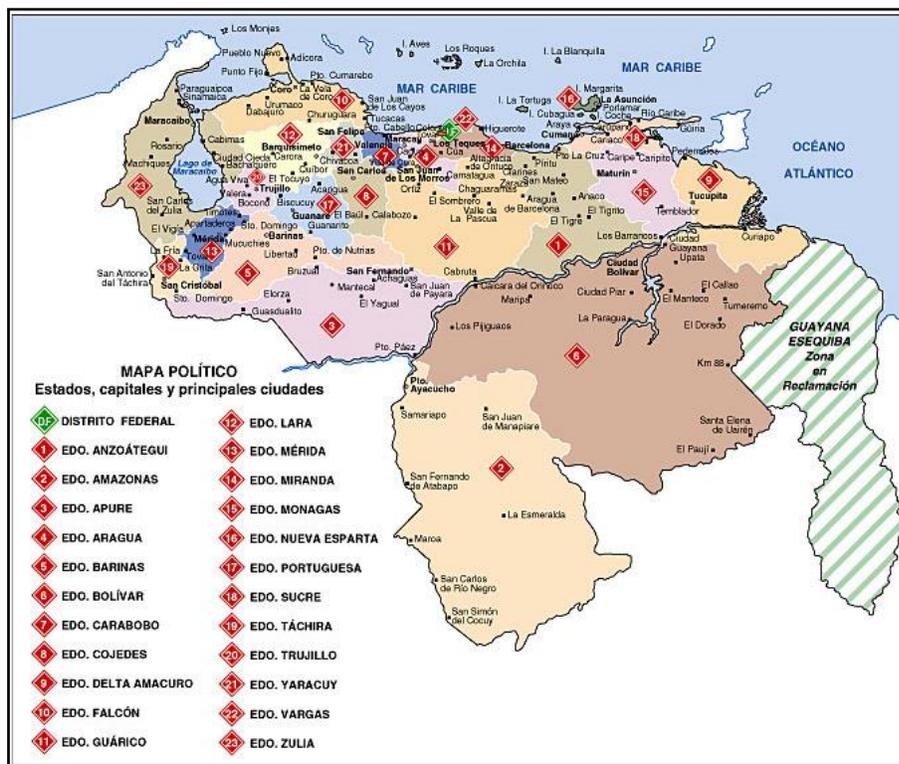


Figura 2.3 Mapa Político de la República Bolivariana de Venezuela.
(<http://www.a/venezuela.com/mapas/map/html/politico.html>)

El estado Bolívar, se encuentra ubicado en la región suroriental del país, sus límites: al norte, separado por el Orinoco, con los estados, Delta Amacuro, Monagas, Anzoátegui y Guárico; al sur con la República del Brasil y el estado Amazonas; al este con el estado Delta Amacuro y la zona en Reclamación que nos separa con la República de Guyana y al oeste, con los estados Apure y Amazonas. El estado Bolívar, en cuanto a su superficie es el más grande de nuestra geografía y equivale a un poco más de la cuarta parte del territorio nacional. Su superficie es de 240.528 km² que equivale al 26.24% del territorio nacional (Figura 2.2).

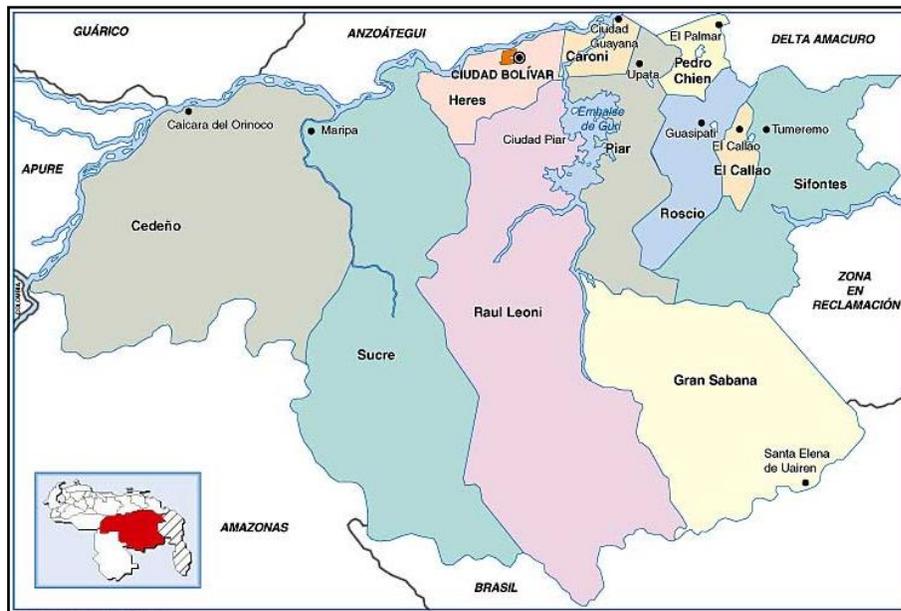


Figura 2.4 Mapa Político del Estado Bolívar.
 (<http://www.a-venezuela.com/mapas/map/html/politico.html>).

Ciudad Bolívar es fundada en 1595 por Antonio de Berríos, quien había llegado de la Nueva Granada (actual Colombia) con la comisión de poblar la Guayana. La población llamada originalmente Santo Tomé de Guayana es un puerto fortificado que debe mudarse de emplazamiento en tres ocasiones, ya que era blanco de constantes asaltos por parte de indios caribes y corsarios europeos entre los que destaca Sir Walter Raleigh. En 1764 halla un sitio definitivo en la ribera del Orinoco, en su sector más angosto, por lo que toma el nombre de Nueva Guayana de la Angostura del Orinoco, nombre que persiste por más de 80 años y se recuerda aún hoy.

Ciudad Bolívar se encuentra a orillas del río Orinoco, y constituye la capital del Estado Bolívar y del municipio Angostura del Orinoco. Sus calles y construcciones de estilo colonial guardan la historia de esta ciudad, y hacen de ella una de las más bellas poblaciones de Venezuela. De acuerdo a la Ley de División

Político – Territorial el estado se compone de 11 municipios y 46 parroquias a lo largo y ancho del estado Bolívar (Figura 2.3).

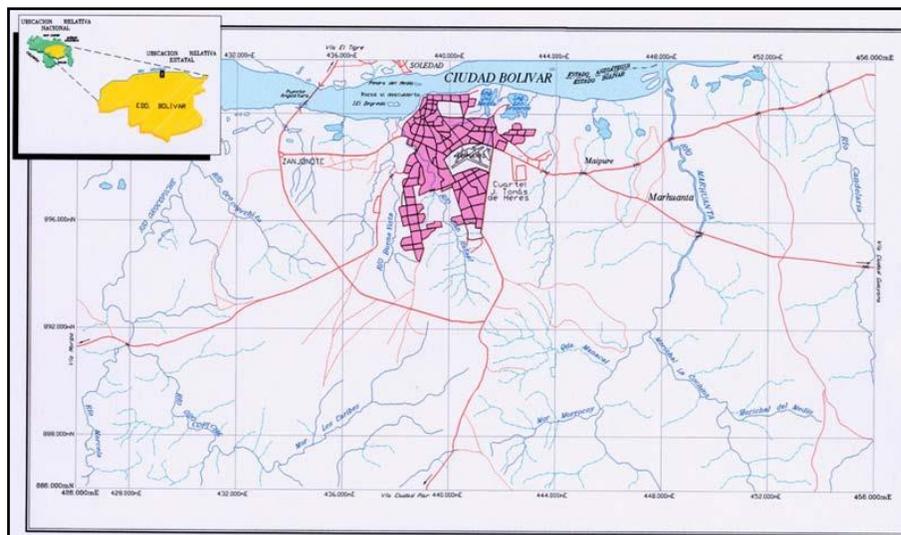


Figura 2.5 Mapa de Ciudad Bolívar. (<http://www.justmaps.org/mapas/Latinoamérica/Venezuela/bolivar.asp>).

2.3 Acceso al área de estudio

El área en estudio se encuentra ubicada en Ciudad Bolívar Municipio Angostura del Orinoco, partiendo de la Urbanización el Perú hasta la intersección de las troncales 016 y 019 (Intersección Las Brisas). El acceso al área de estudio se realiza desde el oeste a través de la intersección de Las Brisas, cuyo tránsito proviene desde el norte por la To-016 desde el Puente de Angostura, desde el oeste de los municipios Sucre y Cedeño y desde el sur de la Parroquia Sabanita y José Antonio Páez. Desde el este se realiza desde la urbanización el Perú la cual conecta con el centro de la ciudad.



Figura 2.6 Ubicación del área en estudio. Google Earth

Tabla 2.1 Coordenadas referenciales de ubicación.

Vértice	Norte	Este
V-1	894 415	436 954
V-2	893 634	435 167
V-3	893 466	434 640

2.4 Características físicas y naturales

2.4.1 Geología

El área de estudio se localiza en el Escudo de Guayana, específicamente al norte del Cinturón Granítico de la Provincia de Imataca, conformada por una llanura aluvial en la franja paralela al Río Orinoco.

Localmente en el área se distinguen tres unidades litológicas, representadas de más antigua a más joven por el Complejo de Imataca, que conforman colinas redondeadas sobre las cuales está ubicado el Casco Histórico, la Formación Mesa que produce un paisaje de pendientes suaves, y los sedimentos recientes.

El suelo en el área de estudio se encuentra constituido por rocas ígneas de la Sierra Imataca, correspondiente al basamento del Escudo de Guayana y a los cuales se les asigna una edad precámbrica, y por rocas sedimentarias pertenecientes a la formación mesa de edad plioceno - pleistoceno.

La ciudad presenta una gran estabilidad tectónica, porque está ubicada sobre las rocas ígneas del escudo Guayanés, que corresponden al Precámbrico, las formaciones geológicas más antiguas y estables de nuestro planeta.

La geología local de la ciudad se encuentra bajo el Complejo Geológico de Imataca, la Formación Mesa y los Sedimentos o Aluviones Recientes.

Es de resaltar, que el “Complejo Geológico de Imataca en Ciudad Bolívar, se encuentra cubierto casi en su totalidad por sedimentos detríticos pertenecientes a la Formación Mesa y en menor proporción de sedimentos y aluviones recientes”, (Kalliokoski, 1965).

Bajo condiciones de abundantes precipitaciones periódicas, la formación ha sido erosionada para formar cadenas espectaculares de cárcavas. “Los sedimentos y Aluviones Recientes, son sedimentos con una constitución limo-areno-arcillosa, bastantes sueltos y sumamente porosos. Estos son arrastrados y depositados por las aguas de escorrentía, el viento y los ríos urbanos de la ciudad, constituyendo geomorfológicamente planicies aluvionales que representan las áreas de inundación de las cuencas urbanas de Ciudad Bolívar”, (Kalliokoski, 1965).

Cabe resaltar, que la Formación Mesa es fácilmente erosionable, pudiéndose inducir el desencadenamiento de procesos erosivos intensos, activándose el agente morfogenético que se activa periódicamente debido al escurrimiento superficial, manifestándose una acción difusa y concentrada en la formación de cárcavas (Kalliokoski, 1965).

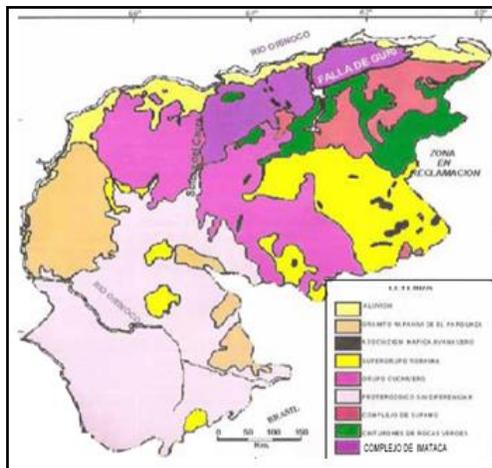


Figura 2.7 Mapa geológico generalizado del escudo de Guayana mostrando la ubicación y extensión de la provincia de Imataca (Mendoza P., 2002).

2.4.2 Altitud

Ciudad Bolívar, está localizado a 54 metros de altitud sobre el nivel del mar, ubicándose al sur de este del río Orinoco y a 422 km de su desembocadura, en esta parte la más angosta del río.

2.4.3 Temperatura

La temperatura es una magnitud física que expresa el nivel de calor, ya sea de un cuerpo, de un objeto o del ambiente. Dicha magnitud está vinculada a la noción de frío (menor temperatura) y caliente (mayor temperatura). En Ciudad Bolívar la temperatura promedio oscila entre los 27° C y 31° C, esta variedad climática es representada por las temporadas de lluvia y sequía, presentando en altas y variadas formas (Figura 2.4).

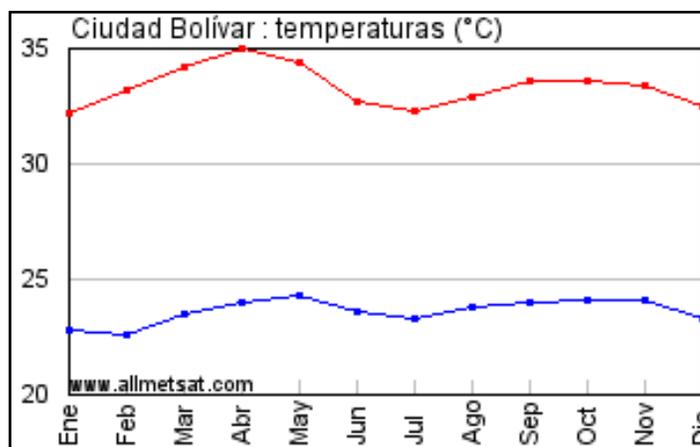


Figura 2.8 Media mensual de las temperaturas mínimas y máximas diarias. (<http://es.allmetsat.com/clima/venezuela.php?code=80444>).

2.4.4 Precipitación

En Ciudad Bolívar se observa gran cantidad de lluvias por las altas temperaturas que causan una fuerte evaporación, arribando unos 1022 mm anuales. Estas altas cantidades, favorecen la presencia de ríos de gran volumen como el Orinoco y otros ríos menores. Y a su vez la precipitación produce escorrentía que afecta el suelo y llega a producir cárcavas que pueden ser impedimentos al momento de realizar algún proyecto. (Figura 2.4).

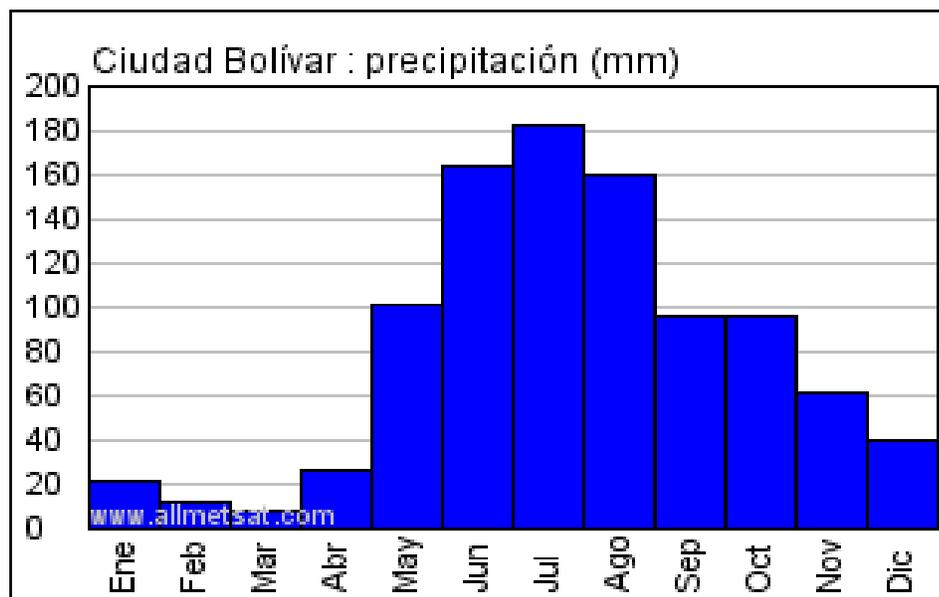


Figura 2.9 Media mensual de las precipitaciones diarias. (<http://es.allmetsat.com/clima/venezuela.php?code=80444>).

2.4.5 Vientos

La variación de los climas del extenso territorio viene determinada por la altitud y los vientos dado que la latitud (entre los 4° y 8° de latitud Norte) lo sitúa totalmente en la franja ecuatorial. Las tierras del norte bajas y sometidas a la influencia de los vientos del este y noreste se caracterizan por una época de lluvia y

otra de sequía ambas muy marcadas; las tierras del sur reciben vientos cargados de humedad de la depresión amazónica y del sudeste que se condensan al contacto de las elevaciones produciendo intensas lluvias superiores a los 1600 mm.

2.4.6 Clima

De acuerdo con la clasificación climática de Koeppen en el Estado Bolívar, están presentes los siguientes tipos de clima: el clima Af (clima de selva), el clima Am (clima tropical tipo monzónico) y el clima Aw (clima de sabanas). Ciudad Bolívar se encuentra ubicada al Norte del paralelo 6°, por lo tanto en la zona con clima de sabanas, caracterizada por tener altas temperaturas todo el año; por una estación lluviosa (invierno) que domina desde mayo hasta noviembre, y otra de sequía (verano) que domina desde diciembre hasta abril. Ambas estaciones sufren variaciones en su régimen (MINFRA, 2006) (C.V.G Técnica Minera C.A, 1.991).

Para tal caracterización se emplean datos registrados por la estación meteorológica del aeropuerto de Ciudad Bolívar, las cuales se describen a continuación.

2.4.6.1 Precipitación.

La distribución espacial de las precipitaciones varía sensiblemente de Este a Oeste y de Norte a Sur, y en general la pluviosidad aumenta a medida que se avanza al Sur y al Este. Al Norte existe una precipitación moderada desde Mayo a Septiembre; las lluvias más fuertes se presentan entre Junio y Julio, y van disminuyendo en intensidad hasta alcanzar la mínima entre Noviembre y Marzo.

El promedio de precipitación varía entre los 1.000 y 1.500 milímetros para la zona Norte y la Cuenca del Caroní; en la zona Sur el promedio varía entre los 2.000 y 2.800 milímetros. (MINFRA, 2006)

2.4.6.2 Evaporación.

La media anual de evaporación para Ciudad Bolívar y sus alrededores se ubica en 137,27 mm, mientras que el total anual oscila alrededor de 1.647,19 mm. Los meses de Mayor evaporación van desde Enero hasta mayo con máximos durante Marzo (206,25 mm) y Abril (181,63 mm) debido a las altas temperaturas, la mayor cantidad de horas de brillo solar, la baja humedad relativa así como también al sensible aumento de la velocidad del viento. La evaporación registra su valor más bajo durante los meses que van desde Junio hasta Agosto, con mínimos en julio (88,88 mm) y Agosto (91,63 mm).

2.4.6.3 Temperatura media del aire.

La media anual se estima en 27,6° C, la máxima anual en 28,5° C y la mínima anual en 26,7° C. El máximo principal ocurre en el mes de Abril (28,8° C), mientras que los valores mínimos de temperatura media se registran en los meses de Enero (26,7° C), Julio (26,8° C) y Diciembre (26,9° C).

2.4.6.4 Radiación solar media.

El área de estudio recibe una radiación solar promedio anual equivalente a 16,1 Cal/cm².min.

La radiación solar presenta una distribución bimodal en el año, con valores máximos en marzo (17,48 Cal/cm².min), abril (17,40 Cal/cm².min) y Septiembre (17,25 Cal/cm².min) coincidiendo con las épocas de equinoccios de primavera y de otoño, respectivamente.

2.4.6.5 Humedad relativa media.

La media anual se ubica en 78,3%. Los valores máximos de humedad relativa se presentan durante los meses de Junio (83,0%), Julio (83,8%) y Agosto (82,0%), es

decir, durante los meses de mayor precipitación; mientras que los valores mínimos se alcanzan en la época de Febrero (75,2%), Marzo (71,8%) y Abril (71,4%).

2.4.6.6 Velocidad media del viento.

La velocidad media anual predominante, determinada a 0,65 metros sobre el suelo, es de 12 Km/h y su dirección prevaeciente es en sentido Este-Noreste (ENE). La velocidad del viento es menor de Julio a Octubre, con mínimo en Agosto (8,0 Km/h), y se hace máxima durante el mes de Marzo (16,5 Km/h).

2.4.7 Vegetación

La vegetación es, en un resumen, una típica vegetación guayanesa-amazónica en el cual, vemos la vida de varios seres, tanto como plantas, como animales, estos son típicos en la Guayana principalmente, y minoritariamente típicos del amazonas, pero, algo interesante, es que Ciudad Bolívar se ve relativamente industrializado, tiene una gran cantidad de plantas como animales, tanto afuera como adentro de la ciudad. Se pueden contemplar morichales, chaparrales. Especies como árboles Carob, la sarrapia, el merecure, entre otros. Las especies más abundantes son la Paja Peluda (*Tracgipogonplumosus*), Escobilla (*Scopariadulcis*), Dormidera (*Mimosa dormiens*), Cadillos, entre otras. Y por la vegetación arbustiva que está constituida por arboles de 2 a 4 mts de altura, los principales representantes son el Chaparro (*Curatera Americana*), Manteco (*ByrsominiaClassifolia*), Merey (*Anarcadium Occidentale*), Alcornoque (*BowdichiaVirgiloides*), Mandinga (*Roupals Complicata*), y en proporción menor se encuentra mango (*Mangifera Indica*), etc.

De acuerdo con la clasificación ecológica por el método de Holdridge, el Estado Bolívar, corresponde a Bosques, asociados a la presencia de tierras bajas ubicadas por debajo de los 100 metros sobre el nivel del mar, en este caso representada por los bosques de galería ubicados en las márgenes del Río Orinoco los

cuales forman una asociación edáfica siempre verde, monoestratificada, con las raíces en la zona de saturación de humedad, con una altura hasta los 25 metros. Al Sur de Ciudad Bolívar están presentes formaciones herbáceas caracterizadas por ser unas formaciones vegetales monoestratificada donde predominan gramíneas perennes y dispuestas en macollas, exentas casi totalmente de elementos arbóreos o arbustivos, aunque pueden ser interrumpidas con la presencia de morichales y bosques de galerías. (MINFRA, 2006)

Debido a los grandes usos establecidos por diferentes usos de la tierra la vegetación del área no corresponde a un patrón homogéneo, existiendo gran cantidad de especies invasoras e introducidas que han alterado definitivamente la composición florística natural. Entre las especies predominantes se presenta el lirio de agua o bora (*Eichhorniacrassipes*); especies rebalseras como el geranio rebalsero, el guayabo rebalsero y el chaparrillo rebalsero (Dirección de Ambiente de la Gobernación del estado Bolívar, 2.001).

2.4.8 Hidrografía

La hidrografía de la zona en estudio se encuentra constituida por un sistema muy activo, y cuyo principal colector es el río Orinoco. También la integran otros ríos y cuerpos de agua como Cañafístola, San Rafael y Buena Vista.

CAPÍTULO III

MARCO TEÓRICO

3.1 Antecedentes o estudios previos

Capponi, N. (2012) realizó un trabajo de Grado en la Universidad de Oriente, núcleo Bolívar, para optar al título de Ingeniero Civil titulado “Propuesta de Rectificación Geométrica Vial y Mejoras del Nivel de Servicio en la Troncal – 019 en el Tramo Comprendido entre la Urbanización El Perú y la Intersección de Las Brisas, Municipio Heres del Estado Bolívar”. El mismo, tomó en cuenta muchos factores, tales como la topografía del terreno porque de esta se determinará su funcionalidad, costo, seguridad y otros aspectos importantes de ella, ayudando a determinar la selección de la ruta y la localización de la vía, es decir para establecer en qué forma va a ir la vía con relación al terreno y este estudio es necesario desde el inicio de la planeación de la vía. Posteriormente se harán las especificaciones propias del terreno asignado. La topografía es un factor esencial para la localización física de la vía, ya que esto afecta los alineamientos horizontales, las pendientes, distancias de visibilidad y las secciones transversales.

Igualmente Guevara, F. (2015), realizó un Trabajo de Grado para obtener la maestría, ante la Universidad de Piura, Lima, Perú; titulado “Análisis y Ejecución de Movimientos de Tierra en una obra empleando el Diagrama de Curva Masa”, describiendo los diferentes procesos para obtener el Diagrama Masas de una vialidad.

Como contribución a la investigación se realizó una extensa revisión documental sobre la teoría que se aplica a los proyectos de vialidad, hasta la obtención del Diagrama, las cuales servirán de complemento a la investigación.

3.2 Bases Teóricas

Carciente (1981) establece que:

“...una de las principales metas durante la elaboración de un proyecto es lograr la combinación de alineamientos y pendientes que, cumpliendo con las normas de trazado, permita la construcción de la carretera con el menor movimiento de tierras posible y con el mejor balance entre los volúmenes de excavación y relleno que se produzcan”.

3.2.1 Diagrama de curva masa

La curva masa es solo válida para proyectos del tipo lineal y busca el equilibrio para la calidad y economía de los movimientos de tierras, además es un método que indica el sentido del movimiento de los volúmenes excavados, la cantidad y la localización, de cada uno de ellos; cuando es necesario recurrir a material externo (préstamo) o cuando es necesario desechar material sobrante (Bote).

Los volúmenes, ya sean de corte o de préstamo, deben ser transportados para formar los terraplenes; sin embargo, en algunos casos, parte de los volúmenes de corte deben desperdiciarse, por lo cual se transportan a lugares especialmente acondicionados fuera del eje de la vialidad.

3.2.1.1 Finalidad de la curva masa

Entre otras. El diagrama o Curva Masa tiene las siguientes finalidades:

- ❖ Compensar volúmenes
- ❖ Fijar el sentido del movimiento del material
- ❖ Fijar los límites de acarreo libre
- ❖ Calcular los sobre acarreos
- ❖ Controlar préstamos y desperdicios

3.2.1.2 Características de la curva masa

La curva masa crece en el sentido de las ordenadas, cuando los volúmenes de corte predominan y decrece cuando nos encontramos en presencia de volúmenes de relleno.

En los lugares cuando se presenta un cambio en la pendiente de la curva, ascendente a descendente o viceversa se presenta un punto de inflexión que indica que los volúmenes de movimiento de tierra pasan de corte a relleno y viceversa.

Una línea horizontal cualquiera trazada de manera que corte como mínimo en dos puntos a la curva masa, indica compensación de volúmenes, en los cuales con el volumen de tierra que es objeto de corte, se puede rellenar totalmente la depresión existente en el tramo.

La diferencia algebraica entre las ordenadas de dos puntos ubicados en el diagrama de masas, indicará la diferencia de volumen entre ellos.

El área comprendida entre la curva y una horizontal cualquiera, representa el volumen por la longitud media de acarreo.

Cuando la curva se encuentra arriba de la horizontal el sentido de acarreo es hacia delante, y cuando se encuentra debajo, el sentido es hacia atrás, siempre y cuando las pendientes del camino lo permitan.

3.2.2 Trazado de perfiles

El trazo de un perfil consiste en dibujar a escala adecuada la vista del punto de vista de su verticalidad los diferentes puntos que comprenden el eje longitudinal o transversal de la vía. La relación de escala en los perfiles longitudinales se puede establecer como 10:1, la escala vertical con respecto a la escala horizontal, no así en los perfiles transversales, donde para efecto de del cálculo de las áreas de las secciones transversales, es conveniente utilizar una relación de escala de 1:1, la vertical con respecto a la escala horizontal. Como mencionamos, los perfiles pueden dividirse en perfiles longitudinales y perfiles transversales, mejor conocidos como secciones transversales de la vía, a saber:

3.2.2.1 Perfiles longitudinales

Es la sección producida por una serie de superficies verticales que siguen la trayectoria del eje longitudinal de la vialidad. Estos perfiles constan de los datos y la gráfica, los cuales se encuentran constituidos por: Alineamiento, progresivas en kilómetros correspondientes a las secciones transversales, distancias parciales, cotas del terreno, rasante y sub-rasante, así como el corte y el relleno expresado como la diferencia de cota entre la sub-rasante y el terreno natural.

3.2.2.2 Secciones transversales

Al realizar una sección transversal al eje de diseño de una vialidad en un punto determinado, se generan distintos tipos de secciones:

- ❖ Secciones transversales en corte completo, en trinchera o ladera.
- ❖ Secciones transversales en relleno o terraplén
- ❖ Secciones transversales con parte en relleno y parte en corte, conocidas como secciones a media ladera.

Al calcular los volúmenes de tierra que se generan entre dos secciones, estas sean del mismo tipo, corte o relleno, por lo que es necesario para secciones de diferente tipo establecer un punto intermedio donde la sección cambia de tipo que denominamos punto de pase, para lo cual debemos determinar la longitud que le corresponde.

Estas secciones originan prismoides cuyos volúmenes pueden determinarse mediante la fórmula de las áreas medias.

3.2.3 Ancho de plataforma

Geoméricamente, el ancho de la plataforma depende esencialmente del ancho y número de carriles de circulación, ancho de las bermas de protección, espesor de la estructura del pavimento, sobre ancho en curvas en caso de existir, pendientes transversales de la cunetas; no considerándose los taludes del terraplén, ya sea de corte o relleno.

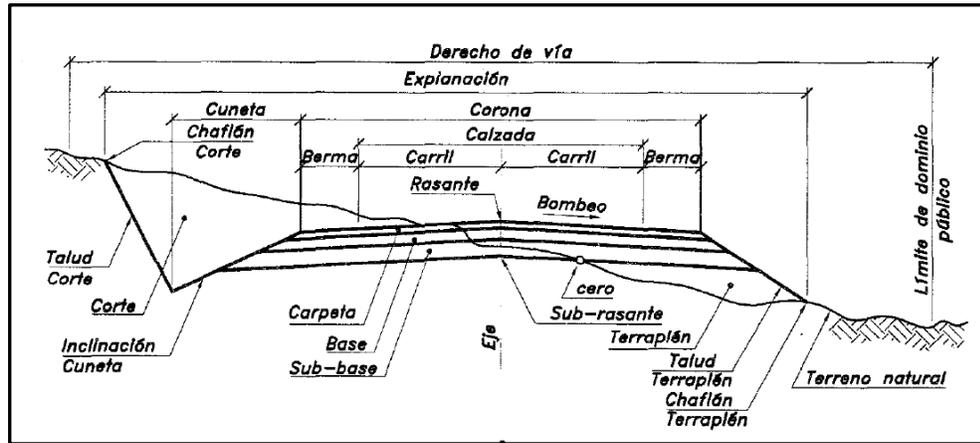


Figura 3.1 Sección transversal típica a media ladera. Cárdena G., J. (2008)

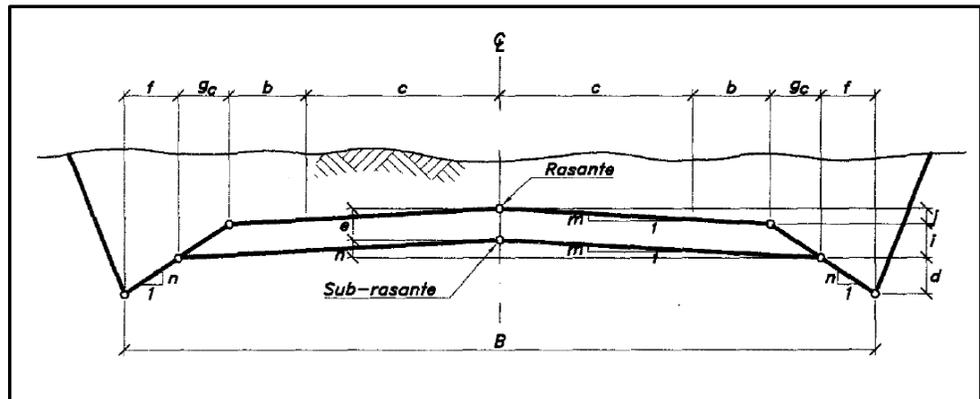


Figura 3.2 Esquema de Sección transversal de una vialidad. Cárdena G., J. (2008)

En la figura 4.1 se esquematiza una sección transversal, para lo cual se definen los siguientes elementos:

$B =$ Ancho de plataforma

$C =$ Ancho de carril

$b =$	Ancho de la berma de protección
$e =$	Espesor total de la estructura de pavimento
$g_c + f =$	Ancho de la cuneta, desde el borde de la berma hasta donde se inicia el talud del terraplén.
$d =$	Profundidad de la cuneta por debajo de la sub-rasante (0,50 m mínimo)
$m =$	Bombeo del pavimento
$n =$	Pendiente de la cuneta

3.2.4 Método de secciones transversales

Es el método más utilizado y es especialmente indicado para obras de vialidad con características lineales. Este método se basa en la fórmula de Simpson para el cálculo del volumen de un prisma.

El prisma es un cuerpo comprendido entre dos caras planas, paralelas entre sí y su volumen es representado mediante:

$$V_P = \frac{L}{6} x (A_1 + 4A_m + A_2) \quad (4.1)$$

Donde:

A_1	Área de la Sección 1
A_2	Área de la Sección 2
A_m	Área de la Sección media
V_P	Volumen del prismoide

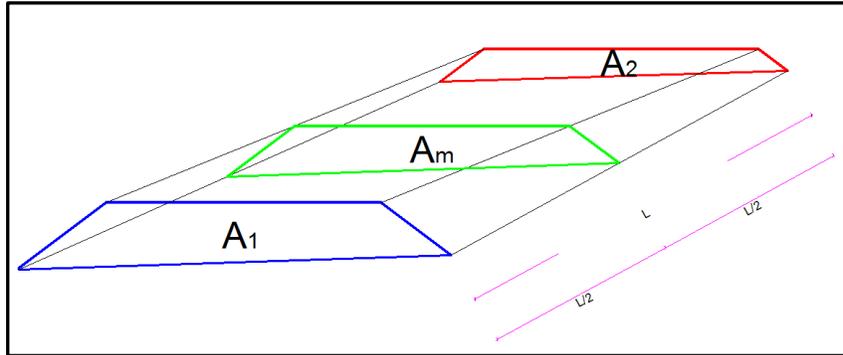


Figura 3.3 Volumen prismoidal (Elaboración Propia)

Si consideramos que el área correspondiente a la sección media es igual a la semisuma de las áreas.

$$A_m = \frac{1}{2} x (A_1 + A_2) \quad (4.2)$$

Obtenemos que el volumen prismoidal viene dado por:

$$V_p = \frac{L}{6} x \left(A_1 + \frac{4}{2}(A_1 + A_2) + A_2 \right)$$

$$V_p = \frac{L}{2} x (A_1 + A_2) \quad (4.3)$$

Las secciones transversales pueden ser de corte, relleno o terraplén y a media ladera y las distintas combinaciones entre ellos no dan los siguientes casos.

3.2.5 Cálculo del volumen de un prisma

Entre las secciones transversales se generan prismas sucesivos, teniendo en cuenta que el movimiento de tierras puede corresponder a un corte o banqueo o un relleno o terraplén, considerando que otras capas como la carpeta de rodamiento, base y sub-base, conforman unidades de obra distintas las cuales son consideradas en codificaciones y partidas separadas.

Las secciones transversales pueden ser de corte, terraplén y de media ladera y las distintas combinaciones entre ellos pueden generar los siguientes casos:

- ❖ Caso I: las secciones transversales son homogéneas, ya sean del tipo corte-corte o terraplén-terraplén, en la cual el volumen comprendido entre ellas es la semisuma de las áreas por la distancia existente entre ellos.

$$V_{Corte} = \frac{L}{2} \times (A_{C1} + A_{C2})$$

$$V_{Relleno} = \frac{L}{2} \times (A_{R1} + A_{R2})$$

- ❖ Caso II: las secciones transversales son contrapuestas como el caso de corte-terraplén o terraplén-corte. En estos caso se busca el punto de paso, que es aquel punto donde no existiría teóricamente ni corte ni relleno, por lo que sería necesario determinar su ubicación mediante la distancia existente a la sección transversal anterior y a la sección transversal posterior, en cuya perspectiva de una situación ideal en la que se perciben tanto la sección de terraplén como la de corte y el punto de paso.

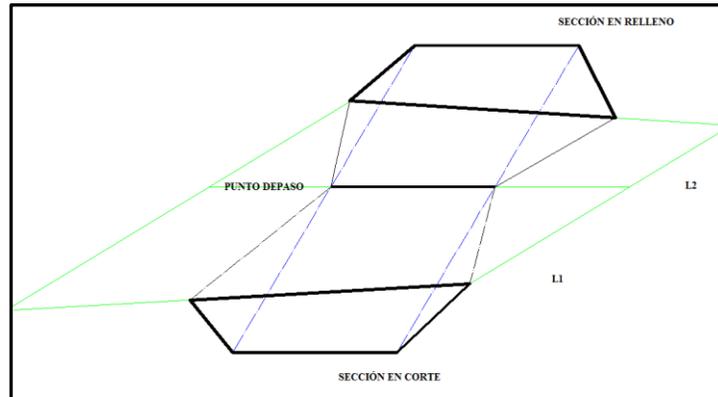


Figura 3.4 Secciones Corte/Relleno (Elaboración Propia)

$$L_1 = \frac{A_1}{A_1 + A_2} \times L$$

$$L_2 = \frac{A_2}{A_1 + A_2} \times L$$

Siendo

$$V_{\text{Corte}} = \frac{L_1}{2} (A_1 + 0) \quad (3.4)$$

$$V_{\text{Relleno}} = \frac{L_2}{2} (A_2 + 0) \quad (3.5)$$

Donde

A_1 Área de Corte

A_2 Área de Relleno

L_1 Distancia desde la sección 1 al punto de paso

L_2 Distancia desde el punto de paso a la sección 2

- ❖ Caso III: corresponde a secciones denominadas a media ladera, en cuyo caso se dividen en dos secciones (corte y relleno) y se consideran por separado como en el Caso I y Caso II.

3.2.6 Diagrama de Masas

Para dibujar el Diagrama de Masas, se consideran las progresiva en el eje de las abscisas, igual que en el perfil longitudinal y en el sentido vertical u ordenadas, se consideran los volúmenes acumulados correspondientes, ya sean esto positivos o negativos.

Una vez dibujada la curva de masas, se traza la línea de compensación, la cual es cualquier línea horizontal que corta la curva en varios puntos, considerándose que compensan mayor volúmenes mientras más veces esta corta la curva.

Los objetivos principales del diagrama de masas son los siguientes:

- Compensar volúmenes
- Fijar el sentido de los movimientos del material
- Fijar los límites del acarreo libre
- Calcular los sobre acarreos
- Controlar préstamos y desperdicios.

3.2.6.1 Volúmenes de Corte

Para la elaboración del Diagrama de Masas, los volúmenes de corte son considerados volúmenes positivos, representada por la parte ascendente de la curva masa.

3.2.6.2 Volúmenes de Relleno

Los volúmenes de relleno en el Diagrama representan la parte descendente de la Curva Masa.

3.2.6.3 Compensación de volúmenes

La compensación de volúmenes representan en el Diagrama de Masas los volúmenes que una vez excavados puedan completamente realizar un relleno, sin que sobre o falte material. Para esto es necesario considerar el Factor de Compresibilidad del material que representa el esponjamiento cuando el material en su posición original a estado suelto y el factor de compactación cuando el material pasa de estado suelto a estado compactado garantizando un nivel de compactación adecuado, lo cual podemos establecer como:

$$FC = fe \times fc \quad (3.6)$$

Donde:

FC : Factor de compresibilidad

fe : Factor de esponjamiento

fc : Factor de compactación

Tabla 3.1 Factores de esponjamiento, compactación y compresibilidad usuales

TIPO DE SUELO	CONDICION INICIAL	CONVERTIDO A:		
		En sitio	Suelto	Compactado
ARENA	En sitio	-	1.11	0.95
	Suelto	0.80	-	0.86
	Compactado	1.05	1.17	-
TIERRA	En sitio	-	1.25	0.90

COMÚN	Suelto	0.80	-	0.72
	Compactado	1.11	1.39	-
ARCILLA	En sitio	-	1.43	0.90
	Suelto	0.70	-	0.63
	Compactado	1.11	1.59	-
ROCA	En sitio	-	1.50	1.30
	Suelto	0.67	-	0.87
	Compactado	0.77	1.15	-

3.2.6.4 Distancias de acarreo

Es la distancia a la que es transportado el material proveniente de un movimiento de tierras, y sus unidades serán el volumen en la longitud transportada ($m^3 * km$).

- ❖ Distancia de acarreo libre: esta distancia corresponde al acarreo de 200 metros, los cuales se encuentran incluidos en el precio unitario del banqueo realizado, ya que este incluye, la carga y transporte del material hasta 200 metros de distancia.
- ❖ Distancia de sobre acarreo: es aquel transporte adicional que se realiza por sobre los 200 metros de distancia y que deben relacionarse aparte mediante partida de transporte. Todo volumen objeto de acarreo, una parte de él se considerará acarreo libre y la diferencia sobre acarreo.

3.2.7 Equipos para el movimiento de tierras en vialidad

3.2.7.1 Tractores

Son maquinarias robustas y fuertes, diseñadas para el movimiento de tierras, con la desventaja de poseer poca velocidad, las cuales se clasifican de acuerdo a su rodamiento en tractores sobre orugas y en tractores sobre neumáticos.

El ciclo de trabajo se realiza mediante las operaciones de carga, acarreo y retorno, los cuales realiza mediante un corte del material hacia adelante, continuando con el empuje del mismo en la misma dirección (Acarreo), detenerse, retroceder, detenerse y reiniciar el ciclo.

Se puede decir que el tractor (Bulldozer) es el más adecuado para realizar movimientos de tierra en media ladera, ya que permite realizar una nivelación rápida en terrenos de poca extensión, ya que pueden remover y empujar tierras en cualquier dirección más rápidamente que otro tipo de maquinarias, pero no debe emplearse para realizar acarreos a distancias superiores a 60 metros, ya que su rendimiento disminuye drásticamente.



Figura 3.5 Tractores pala recta de cadena. (Track Dozers). Cat® Product Line Brochure (2010)

3.2.7.2 Tractores pala Cargadora



Figura 3.6 Pala Cargadora sobre cauchos. (Pay Wheel Loaders). Cat® Product Line Brochure (2010)

3.2.7.3 Rodillos Pata de Cabra

Este equipo de compactación consiste de un cilindro en el cual existen piezas soldadas que sobresalen, conocidas con el nombre vulgar de patas de cabra, ya que tienen forma piramidal y su función es que para un menor área de contacto ejercen una mayor presión sobre el terreno a compactar. Los cilindros son huecos, pero pueden llenarse de agua para aumentar el peso de compactación.



Figura 3.7 Compactadoras Pata de Cabra (Soil Compactors). Cat® Product Line Brochure (2010)

3.2.7.4 Aplanadoras de rodillos metálicos lisos

Entre los rodillos vibratorios se tienen varias clases de ellos. Existen con ruedas metálicas o con llantas neumáticas, autopropulsados, que generan mediante acción hidráulica una vibración de baja frecuencia, produciendo buena compactación en materiales arenosos.



Figura 3.8 Rodillo Vibro compactador (Single Drums soil Compactors). Cat® Product Line Brochure (2010)

3.2.7.5 Motoniveladoras

Las motoniveladoras son las maquinarias de mayor uso en la construcción y mantenimientos de vialidades, ya que se emplean tanto para mezclar los materiales

como para extender y conformar los mismos, utilizándose también para el peinado de taludes y hacer zanjas y cunetas, así como para su mantenimiento y limpieza de las mismas.

Esta maquinaria posee una cuchilla que puede rotar alrededor de un eje vertical y por rotación a través de un eje longitudinal, y por traslación siguiendo este mismo eje.

La inclinación de las ruedas delanteras es básica, ya que todas las aplicaciones de las motoniveladora generan una fuerza lateral que tiende a desviar a la maquinaria hacia un lado, por lo tanto para contrarrestarla las ruedas se inclinan en la dirección que lleva la tierra al correr sobre la hoja de la cuchilla.

Estas máquinas se encuentran diseñadas para trabajar hacia adelante, por lo que debe voltearse en longitudes no menores a 300 metros, ya que a distancias menores es preferible que la máquina regrese en reversa.



Figura 3.9 Motoniveladora (Motor Graders). Cat® Product Line Brochure (2010)

3.2.7.6 Mototraíllas

Las moto traíllas como su nombre la indica es la combinación de un tractora una traílla o escrepa como también se le conoce, sobre neumáticos que puede alcanzar velocidades cargadas de hasta 50 km/h.

Debido a que son sobre cauchos y a la falta de orugas, son incapaces de cargarse por si misma en la mayoría de los suelos, por lo que requiere de apoyo un tractor sobre orugas que actúe como un tractor de empuje, realizándose la carga en la mínima distancia posible.

Estos equipos tienen la ventaja que realizan la función de varios, ya que se auto carga (sustituyendo a una pala cargadora), transporta el material (sustituyendo al camión) y descarga regando el material (trabajo realizado por las motoniveladoras), pero a su vez es económicamente eficiente a distancias de transporte del material comprendidas entre 300 m y 1200 m., los cuales pueden ser recorridos rápidamente.



Figura 3.1 Mototraíllas (Wheel Tractors Scrapers). Cat® Product Line Brochure (2010)

Estos equipos efectúan una nivelación con mayor precisión que los tractores, y su operación se efectúa en las siguientes fases:

Carga: Delantal bajo, hoja enterrada, Compuerta en la parte posterior.

Acarreo: Delantal levantado, hoja levantada, compuerta en la parte posterior.

Descarga y extendido: Delantal levantado, hoja colocada para permitir determinado espesor, la compuerta es empujada hacia adelante para desalojar el material,

3.2.7.7 Vehículos de acarreo

Una de las actividades que debe ser cuidadosamente controlada en un movimiento de tierras en vialidad, es el transporte o acarreo del material, porque de él depende que los demás equipos que intervienen en el movimiento tengan un rendimiento adecuado. Por lo tanto es importante determinar correctamente el número de vehículos y la capacidad adecuada para realizar un ciclo de trabajo uniforme e ininterrumpido.

Es conveniente que la capacidad de los vehículos (Volteos) sean como mínimo de 4 veces la capacidad de la pala cargadora y todos los vehículos deberían ser de capacidad uniforme para mantener una debida sincronización entre los tiempos de carga, descarga y recorrido.

El número de camiones necesarios viene dado por la fórmula:

$$\text{Número de camiones} = \frac{\text{Tiempo de viaje}}{\text{Tiempo de carga}} + 1$$

La vía de circulación de los camiones de transporte de material debe estar en buenas condiciones y tener dos canales de circulación para el tránsito en ambos sentidos y verá permitir suficiente maniobrabilidad para los camiones a estacionar en el área de carga.



Figura 3.11 Camiones volteos todo terreno (Off Highway Trucks). Cat® Product Line Brochure (2010)



Figura 3.12 Camiones volteos

3.3 Bases Legales

Constitución de la República Bolivariana de Venezuela.

Artículo N° 117: Todas las personas tendrán derecho a disponer de bienes y servicios de calidad.

Ley Orgánica del sistema venezolano para la calidad (Publicada en Gaceta Oficial N° 3755 del 23 de octubre de 2002)

Artículo N° 6: Las personas naturales o jurídicas, públicas o privadas, están obligadas a proporcionar bienes y a prestar servicios de calidad. Estos bienes y servicios deberán cumplir las reglamentaciones técnicas que a tal efecto se dicten.

Artículo N° 39: Corresponde al Ministerio de Producción y el Comercio determinar el carácter nacional de una norma presentada por el organismo coordinador y declararla como norma venezolana COVENIN.

Artículo N° 41: Las normas venezolanas COVENIN, constituyen la referencia básica para determinar la calidad de los productos y servicios.

Artículo N° 43: Los organismos públicos exigirán a sus proveedores el cumplimiento las normas venezolanas COVENIN o en su defecto el cumplimiento de normas internacionales o regionales.

Norma COVENIN 2000-1987 Sector Construcción. Especificaciones. Codificación y Mediciones. Parte 1: Carreteras.

10-1 Remoción de tierras desechables en la base de terraplenes

10-1.01 Definición

Este título comprende los trabajos de remoción, transporte y bote de suelos, que por su calidad o condición no son propios para construir asiento de los terraplenes.

10-1.80 Medición

Para el caso de remoción ordinaria, se medirá el suelo a remover en su condición original y en metros cúbicos, levantando perfiles transversales en el sitio de

la remoción antes y después de la ejecución del trabajo. La cubicación se hará mediante la fórmula de las áreas medias, en caso de remoción extraordinaria, las especificaciones indicarán la forma e medición.

10-1.99 Partidas para presupuesto

- C 10-1.001 Remoción ordinaria de tierras desechables en la base de terraplenes, bote y transporte hasta 200 metros m^3
- C 10-1.002 Remoción extraordinaria de tierras desechables en la base de terraplenes por medio de m^3

10-2 Banqueos

10-2.1 Definición

Este título comprende todos los trabajos de excavación del terreno natural, bien a máquina o mediante el empleo de explosivos, según sea el caso, que tiene por fin lograr las cotas y secciones transversales establecidas en el proyecto.

10-2.30 Procedimiento para la ejecución

10-2.31 Una vez ejecutados los trabajos de topografía para demarcar y referenciar el área de excavación en planta y elevación, se efectuarán los trabajos de deforestación y limpieza, procediendo luego a la remoción de la capa vegetal.

10-2.32 Todos los materiales adecuados para la construcción de terraplenes provenientes del banqueo, serán utilizados y transportados a los sitios que indique el diagrama de masas del proyecto.

10-2.39 En el caso de tratarse de excavación en tierras se llevará la excavación hasta la cota de subrasante mercada en los planos y se procederá de inmediato a la conformación de la superficie de surasante a fin de ajustarla en un todo a las líneas pendientes indicadas en la sección transversal.

10-2.45 Las tolerancias admisibles para la conformación de la subrasante y acabado de los banqueros dentro de la vía serán los siguientes:

1. Para cualquier punto en la superficie de la subrasante, la diferencia de nivel máxima permisible con respecto al dato de proyecto será de 0,03 m.
2. Para puntos en los taludes la diferencia de nivel permisible será de 0,20 m y, en el caso de tratarse de puntas rocosas. Se permitirá hasta de 0,50 m.

10-2.80 Medición: La medición para banqueros, se medirá en metros cúbicos en su posición original, diferenciando los volúmenes de capa vegetal y otros suelos impropios para la construcción de terraplenes, de los volúmenes de material selecto, a fin de poder considerar separadamente los acarrees correspondientes a unos y otros. El cómputo se hará por el método de las áreas medias de las secciones; en dichas secciones el perfil del terreno será el levantado con el replanteo.

10-2.90 Forma de pago: Estos trabajos se pagarán por metro cúbico de excavación ejecutada y se medirán según se indique en el punto 10-2.80 (Medición). En el precio unitario está incluido el suministro de todos los materiales, equipo y personal necesario para la ejecución de los trabajos, así como la realización de todo lo indicado en estas especificaciones y la realización de cualquier otro particular que no estuviera mencionado en ellas y que fuera necesario para realizar la excavación. Queda también incluido el acarreo hasta los primeros 200 metros del trayecto de

acarreo libre. Para el cómputo de los sobre acarreos o acarreo libre, se aplicará lo establecido en la especificación 10-82 del transporte para movimiento de tierra.

10-2.99 Partidas para presupuesto

- C 10-2.001 Excavación para banqueros, en cualquier tipo de material más carga y transporte hasta 200 metros de distancia..... m^3
- C 10-2.002 Excavación para banqueros, en roca o cualquier otro material que requiera indispensablemente el uso de explosivos y carga y transporte hasta 200 metros de distancia..... m^3
- C 10-2.003 Excavación para banqueros en cualquier tipo de material, diferente de roca para el que no se requiere el uso de explosivos y carga y transporte hasta 200 metros de distancia..... m^3
- C 10-2.004 Excavación para banqueros en terrenos que requieran parcialmente el uso indispensable de explosivos y carga y transporte hasta 200 metros de distancia (Estos terreno son constituidos por rocas duras, foliadas, laminadas o en capas delgadas y medias, tales como esquistos, pizarra, conglomerados y arenisca bien cementada, caliza, etc)..... m^3
- C 10-2.005 Excavación para banqueros, en terrenos que no requieren el uso de explosivos, pero que contengan por lo menos un 50% de cantos gruesos de $0,75 m^3$ o mayores y carga y transporte hasta 200 metros de distancia..... m^3

C 10-2.006 Excavación para banqueos en tierra o cualquier otro tipo de material no incluido en otra clasificación de estas especificaciones y carga y transporte hasta 200 metros de distancia..... m^3

10-4 Ejecución de terraplenes

10-4.01 Definición

Este título comprende todos los trabajos requeridos para la construcción y compactación de terraplenes, a fin de lograr las cotas y secciones transversales indicadas en el proyecto.

10-4.30 Procedimiento para la ejecución

10-4.31 Una vez ejecutados los trabajos de topografía necesarios para la demarcación del terraplén, efectuada la deforestación y limpieza; y removidas las tierras desechables en la base del terraplén, podrán ser iniciados los trabajos de construcción del terraplén.

10-4.33 Se comenzará la construcción del terraplén escarificando el terreno en una profundidad aproximadamente de 20 cm removiendo de paso las raíces y materiales vegetales que pudieran encontrarse, luego se realizará una compactación hasta alcanzar el 95% de la obtenida en laboratorio.

10-4.34 Cuando para el terraplén a construirse vayan a utilizarse suelos granulares o finos, se extenderán capas uniformes de 20 cm a todo lo ancho del terraplén.

10-4.35 Como regla general no se permitirán materiales cuya mayor dimensión exceda de la mitad del espesor de la capa.

10-4.99 Partidas para presupuesto

C 10-4.001 Construcción de terraplenes m^3

10-82 Transporte

10-82.01 Definición: Este título se refiere a sobre-acarreos o transportes hasta distancias mayores que el trayecto de acarreo libre de 200 m, de los materiales relativos al movimiento de tierras, según lo que se establece en estas especificaciones y de acuerdo con lo fijado en el contrato de la obra.

10-82.80 Medición

El volumen se calculará sin considerar el esponjamiento, es decir, medido en su posición original. Como distancia de acarreo se considera la distancia entre el centro de gravedad de los volúmenes excavados y el centro de gravedad de esos mismos volúmenes en su posición final, medida la distancia según el eje de la vía. La cantidad computada corresponde a la multiplicación de volumen calculado por la distancia de sobreacarreo.

C 10-82.001 Transporte de materiales relativos a movimientos de tierra a distancias menores a 500 metros..... $m^3 \times 50 m$

C 10-82.002 Transporte de materiales relativos a movimientos de tierra a distancias comprendidas entre 500 y 1000 metros..... $m^3 \times 50 m$

Estos transportes se medirán en metros cúbicos por estaciones de 50 m $m^3 \times 50 m$, las estaciones se calcularán con una sola cifra decimal.

C 10-82.003 Transporte de materiales relativos a movimientos de tierra a distancias mayores de 1 km..... $m^3 \times km$

Este transporte se medirá en metros cúbicos por kilómetro ($m^3 \times km$), midiendo la distancia con una sola cifra decimal.

El transporte urbano en camiones en distancias hasta 1 km es contemplado en la siguiente partida.

C 10-82.014.01 Transporte urbano en camiones, a distancias mayores de 200 mts., de materiales relativos a movimientos de tierras, a distancias de hasta 1 km., medido por secciones (en su posición original)..... $m^3 \times km$

10-82.90 Forma de pago

Medición: Este transporte se medirá en metros cúbicos por kilómetro ($m^3 \times km$). El volumen se calculará sin considerar el esponjamiento, es decir, en posición original. Como distancia de acarreo se considerará la distancia entre el centro de gravedad de los volúmenes excavados y el centro de gravedad de esos mismo volúmenes en su posición final, medida la distancia según el eje de la vía para los casos de movimiento de tierras dentro de ella o por el recorrido más corto, práctico posible, la distancia se medirá en kilómetros con una sola cifra decimal. En ningún caso se pagarán los primeros 200 metros (0,2 km) correspondientes al acarreo libre.

3.4 Definición de términos básicos

3.4.1 Plataforma

Es la parte en la vía destinada al uso de los vehículos, incluye los hombrillos.

3.4.2 Calzada

Parte de la carretera destinada a la circulación de vehículos, excluye hombrillos y canales adicionales.

3.4.3 Hombrillos

Es la parte de la plataforma, contigua a la calzada, que está destinada al estacionamiento eventual de los vehículos y que proporciona soporte lateral al pavimento (Su significado es hombro del pavimento).

3.4.4 Canal de Transito

Es la parte de la calzada que sirve para la circulación en un solo sentido de los vehículos.

3.4.5 Cunetas

Elemento de drenaje longitudinal de la vía, en calles, avenidas y autopistas, se emplean brocales-cunetas.

3.4.6 Bermas

Es el elemento de la vía comprendido entre la cuneta y el talud de corte y/o relleno.

3.4.7 Terrazas

Es una zona de discontinuidad en los taludes.

3.4.8 Talud

Es la inclinación del paramento de los cortes o de los terraplenes, expresado numéricamente por el recíproco de la pendiente.

3.4.9 Brocales

Se usan para delinear los bordes de la plataforma, regular el drenaje, dificultar la salida de los vehículos del pavimento y para promover el desarrollo ordenado en las zonas adyacentes a la vía. No se recomienda el uso de brocales en carreteras con velocidad de proyecto de mas de 80 km/h.

3.4.10 Aceras

En áreas urbanas, debe disponerse de aceras al lado de la vialidad. Deberán tener un ancho mínimo de 1,20 metros, incrementándose en módulos de 0,60 si el movimiento peatonal lo requiere. Las aceras deberán estar separadas 1,20 metros de la calzada.

CAPÍTULO IV

METODOLOGÍA DE TRABAJO

La intención del desarrollo de esta metodología, es ofrecer un procedimiento sistemático, que permita con un plan de trabajo lógico y práctico, diagnosticar, identificar y evaluar las características de la curva de masa, como un instrumento eficaz para determinar el transporte de material relativo a movimiento de tierras a lo largo del eje de la vialidad, así como los volúmenes necesarios de préstamo y los que originan materiales de desecho. Por consiguiente, para lograr un diseño de vialidad apropiado y económico, se debe elaborar dicho diagrama, de acuerdo con las normas establecidas para tal fin, previa determinación de las áreas de las secciones transversales, así como de los volúmenes prismoidales existentes entre ellas de manera de determinar la magnitud del movimiento de tierras.

Para lo cual, el proyecto presenta la siguiente modalidad metodológica:

4.1 Según el propósito

La investigación estuvo enmarcada dentro del propósito de aplicada, que para Murillo (mencionado por Vargas, Z. 2009):

La investigación aplicada se caracteriza porque busca la aplicación o utilización de los conocimientos adquiridos, a la vez que se adquieren otros, después de implementar y sistematizar la práctica basada en investigación. El uso del conocimiento y los resultados de investigación que da como resultado una forma rigurosa, organizada y sistemática de conocer la realidad (p.159).

Es decir, se quiere establecer las variables que permitan determinar los volúmenes sujetos a movimientos de tierra en la construcción de una vialidad, de manera de poder establecer criterios de economía en el diseño de la rasante de la vialidad To-019 en el tramo comprendido entre la Urbanización el Perú y el Cruce de Las Brisas en la parroquia Agua Salada de Ciudad Bolívar.

4.2 Según el nivel de conocimiento

El tipo de investigación utilizado es Descriptiva, el cual Arias (2012), define como “caracterización de un hecho, fenómeno, individuo o grupo, con el fin de establecer su estructura o comportamiento. Los resultados de este tipo de investigación se ubican en un nivel intermedio en cuanto a la profundidad de los conocimientos se refiere” (p.24). Por esta razón, se logró describir a detalle las características del acueducto matriz de Agua Salada.

4.3 Según la estrategia

Este estudio se ubicó en un diseño no experimental apoyado en una investigación documental de campo. Para Hernández, Fernández y Baptista (2014) la investigación no experimental como “aquella que se realiza sin manipular deliberadamente variables. Lo que hacemos en la investigación no experimental es observar fenómenos tal como se dan en su contexto natural, para posteriormente analizarlos” (p. 149). Al mismo tiempo, Arias (2012) define la documental como: “búsqueda, recuperación, análisis, crítico e interpretación de datos secundarios, es decir, los obtenidos y registrados por otros investigadores en fuentes documentales: impresos, audiovisuales o electrónicos. Como en toda investigación, el propósito de este diseño es el aporte de nuevos conocimientos (p.27)

El mismo autor define la investigación de campo como “aquella que consiste en la recolección de datos directamente de los sujetos investigados, o de la realidad donde ocurren los hechos (datos primarios), sin manipular o controlar variable alguna, es decir, el investigador obtiene la información, pero no altera las condiciones existentes. De allí su carácter de investigación no experimental” (p.31). Se utiliza este diseño, para obtener datos, generar nuevos conocimientos que puedan ser analizados, logrando obtener conclusiones, resultados y posibles soluciones en la uniformidad de las dimensiones del diseño estéticamente armonioso de la vialidad a fin de recaudar toda la información directamente en el área de estudio y darle solución a la problemática que se planteó.

4.4 Población y Muestra

4.4.1 Población

Arias (2012) define población como “un conjunto finito o infinito de elementos con características comunes para los cuales serán extensivas las conclusiones de la investigación. Esta quedó delimitada por el problema y por los objetivos del estudio” (p.81). Para este estudio, se tomarán en consideración todas las vialidades a construir, que ameriten realizar movimiento de tierras para adecuar la rasante de la vía al terreno topografía existente, garantizando que la misma presente valores de confort y transitabilidad acorde con los volúmenes de tránsito que circulen a través de ella, generando el menor impacto en el ambiente y con la mayor economía en el establecimiento de los transportes que se ejecuten sobre el cuerpo de la vialidad, por tener estos una alta incidencia en el valor de la obra a ejecutar.

4.4.2 Muestra

Tal como lo señala Claret (2009) “dadas las características de una población pequeña y finita, se tomarán como unidades de estudio e indagación a todos los individuos que la integran” (p.145). Así mismo, se tomará como muestra el tramo vial correspondiente a la carretera To-019, en el tramo comprendido entre la Urbanización el Perú y el cruce de Las Brisas, en la Parroquia Agua Salada de Ciudad Bolívar, Municipio Angostura del Orinoco.

La intención del desarrollo de esta metodología, es ofrecer un procedimiento sistemático, que permita con un plan de trabajo lógico y práctico, diagnosticar, identificar y analizar la Curva de Masas, como una herramienta eficaz para la determinación de los volúmenes y transportes de tierra necesarios a ejecutar en la construcción de la obra. Para ello, se pretende cumplir con las siguientes fases:

4.5 Fases de ejecución del proyecto

4.5.1 Fase I: Planeación del trabajo

En esta fase se recopiló toda la información bibliográfica existente sobre el área a estudiar. Así mismo, se procedió con la revisión de estudios, proyectos e informes técnicos existentes, con temas similares. Se elaboró un plan de trabajo para presentar el motivo de estudio, para luego realizar la selección de las áreas de interés. También se recopilaron planos topográficos en CAD, proveniente del trabajo de grado presentado por Capponi A., Nelson y Vera A., Jhonny (2012).

4.5.2 Fase II: trabajo de campo

Es esta fase, se realizó la exploración de campo que consistió en un reconocimiento visual de la zona para verificar la extensión, diseño y dimensiones de la vialidad existente, así como su trazado y elementos que la conforman.

4.5.3 Fase III: procesamiento, análisis de la información y resultados

En esta fase se realizó la transcripción y ordenamiento de la información, las cuales sirvieron como base para la elaboración de la Curva Masa para llegar a la interpretación de los resultados.

4.5.4 Fase IV: alternativas de solución, conclusiones y recomendaciones

Esta fase comprende la culminación de toda la metodología aplicada para elaborar el Diagrama de Masas, determinando las cantidades de obras a ejecutar en la realización de dicha obra. Así mismo, se redactaron las conclusiones y recomendaciones para culminar con la redacción del informe final (ver figura 5.1).

La intención del desarrollo de esta metodología, es ofrecer un procedimiento sistemático, que permita con un plan de trabajo lógico y práctico, diagnosticar, identificar las piscinas de uso público y sus características geométricas, así como determinar el estado que presenta actualmente, con la finalidad de establecer los requerimientos necesarios para un adecuado mantenimiento, que cumpla con los requisitos establecidos en las normas y a su vez sirva de guía en la realización de futuros trabajos para mejorar la calidad en la prestación del servicio de piscinas. Por consiguiente, para lograr soluciones más apropiadas, se debe dar total cumplimiento a las normas establecidas en la Gaceta Oficial N° 4.044 y en las normas COVENIN, para evitar incurrir en fallas con relación a la capacidad del sistema de filtración que

permita turbidez en el agua y la generación de patógenos dañinos para la salud, generando un alto riesgo e inseguridad en los usuarios.



Figura 5.1 Flujograma de la metodología de trabajo. Barrueta R. y Gonzalez R. (2020)

4.6 Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos

4.6.1 Técnicas de Recolección de Datos

Las técnicas de recolección de datos son aquellas que permiten obtener todos los datos necesarios para realizar la investigación del problema que está en estudio

mediante la utilización de instrumentos que se diseñarán de acuerdo a la técnica a seguir.

Para la recolección de datos, se utilizó como técnica la observación directa como fuente primaria. Según Claret, (2013):

- La observación directa: es una técnica que se debe emplear para relacionar el sujeto de estudio con el objeto, dotando al investigador de una teoría y un método adecuado para que la investigación tenga una orientación correcta y el trabajo de campo arroje datos exactos y confiables (p. 197).
- Revisión bibliográfica: La revisión bibliográfica permitió extraer información de diversas fuentes bibliográficas. Para esta investigación se utilizaron trabajos de grado, internet, publicaciones, normas y libros.
- Consultas académicas: Es una herramienta que permite la recopilación de información, tanto virtual como escrita, por medio de consultas realizadas a tutores y personal expertos en la materia.

4.6.2 Instrumentos de Recolección de datos

Según Arias (2012) “Es cualquier recurso, dispositivo o formato (en papel o digital), que se utiliza para obtener, registrar o almacenar información” (p.54).

Libreta de anotaciones y lápiz: Utilizada para la anotación de la información recopilada en las entrevistas no estructuradas, para tomar en cuenta cada detalle de ella y no omitir ninguna información obtenida.

Personal Computer: Utilizada para poder acceder a cierta información digitalizada importante para la investigación, así como para el manejo de tablas y hojas de cálculo, con el objeto de facilitar la manipulación de la información.

Cámara fotográfica: para registrar en imágenes elementos y detalles esenciales para la investigación.

CAPÍTULO V

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

El presente capítulo pretende desarrollar cada uno de los objetivos planteados, de manera que se pueda entender claramente los detalles de la problemática planteada, para la determinación del movimiento de tierras sobre una vialidad propuesta. La sección típica de la vialidad se encuentra constituida por cuatro (4) canales de circulación de 3,60 metros, una isla o separador central de 0,60 metros, brocales cunetas de 0,80 metros, áreas verdes de 1,50 metros y aceras de 2,40 metros, para un ancho total de plataforma de 26,00 metros (Ver figura 5.1).

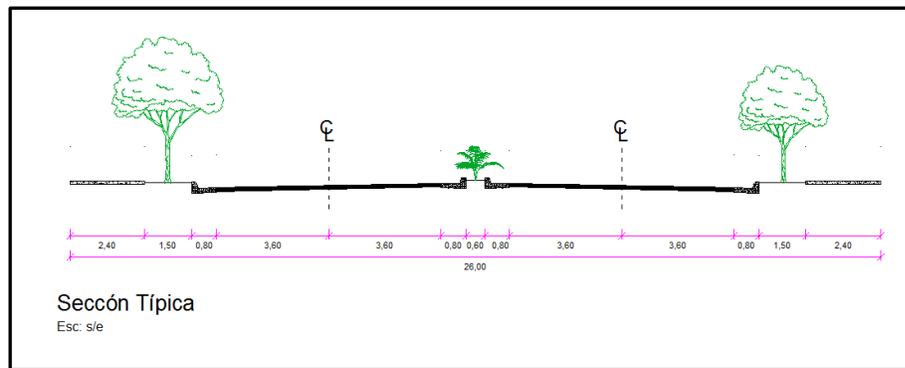


Figura 5.1 Sección Típica Vialidad. Elaboración propia.

La rasante de la vialidad para la construcción del perfil longitudinal, considera la propuesta de construcción de un distribuidor a desnivel, donde el punto de inicio (V-2) se encuentra a una cota de 2,50 metros por debajo del nivel actual de la vialidad existente, de manera que el puente elevado a construir sobre la vialidad To-016 se eleve sobre la cota actual en 8,00 metros.

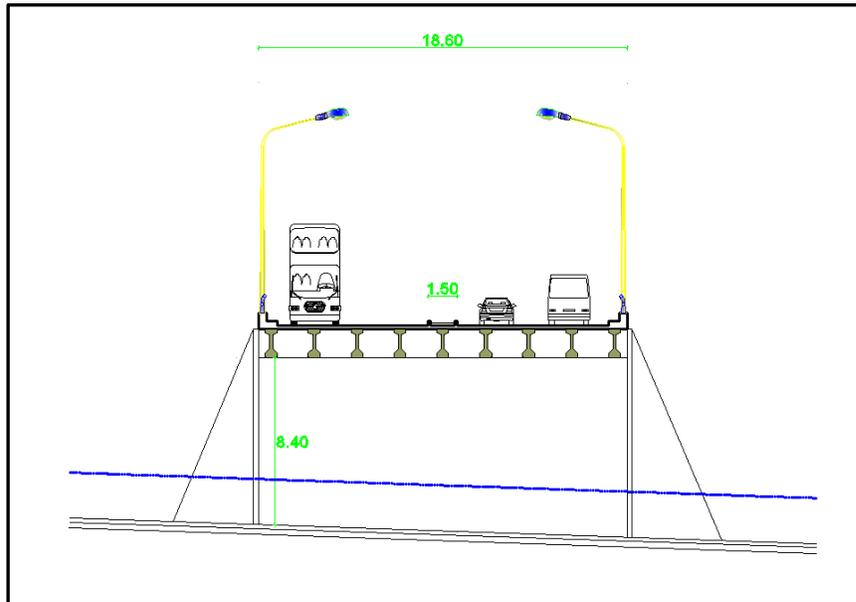


Figura 5.2 Sección puente elevado “Las Brisas”, Prog. 0+000. Propuesta elaborada por los ingenieros civiles Carlos Espinoza y Rogelio Pérez (2013)

5.1 Descripción detallada del procedimiento para la determinación de los desplazamientos de volúmenes de tierra en obras de vialidad.

La determinación de volúmenes de tierra que son necesarios desplazar para establecer la sub rasante de una vialidad, dependen principalmente de la topografía del terreno natural sobre el cual se trace dicha vía y al trazado geométrico vertical que se realice, considerando para ello entre otros, las pendientes críticas de subida o bajada, las pendientes de los alineamientos y el diseño de los elementos de enlaces entre los mismos considerando los posibles elementos de drenaje que sean necesario realizar para garantizar la escorrentía de las aguas superficiales de la vialidad y de aquellas que atraviesen el eje longitudinal.

Para ello es necesario cumplir las siguientes etapas dentro de la elaboración de un proyecto:

5.1.1 Perfil longitudinal

El perfil longitudinal se plantea a partir de la información recabada por el levantamiento topográfico realizado para su tesis por Nelson Capponi y Jhonny Vera (2012), considerando la disminución de la cota de la rasante en la Progresiva 0+000, permitiendo determinar nuevos valores de rasante. (Ver Anexo 03)

5.1.2 Secciones transversales

La modificación relativa de la cota de la rasante respecto al terreno natural, permitió establecer nuevas secciones transversales que conllevaron al cálculo de áreas de corte y relleno, las cuales determinan volúmenes de corte y relleno que son posible compensar entre sí. (Ver Anexo 05)

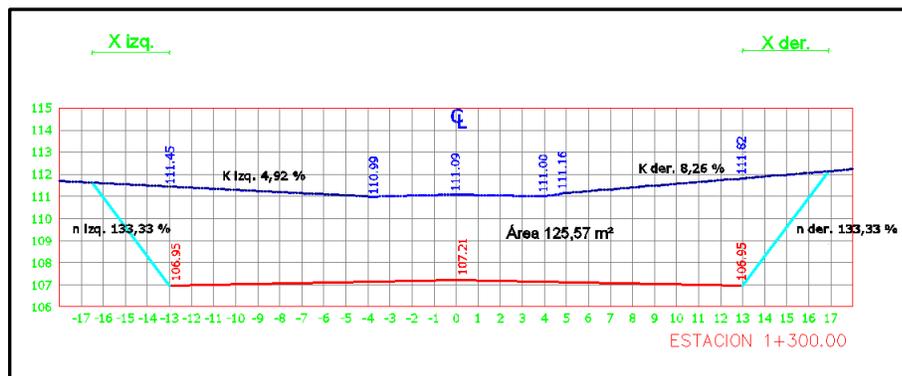


Figura 5.3 Elementos sección transversal prog. 1+300.

$$X \text{ izq.} = \frac{(111,45 \text{ m} - 106,95 \text{ m})}{(133,33 \% - 4,92 \%)} = 3,50 \text{ m}$$

$$X_{der.} = \frac{(111,82 \text{ m} - 106,95 \text{ m})}{(133,33 \% - 8,26 \%)} = 3,89 \text{ m}$$

Cota chaflán izquierdo:

$$Cota \text{ Ch izq.} = 106,95 \text{ m} + 3,50 \text{ m} \times 133,33\% = 111,62 \text{ m}$$

Cota chaflán derecho:

$$Cota \text{ Ch der.} = 106,95 \text{ m} + 3,89 \text{ m} \times 133,33\% = 112,14 \text{ m}$$

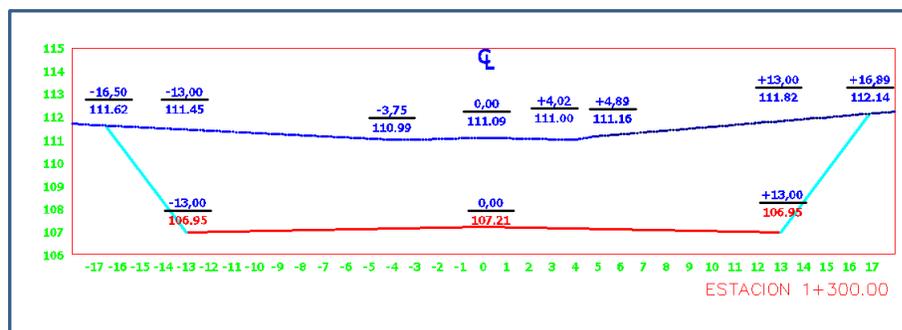


Figura 5.4 Sección transversal prog. 1+300.

Tabla 5.1 Coordenadas de la sección transversal 1+300

(x)	(y)
0.00	107.21
13.00	106.95
16.89	112.14
13.00	111.82
4.89	111.16
4.02	111.00
0.00	111.09
-3.75	110.99
-13.00	111.45

-16.50	111.62
-13.00	106.95
0.00	107.21

Diagonal ppal.

$$= 13,00 \times 112,14 + 16,89 \times 111,82 + 13,00 \times 111,16 + 4,89 \times 111,00 \\ + 4,02 \times 111,09 + (-3,75 \times 111,45) + (-13,00 \times 111,62) \\ + (-16,50 \times 106,95) + (-13,00 \times 107,21) = 753,51 \text{ m}^2$$

Diagonal sec.

$$= 13,00 \times 107,21 + 16,89 \times 106,95 + 13,00 \times 112,14 + 4,89 \times 111,85 \\ + 4,02 \times 111,16 + (-3,75 \times 111,09) + (-13,00 \times 110,99) \\ + (-16,50 \times 111,45) + (-13,00 \times 111,62) = 502,30 \text{ m}^2$$

$$\text{Área de la sección} = \left| \frac{753,51 \text{ m}^2 - 502,30 \text{ m}^2}{2} \right| = 125,61 \text{ m}^2$$

5.1.3 Cálculo de volúmenes

Para el cálculo de los volúmenes de tierra, es normal utilizar en vialidad la fórmula de las áreas medias, la cual es el producto de la semisuma de las áreas de dos secciones consecutivas por la distancia que las separa, pero algunos autores la expresan y son consideradas en los diagramas de masas como la suma de las áreas por la media distancia.

$$\text{Volumen} = \frac{(A_1 + A_2)}{2} \cdot L = \frac{L}{2} \cdot (A_1 + A_2)$$

Cuando dos secciones consecutivas presentan un área de corte y la otra área de relleno o viceversa, la forma más simplista es promediar tanto al área de corte como el área de relleno con cero en la totalidad de la distancia, como lo que se presenta entre las progresivas 1+500 y 1+550, donde la progresiva 1+500 presenta un área en corte de $8,22 \text{ m}^2$ y a la progresiva 1+550 le corresponde una sección en relleno con un área de $11,85 \text{ m}^2$.

$$\text{Volumen de corte} = \frac{8,22 \text{ m}^2 + 0}{2} \times 50 \text{ m} = 205,50 \text{ m}^3$$

$$\text{Volumen de relleno} = \frac{11,85 \text{ m}^2 + 0}{2} \times 50 \text{ m} = 296,25 \text{ m}^3$$

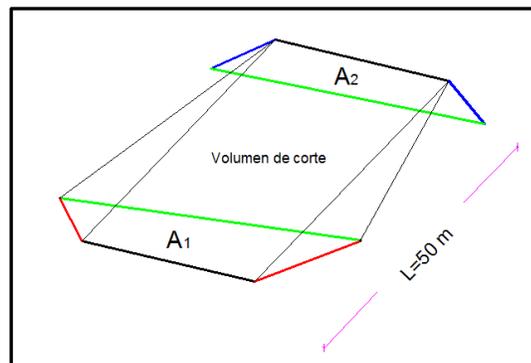


Figura 5.5 Cálculo de volúmenes entre secciones de corte y relleno.

Un método más exacto consiste en determinar una sección correspondiente a la línea de ceros, donde tanto el corte como el relleno no existan, también conocidos como sección de paso donde coinciden la rasante y el terreno natural, generándose una figura geométrica conocida como cuña, tanto para el volumen de corte como para el de relleno.

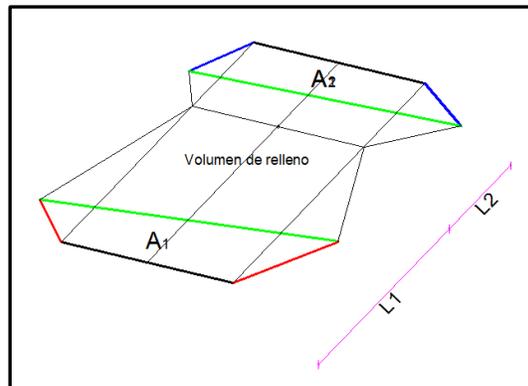


Figura 5.6 Cálculo de volúmenes entre secciones de corte y relleno.
Establecimiento de sección "0". Elaboración propia.

$$L1 = \frac{8,22 \text{ m}^2}{8,22 \text{ m}^2 + 11,85 \text{ m}^2} \times 50 \text{ m} = 20,48 \text{ m}$$

$$L2 = \frac{11,85 \text{ m}^2}{8,22 \text{ m}^2 + 11,85 \text{ m}^2} \times 50 \text{ m} = 29,52 \text{ m}$$

$$\text{Volumen de corte} = \frac{8,22 \text{ m}^2 + 0}{2} \times 20,48 \text{ m} = 84,17 \text{ m}^3$$

$$\text{Volumen de relleno} = \frac{11,85 \text{ m}^2 + 0}{2} \times 29,52 \text{ m} = 174,91 \text{ m}^3$$

Tabla 5.2 Datos para el cálculo de volumen considerando la sección "0"

Progresiva	Área de la Sección (m ²)		Distancia (m)	Volumenes (m ³)	
	Corte	Relleno		Corte	Relleno
1+500	8.22				
			20.48	84.17	0.00
1+520.48	0.00	0.00			
			29.52	0.00	174.91
1+550		11.85			

5.2 Descripción de los elementos que conforman un diagrama de masas y los procedimientos de cálculo para su elaboración

El diagrama de masa se encuentra conformado por una curva continua que representa los volúmenes acumulados. Considerando al corte positivo (+) y al relleno negativo (-), cuya suma algebraica se indica como ordenadas y las progresivas en el eje de las abscisas. La parte ascendente de la curva representa los volúmenes de corte, mientras que la parte descendente los volúmenes de relleno. El valor máximo en las crestas representan los puntos de pase de corte a relleno y el valor mínimo en los

valles los puntos de pase de relleno a corte. En la curva masa cualquier línea horizontal que corte una onda en dos puntos representa iguales volúmenes de corte y relleno, determinados por la diferencia de ordenada entre el máximo o mínimo de cada onda y la línea de compensación.

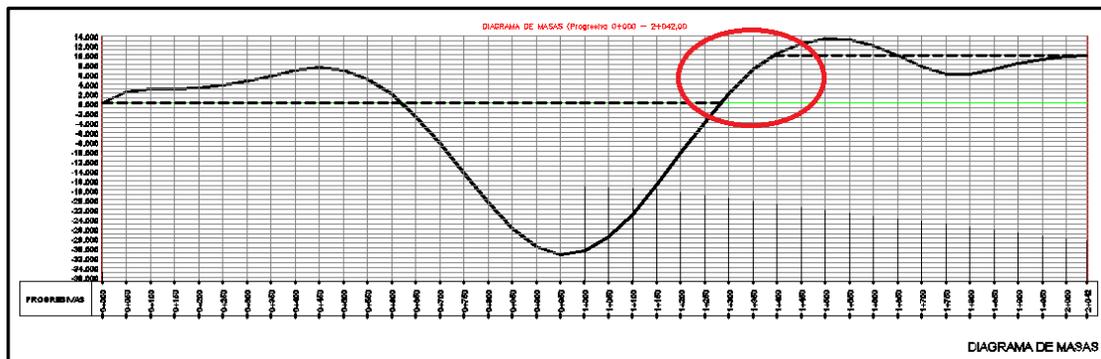


Figura 5.7 Construcción Diagrama de masas.

Como el procedimiento busca establecer igual volumen de corte y relleno, es necesario establecer una equivalencia entre uno y otro, porque como es ya conocido cuando excavamos un volumen de $1 m^3$ y volvemos a rellenarlo utilizando el mismo material pero logrando niveles de compactación alcanzando un 95% de la densidad máxima obtenida en laboratorio, por lo general falta material para lograr la totalidad del relleno, debido al factor de compresibilidad, el cual estimamos de acuerdo al tipo de material existente en la zona en (0,90). Por lo tanto para elaborar el diagrama expresado en unidades de relleno, es necesario multiplicar los volúmenes de corte por el factor de compresibilidad

Cuando existe una parte de la onda que no se encuentra compensada, se puede localizar sobre la curva ascendente o la curva descendente. Cuando se encuentra sobre la línea ascendente decimos que existe un corte no compensado, es decir que un material proveniente de un banqueo no tenemos donde utilizarlo como relleno sobre

el cuerpo de la vía, por lo tanto es necesario desecharlo o “botarlo”. Por el contrario si el volumen no compensado se encuentra en la parte descendente de la curva, nos encontramos en presencia de un relleno no compensado, o sea que existe la necesidad de realizar un relleno pero no existe un corte o banqueo ubicado en el eje de la vialidad que nos proporcione el material, por lo que debemos recurrir a utilizar un material proveniente de la parte externa de la vía, denominado “préstamo”.

En el apéndice A-1 se encuentran indicados los cálculos de los valores acumulados a utilizar en la elaboración del Diagrama de Masas.

5.3 Trazado de la curva masa

La curva masa debe coincidir en el eje de las abscisas con la distancia horizontal o progresivas señaladas en el perfil longitudinal, pero debe procurarse no confundir nunca con el perfil, aunque tiene cierta similitud.

La curva se dibuja iniciando en cero en el eje de las ordenadas y se coloca el volumen acumulado al final de cada tramo, generando ondas con sus respectivos valles y crestas (Anexo 4).

Los volúmenes de excavación o banqueo se encuentran representados por la diferencia entre las ordenadas máximas y mínimas en las partes ascendente de la curva, dividido entre el factor de compresibilidad (F_c).

$$\text{Excavación} = \frac{(7.404,00 \text{ m}^3 - 0) + (12.379 + 31.377 \text{ m}^3) + (9.801 \text{ m}^3 - 6.000 \text{ m}^3)}{0,90}$$

$$\text{Totalidad de excavación} = 61.067,78 \text{ m}^3$$

Los volúmenes de relleno se encuentran representados por la diferencia entre las ordenadas máximas y mínimas, en la parte descendente de la curva.

$$\text{Relleno} = (7.404,00 \text{ m}^3 + 31.377 \text{ m}^3) + (12.379 \text{ m}^3 - 6.000 \text{ m}^3)$$

$$\text{Totalidad de relleno} = 45.160 \text{ m}^3$$

5.4 Establecimiento de los volúmenes compensados

Para la determinación de los volúmenes compensados, es necesario establecer la línea de compensación que es aquella cuya longitud entre los cortes de la curva tiene una longitud inferior al acarreo económico, ya que de no ser así es posible considerar la no compensación de volúmenes, recurriendo así al bote de material de corte no compensado y prestamos ubicados a distancias convenientes del eje de la vía, para lo cual sería necesario establecer un análisis de los costos del corte, carga y transporte del material de préstamo.

El diagrama de masas para la vialidad objeto de estudio, se encuentra conformado por cuatro ondas, pero no puede establecerse una línea única de compensación por lo que se establecieron dos (2) líneas, la primera correspondientes a las ondas 1 y 2 y la segunda a las ondas 3 y 4.

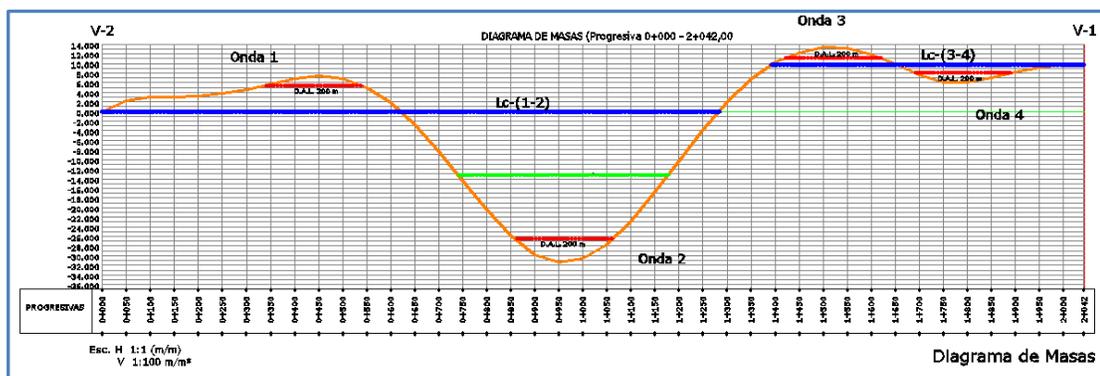


Figura 5.8 Curva masa To-019 entre Distribuidor Las Brisas y La Urb. El Perú

Procedimiento de cálculo de los datos aportados por el diagrama de masas para cada onda:

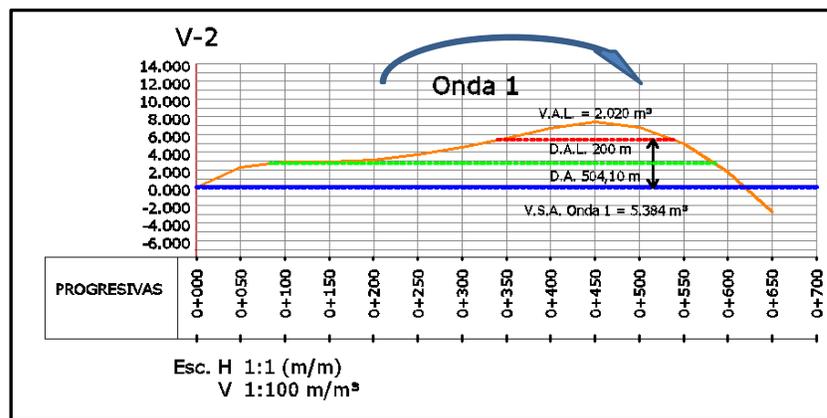


Figura 5.9 Detalle onda 1

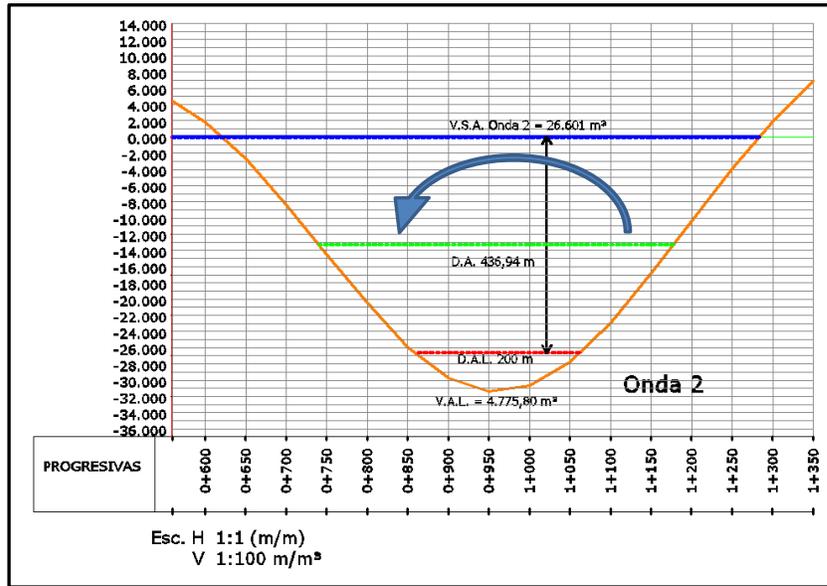


Figura 5.10 Detalle onda 2

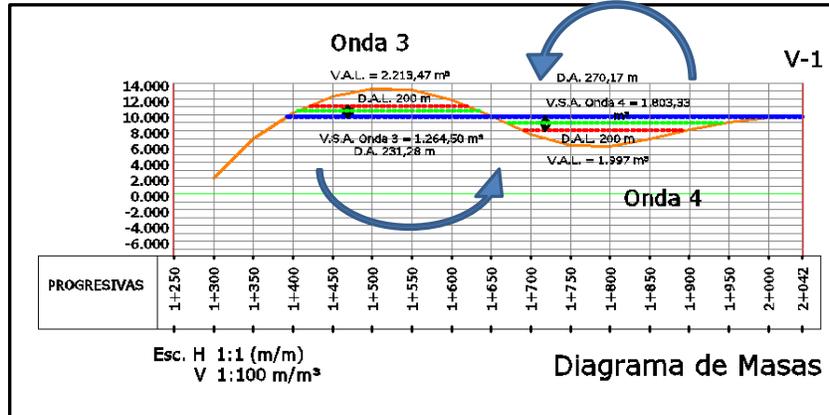


Figura 5.11 Detalle ondas 3 - 4

5.4.1 Distancias de acarreo libre

Se procede a graficar la distancia horizontal (200 m) correspondiente al acarreo libre (DAL) de manera que corte cada onda en dos puntos, correspondientes al corte y al relleno.

5.4.2 Volumen de acarreo libre

El volumen de acarreo libre (VAL), corresponde a los volúmenes que son libre de acarreo, o sea que el acarreo de la totalidad del volumen se encuentra comprendido en el precio unitario de las obras de banqueo, y se determina mediante la diferencia entre los volúmenes correspondientes al valle o cresta de cada onda y el volumen correspondiente a la distancia de acarreo libre (DAL) y se determinan como la diferencia de la ordenada superior menos la ordenada inferior, dividido entre el factor de compresibilidad para expresarlo como volumen en su posición original.

$$\text{Onda 1} \quad VAL_{ONDA 1} = \frac{7.404 \text{ m}^3 - 5.384 \text{ m}^3}{0,90} = 2.244,44 \text{ m}^3$$

$$\text{Onda 2} \quad VAL_{ONDA 2} = \frac{-26.601,2 \text{ m}^3 - (-31.377 \text{ m}^3)}{0,90} = 5.306,44 \text{ m}^3$$

$$\text{Onda 3} \quad VAL_{ONDA 3} = \frac{13.279 \text{ m}^3 - 11.065,53 \text{ m}^3}{0,90} = 2.459,41 \text{ m}^3$$

$$\text{Onda 4} \quad VAL_{ONDA 4} = \frac{8.000 \text{ m}^3 - 6.069 \text{ m}^3}{0,90} = 2.145,56 \text{ m}^3$$

5.4.3 Volumen de sobre acarreo

El volumen de sobre acarreo (VSA), corresponde a los volúmenes que son objeto de acarreo adicional al establecido en el precio unitario de la partida de

banqueo y se corresponde al volumen comprendido comprendidos entre la distancia de acarreo libre (DAL) y la línea de compensación, y se determinan como la diferencia de la ordenada superior menos la ordenada inferior, dividido entre el factor de compresibilidad para expresarlo como como volumen en su posición original.

$$\text{Onda 1} \quad VSA_{ONDA 1} = \frac{5.384 \text{ m}^3 - 0 \text{ m}^3}{0,90} = 5.982,22 \text{ m}^3$$

$$\text{Onda 2} \quad VSA_{ONDA 2} = \frac{0 \text{ m}^3 - (-26.601,20 \text{ m}^3)}{0,90} = 29.557,89 \text{ m}^3$$

$$\text{Onda 3} \quad VSA_{ONDA 3} = \frac{11.065,53 \text{ m}^3 - 9.801,00 \text{ m}^3}{0,90} = 1.405,03 \text{ m}^3$$

$$\text{Onda 4} \quad VSA_{ONDA 4} = \frac{9.801,00 \text{ m}^3 - 8.000,00 \text{ m}^3}{0,90} = 2.001,11 \text{ m}^3$$

5.4.4 Volumen medio (VM)

El volumen medio se utiliza para determinar la distancia de acarreo entre los centros de masas del volumen de banqueo y el centro de masas del volumen de relleno, y se determina como el promedio del volumen correspondiente a la distancia de acarreo libre (DAL) y el volumen correspondiente a la línea de compensación (LC).

$$\text{Onda 1} \quad Vm_{ONDA 1} = \frac{5.384 \text{ m}^3 + 0 \text{ m}^3}{2} = 2.692,00 \text{ m}^3$$

$$\text{Onda 2} \quad Vm_{ONDA 2} = \frac{0 \text{ m}^3 + (-26.601,20 \text{ m}^3)}{2} = -13.300,60 \text{ m}^3$$

$$\text{Onda 3} \quad Vm_{ONDA 3} = \frac{11.065,53 \text{ m}^3 + 9.801,00 \text{ m}^3}{2} = 10.433,27 \text{ m}^3$$

$$\text{Onda 4} \quad Vm_{ONDA 4} = \frac{9.801,00 \text{ m}^3 + 8.000,00 \text{ m}^3}{2} = 8.900,50 \text{ m}^3$$

5.4.5 Distancias de acarreo

Las distancias de acarreo correspondiente a los volúmenes medio para cada onda son los siguientes:

$$\text{Onda 1} \quad \textit{Distancia de acarreo}_{\text{Onda 1}} = 504,10 \text{ m}$$

$$\text{Onda 2} \quad \textit{Distancia de acarreo}_{\text{Onda 2}} = 436,94 \text{ m}$$

$$\text{Onda 3} \quad \textit{Distancia de acarreo}_{\text{Onda 3}} = 231,28 \text{ m}$$

$$\text{Onda 4} \quad \textit{Distancia de acarreo}_{\text{Onda 4}} = 270,17 \text{ m}$$

5.4.6 Distancias de sobre acarreo

Todo material objeto de acarreo proviene de una banqueo que incluye dentro de las obras a ejecutar un acarreo de 200 m, conocido como acarreo libre, por ende para obtener el valor de sobre acarreo (DSA), es necesario restar al acarreo (DA) la distancia de acarreo libre (DAL).

$$DSA = DA - DAL$$

$$\text{Onda 1} \quad DSA_{\text{Onda 1}} = 504,10 \text{ m} - 200 \text{ m} = 304,10 \text{ m} \approx 304,10 \text{ m}$$

$$\text{Onda 2} \quad DSA_{\text{Onda 2}} = 436,94 \text{ m} - 200 \text{ m} = 236,94 \text{ m} \approx 236,90 \text{ m}$$

$$\text{Onda 3} \quad DSA_{\text{Onda 3}} = 231,28 \text{ m} - 200 \text{ m} = 31,28 \text{ m} \approx 31,20 \text{ m}$$

$$\text{Onda 4} \quad DSA_{\text{onda 4}} = 270,17 \text{ m} - 200 \text{ m} = 70,17 \text{ m} \approx 70,10 \text{ m}$$

5.4.7 Determinación del transporte

5.4.7.1 Transporte en camiones

C 10.82.014.01 Transporte urbano en camiones, a distancias mayores de 200 mts., de materiales relativos a movimientos de tierras, a distancias de hasta 1 km., medido por secciones (en su posición original)..... $m^3 \times km$

$$VSA_{\text{onda 1}} = 5.982,22 \text{ m}^3$$

0,3 km

$$\text{Transporte}_{\text{onda 1}} = 5.982,22 \text{ m}^3 \times 0,30 \text{ km} = 1.794,67 \text{ m}^3 * \text{km}$$

$$VSA_{\text{onda 2}} = 29.557,89 \text{ m}^3$$

0,2 km

$$\text{Transporte}_{\text{onda 2}} = 29.557,89 \text{ m}^3 \times 0,20 \text{ km} = 5.911,58 \text{ m}^3 * \text{km}$$

$$VSA_{\text{onda 3}} = 1.405,03 \text{ m}^3$$

0,1 km

$$\text{Transporte}_{\text{onda 3}} = 1.405,03 \text{ m}^3 \times 0,10 \text{ km} = 140,50 \text{ m}^3 * \text{km}$$

$$VSA_{\text{onda 4}} = 2.001,11 \text{ m}^3$$

0,1 km

$$\text{Transporte}_{onda 4} = 2.001,11 \text{ m}^3 \times 0,10 \text{ km} = 200,11 \text{ m}^3 * \text{km}$$

Transporte total

$$= 1.794,67 \text{ m}^3 * \text{km} + 5.911,58 \text{ m}^3 * \text{km} + 140,50 \text{ m}^3 * \text{km} \\ + 200,11 \text{ m}^3 * \text{km}$$

$$\text{Transporte total} = 8.046,86 \text{ m}^3 * \text{km}$$

5.4.7.2 Transporte con mototrallas

C 10.82.001.00 Transporte con equipo pesado de materiales relativos a movimientos de tierras, a distancias menores de 500 mts..... $\text{m}^3 \times 50 \text{ m}$

$$\frac{304,10 \text{ m}}{50 \text{ m/estación}} = 6,1 \text{ estaciones}$$

$$\text{VSA}_{onda 1} = 5.982,22 \text{ m}^3$$

$$\text{Transporte}_{onda 1} = 5.982,22 \text{ m}^3 \times 6,1 \text{ est} = 36.491,54 \text{ m}^3 \times \text{est. } 50 \text{ m}$$

$$\frac{236,90 \text{ m}}{50 \text{ m/estación}} = 4,7 \text{ estaciones}$$

$$\text{VSA}_{onda 2} = 29.557,89 \text{ m}^3$$

$$\text{Transporte}_{\text{onda } 2} = 29.557,89 \text{ m}^3 \times 4,7 \text{ est} = 138.922,08 \text{ m}^3 \times \text{est. } 50 \text{ m}$$

$$\frac{31,20 \text{ m}}{50 \text{ m/estación}} = 0,6 \text{ estaciones}$$

$$\text{VSA}_{\text{onda } 3} = 1.405,03 \text{ m}^3$$

$$\text{Transporte}_{\text{onda } 1} = 1.405,03 \times 0,6 \text{ est} = 843,02 \text{ m}^3 \times \text{est. } 50 \text{ m}$$

$$\frac{70,10 \text{ m}}{50 \text{ m/estación}} = 1,4 \text{ estaciones}$$

$$\text{VSA}_{\text{onda } 4} = 2.001,11 \text{ m}^3$$

$$\text{Transporte}_{\text{onda } 1} = 2.001,11 \text{ m}^3 \times 1,4 \text{ est} = 2.805,75 \text{ m}^3 \times \text{est. } 50 \text{ m}$$

Transporte total

$$= 36.491,54 \text{ m}^3 \times \text{est. } 50 \text{ m} + 138.922,08 \text{ m}^3 \times \text{est. } 50 \text{ m} \\ + 843,02 \text{ m}^3 \times \text{est. } 50 \text{ m} + 2.805,75 \text{ m}^3 \times \text{est. } 50 \text{ m}$$

$$\text{Transporte total} = 179.062,39 \text{ m}^3 \times \text{est. } 50 \text{ m}$$

5.4.8 Volúmenes no compensados

Cuando no es posible establecer una única línea de compensación, es necesario ubicar los tramos correspondientes a los volúmenes no compensados, e cual se presenta entre las ondas 2 y 3, donde la curva masa se encuentra en ascenso, indicando que existe un corte o banqueo no compensado, por lo tanto es necesario desechar este material, realizando un bote de los mismos. El Volumen objeto de bote

se determina como la diferencia entre los volúmenes correspondientes a las dos líneas que indican la compensación de volúmenes.

$$\text{Volumen de bote} = \frac{9.801,00 \text{ m}^3 - 0 \text{ m}^3}{0,90} = 10.890 \text{ m}^3$$

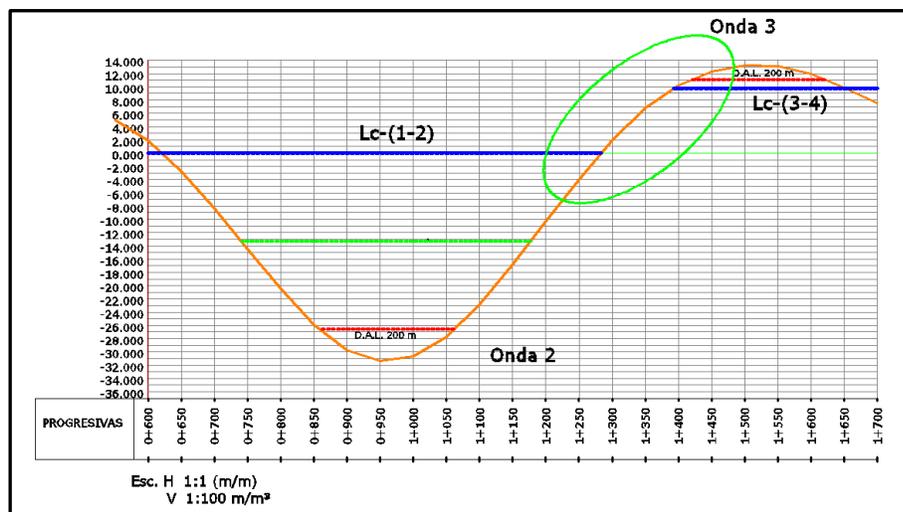


Figura 5.12 Volumen no compensado

5.5 Descripción de la maquinaria pesada utilizada para la construcción de subrasante de un proyecto vial

Los equipos utilizados para la construcción de la subrasante en una obra de vialidad, se encuentran constituidos por maquinarias pesadas, capaces de realizar banqueros, transportar, rellenar y compactarla tierras hasta lograr que la subrasante de la vialidad de adapte al proyecto. El equipo de movimiento de tierras, debe trabajar en conjunto de forma sincronizada para lograr un buen rendimiento, ya que simultáneamente se deben llevar a cabo actividades de excavación o banqueo,

transporte del material, el relleno y la compactación del mismo, lo cual se debe realizar mayormente sobre el eje de la vialidad.

Los equipos utilizados para la realización de corte o banqueo, son los equipos de mayor peso dentro de la obra, conformados por moto traíllas y tractores, los cuales pueden ejecutar cortes por si solos o servir de apoyo a otros equipos como en el caso del empuje de moto traíllas, cuando el suelo a cortar genera una resistencia mayor que la que el sistema de neumáticos de la moto traílla puede vencer. Cuando la distancia a transportar supera la aconsejable para las moto traíllas, se suele realizar el corte mediante tractores y cargar el material sobre camiones que los transportan hasta el sitio donde será construido el terraplén, para luego ser esparcido o regado mediante el empleo de motoniveladoras. Posteriormente al regado en capas adecuadas se procede a la compactación mediante el empleo de vibro compactadoras del tipo pata de cabra y rodillo lisos hasta lograr niveles de compactación adecuados y un buen acabado final.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones:

1. Al realizar movimientos de tierra de corte y relleno sobre el eje de una vialidad es necesario realizar el acarreo del material, El diagrama de masas es una herramienta que permite establecer los acarreos necesarios, así como la dirección a seguir.
2. Para la realización del diagrama de masas debe conocerse con anterioridad las áreas de las secciones transversales, las cuales dependen del ancho de plataforma el cual fue establecido para el presente estudio de acuerdo a la sección típica presentando 4 canales de circulación de 3,60 metros, dos por sentido, brocales de 0,60 metros, áreas verdes de 1,50 metros y aceras de 2,40 en ambos extremos de la sección transversal, y un separador físico central de 0,60 metros, para un ancho total de plataforma de $B=26,00$ metros.
3. La determinación de las áreas de la sección transversal a partir del ancho de la plataforma y su sección típica, conociendo la topografía del terreno, se realizó mediante el cálculo de los chaflanes, considerando taludes de corte y relleno $Z=3:4$, mediante procedimientos trigonométricos.
4. Posteriormente se establecen las coordenadas estableciendo el valor $X=0$ para el eje de diseño o Center Line, lo cual permite el cálculo de las áreas mediante el método de Gauss, lo cual fue corroborado mediante el dibujo de las secciones en CAD®.
5. El cálculo de Volúmenes se realiza mediante la aplicación de la fórmula de las áreas medias, verificando que siempre dos secciones consecutivas sean del

mismo tipo (Corte-Corte) o (Relleno-Relleno), y de no ser así se introduce una sección intermedia cuyo área de corte y relleno sea cero (0).

6. Se establecen los datos para la elaboración del diagrama de masas, convirtiendo las unidades de excavación en unidades de relleno, multiplicando los volúmenes en (m^3) de corte por el factor de compresibilidad, o lo que es lo mismo multiplicando por el factor de esponjamiento y luego por el factor de compactación considerando en este caso ($Fc = 0,90$).
7. Se acumulan los valores de (*Corte x Fc*) como valores positivos y (*Relleno*) como valores negativos y con los valores acumulados se grafica la curva masa, la cual tiene características de ondas sucesivas, mientras existan corte y rellenos sucesivos en el eje de la vialidad.
8. El corte se determinó en $61.067,78 m^3$ y el relleno en $45.160,00 m^3$.
9. Toda línea horizontal que corte cualquiera onda en dos puntos cualesquiera, indica que entre dichos puntos medidos horizontalmente existe iguales volúmenes de excavación y banqueo, o sea que con el volumen excavado puedo realizar el relleno existente.
10. Ante la imposibilidad de generar una única línea de compensación, se establecieron dos (2) líneas, generando un volumen de corte no compensado entre la onda 2 y la onda 3. La primera línea corresponde a las ondas 1 y 2 y la segunda a las ondas 3 y 4.
11. La dirección del acarreo en la onda 1 y 3 es hacia adelante, en la onda 2 y 4 es hacia atrás.

12. La distancia de acarreo libre, el cual corresponde al acarreo incluido dentro del precio unitario de las partidas de banqueo, de acuerdo a las normas es de 200 metros.
13. El volumen objeto de sobre acarreo es de $5.982,22 m^3$ para la onda 1, $29.557,89 m^3$ para la onda 2, $1.405,03 m^3$ para la onda 3 y $2.001,11 m^3$ para la onda 4.
14. La distancia de sobrecarreo para la onda 1 es de 0,3 kilómetros, para la onda 2 de 0,2 kilómetros, para la onda 3 de 0,1 kilómetros y para la onda 4 es de 0,1 kilómetros.
15. El transporte en camiones a distancias menores de un (1) kilómetro se estableció $1.794,67 m^3 * km$ para la onda 1, $5.911,58 m^3 * km$ para la onda 2, $140,50 m^3 * km$ para la onda 3 y $200,11 m^3 * km$ para la onda 4. Para un total de transporte de $8.046,86 m^3 * km$.
16. El material a desechar es de $10.890 m^3$ y no se requiere material de préstamo.
17. El movimiento de tierras requiere de la utilización de maquinarias pesadas tales como mototarillas, tractores, palas cargadoras, motoniveladoras, camiones volteos, vibrocompactadoras (pata de cabra) y rodillos lisos ente otras menores.

Recomendaciones:

1. Se recomienda para realizar cualquier estudio económico para el proyecto de una vialidad, contemplar el diagrama de masas como una herramienta útil para estimar las cantidades de obras tales como las de préstamos, bote y transporte o acarreo.
2. Se recomienda a los estudiantes de pregrado, conocer los rendimientos de los diferentes equipos utilizados para el movimiento de tierras, para reforzarlos en campo mediante la experiencia en obra.
3. Se recomienda a los organismos públicos encargados de la ejecución de proyectos y construcción de obras de vialidad, establecer como obligatorio la presentación del diagrama de masas dentro de los proyectos ejecutados.
4. Se recomienda que las principales vía de entrada a la ciudad sean ampliadas, garantizando un fácil y cómodo acceso a la ciudad.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Arias, F. (2012). **EL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN: INTRODUCCIÓN A LA METODOLOGÍA.** (6ta ed.). Espíteme. Caracas-Venezuela. p.54.

Capponi A., Nelson y Vera A., Jhonny (2012). **PROPUESTA DE RECTIFICACIÓN GEOMÉTRICA VIAL Y MEJORAS DEL NIVEL DE SERVICIO EN LA TRONCAL -019 EN EL TRAMO COMPRENDIDO ENTRE LA URBANIZACIÓN EL PERÚ Y LA INTERSECCIÓN DE LAS BRISAS, MUNICIPIO HERES, ESRADO BOLÍVAR.** Trabajo de grado no publicado. Universidad de Oriente, Ciudad Bolívar.

Carciente, Jacob (1981), **CARRETERAS, ESRUDIO Y PROYECTO.** Ediciones Vega. Caracas.

Cárdena G., J. (2008). **DISEÑO GEOMÉTRICO DE CARRETERAS.** ECOE Ediciones. Bogotá, Colombia.

Guevara M., Francisco R. (2015). **ANÁLISIS Y EJECUCIÓN DE MOVIMIENTO DE TIERRAS EN UNA OBRA EMPLEANDO EL DIAGRAMA DE CURVA DE MASA.** Trabajo de grado no publicado. Universidad de Piura, Lima, Perú.

Hernández, R.; Fernández, C. y Baptista, P. (1999). **METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.** Segunda Edición. Editorial Mc. Graw Hill, Mexico. P. 71.

Norma COVENIN 222-1987. **SECTOR CONSTRUCCIÓN. ESPECIFICACIONES. CODIFICACIÓN Y MEDICIONES. PARTE 1: CARRETERAS.** Fondonorma (1987). Caracas, Venezuela.

Vargas, Z. (2009). **LA INVESTIGACIÓN APLICADA.** Una forma de conocer las realidades con evidencia científica. Revista Educación. Vol 33 N° 1. Universidad de Costa Rica.

APÉNDICES

APÉNDICE A

CÁLCULO DE ORDENADAS DEL DIAGRAMA DE MASAS

Apéndice A-1 Datos para la determinación del diagrama de másas

Progresiva	Área de la Sección (m^2)		Distancia (m)	Volumenes (m^3)				
	Corte	Relleno		Corte	Corte x $F_c=0,90$	Relleno	Suma Algebraica	Acumulados
0+000	73.92							
			50.00	2532.00	2278.80	0.00	2278.80	2278.80
0+050	27.36							
			50.00	788.00	709.20	68.50	640.70	2919.50
0+100	4.16	2.74						
			50.00	219.25	197.33	162.25	35.08	2954.58
0+150	4.61	3.75						
			50.00	381.25	343.13	174.50	168.63	3123.20
0+200	10.64	3.23						
			50.00	717.25	645.53	80.75	564.78	3687.98
0+250	18.05							
			50.00	985.50	886.95	0.00	886.95	4574.93
0+300	21.37							
			50.00	1148.75	1033.88	0.00	1033.88	5608.80
0+350	24.58							
			50.00	1271.25	1144.13	0.00	1144.13	6752.93
0+400	26.27							
			50.00	828.00	745.20	94.25	650.95	7403.88
0+450	6.85	3.77						
			50.00	171.25	154.13	742.25	-588.13	6815.75
0+500		25.92						
			50.00	0.00	0.00	1815.50	-1815.50	5000.25
0+550		46.70						
			50.00	0.00	0.00	3178.25	-3178.25	1822.00
0+600		80.43						
			50.00	0.00	0.00	4574.75	-4574.75	-2752.75
0+650		105.56						
			50.00	0.00	0.00	5609.50	-5609.50	-8362.25
0+700		121.82						
			50.00	0.00	0.00	6113.25	-6113.25	-14475.50
0+750		122.71						
			50.00	0.00	0.00	6000.00	-6000.00	-20475.50
0+800		117.29						
			50.00	0.00	0.00	5415.75	-5415.75	-25891.25
0+850		99.34						
			50.00	0.00	0.00	3895.50	-3895.50	-29786.75
0+900		56.48						

Continuación Apéndice A-1...

Progresiva	Área de la Sección (m^2)		Distancia (m)	Volumenes (m^3)				
	Corte	Relleno		Corte	Corte x Fc=0,90	Relleno	Suma Algebraica	Acumulados
0+900		56.48						
			50.00	11.50	10.35	1.601.00	-1590.65	-31377.40
0+950	0.46	7.56						
			50.00	1020.25	918.23	189.00	729.23	-30648.18
1+000	40.35							
			50.00	3208.50	2887.65	0.00	2887.65	-27760.53
1+050	87.99							
			50.00	5360.00	4824.00	0.00	4824.00	-22936.53
1+100	126.41							
			50.00	6749.25	6074.33	0.00	6074.33	-16862.20
1+150	143.56							
			50.00	7238.50	6514.65	0.00	6514.65	-10347.55
1+200	145.98							
			50.00	7099.25	6389.33	0.00	6389.33	-3958.23
1+250	137.99							
			50.00	6590.00	5931.00	0.00	5931.00	1972.78
1+300	125.61							
			50.00	5475.00	4927.50	0.00	4927.50	6900.28
1+350	93.39							
			50.00	3712.25	3341.03	0.00	3341.03	10241.30
1+400	55.10							
			50.00	2273.50	2046.15	0.00	2046.15	12287.45
1+450	35.84							
			50.00	1101.50	991.35	0.00	991.35	13278.80
1+500	8.22							
			20.48	84.17	75.75	0.00	75.75	13354.55
1+520.48	0.00	0.00						
			29.52	0.00	0.00	174.91	-174.91	13179.64
1+550		11.85						
			50.00	0.00	0.00	1250.75	-1250.75	11928.89
1+600		38.18						
			50.00	0.00	0.00	2061.50	-2061.50	9867.39
1+650		44.28						
			50.00	0.00	0.00	2267.00	-2267.00	7600.39
1+700		46.40						
			50.00	1.50	1.35	1520.25	-1518.90	6081.49
1+750	0.06	14.41						

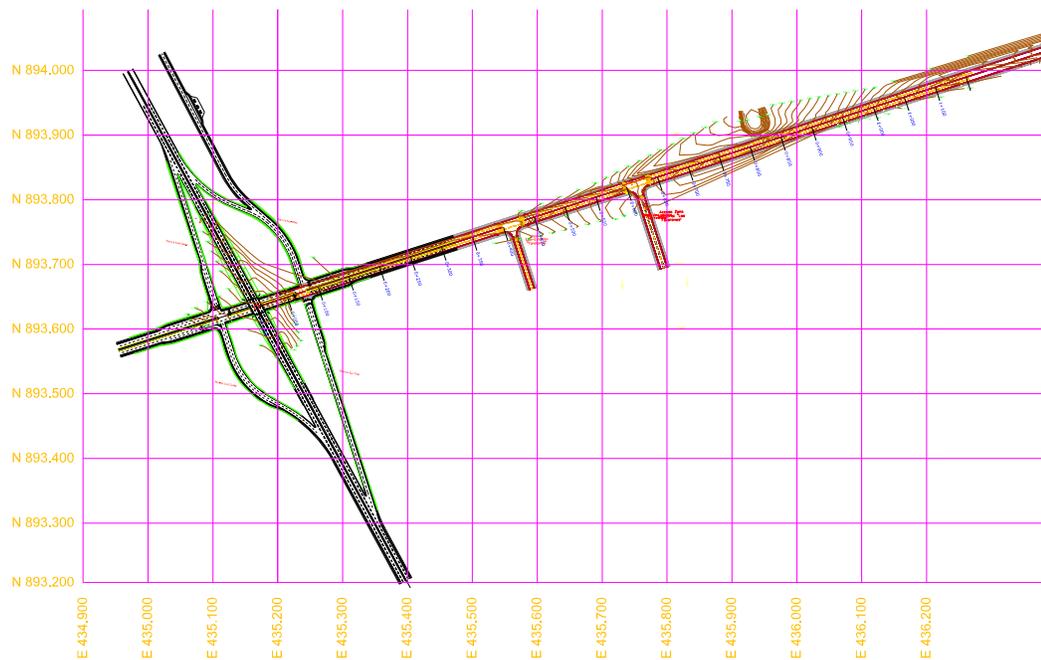
Continuación Apéndice A-1...

Progresiva	Área de la Sección (m^2)		Distancia (m)	Volumenes (m^3)				
	Corte	Relleno		Corte	Corte x Fc=0,90	Relleno	Suma Algebraica	Acumulados
1+750	0.06	14.41						
			50.00	327.75	294.98	360.75	-65.78	6015.72
1+800	13.05	0.02						
			50.00	1105.75	995.18	0.50	994.68	7010.39
1+850	31.18							
			50.00	1307.00	1176.30	0.00	1176.30	8186.69
1+900	21.10							
			50.00	976.00	878.40	0.00	878.40	9065.09
1+950	17.94							
			50.00	656.75	591.08	0.00	591.08	9656.17
2+000	8.33							
			42.00	174.93	157.44	0.00	157.44	9813.61
2+042	0.00	0.00						

ANEXOS

ANEXO 1

Plano topográfico de la trocal 19 (To-019) en el tramo comprendido entre el Distribuidor Las Brisas y La Urbanización El Perú (Tramo 1)

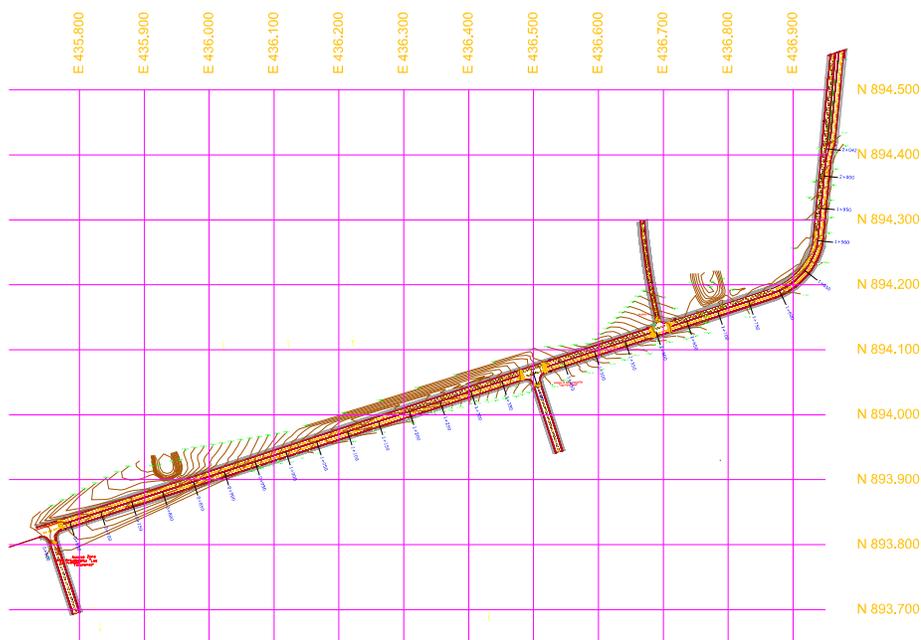


	UNIVERSIDAD DE PIENZE NÚCLEO DE BOLIVAR ESCUELA DE CIENCIAS DE LA TIERRA DEPARTAMENTO DE INGENIERIA CIVIL PROYECTO DE TRABAJO DE GRADO
---	--

<p>Proyecto: Diagrama de masas como instrumento para estimar los movimientos de tierra en la construcción de sub-rasantes de un proyecto vial, aplicado a la ampliación de la To-019, en el tramo comprendido entre la Urbanización El Perú y el Cruce de Las Brisas.</p> <p>Elaborado por: María Caña R. Ricardo Jiménez</p> <p>Revisado por: Prof. Rogelio Pérez</p> <p>Aprobado por: Prof. Rogelio Pérez</p> <p>Dibujado por: Ricardo J.</p>	<p>Nombre del Anexo: Plano topográfico de la trocal 19 (To-019) en el tramo comprendido entre el Distribuidor Las Brisas y La Urbanización El Perú.</p> <p>Tramo 1</p> <table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 33%;">Fecha:</td> <td style="width: 33%;">Referencias:</td> <td style="width: 33%;">Anexo Nº:</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Mayo 2021</td> <td></td> <td style="text-align: center;">01</td> </tr> <tr> <td colspan="3">Escala (s):</td> </tr> </table>	Fecha:	Referencias:	Anexo Nº:	Mayo 2021		01	Escala (s):		
Fecha:	Referencias:	Anexo Nº:								
Mayo 2021		01								
Escala (s):										

ANEXO 2

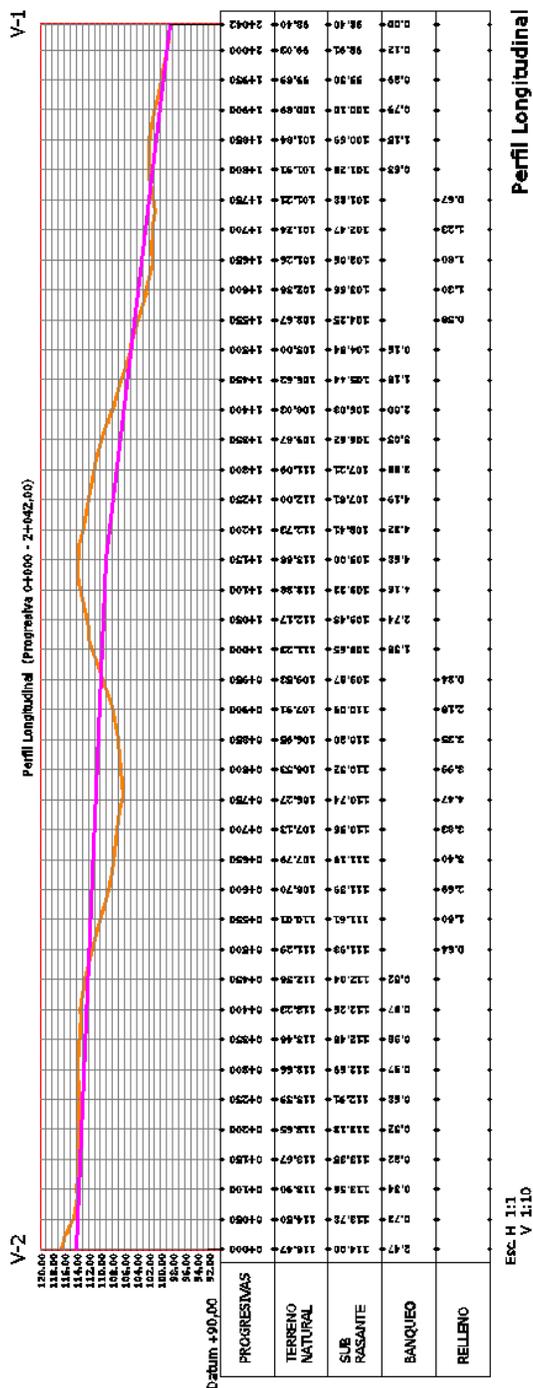
Plano topográfico de la trocal 19 (To-019) en el tramo comprendido entre el Distribuidor Las Brisas y La Urbanización El Perú (Tramo 2)



 UNIVERSIDAD DE PIENZE NÚCLEO DE BOLIVAR ESCUELA DE CIENCIAS DE LA TIERRA DEPARTAMENTO DE INGENIERIA CIVIL PROYECTO DE TRABAJO DE GRADO			
Proyecto: Diagrama de masas como instrumento para estimar los movimientos de tierra en la construcción de sub-rasantes de un proyecto vial, aplicado a la ampliación de la To-019, en el tramo comprendido entre la Urbanización El Perú y el Cruce de Las Brisas.		Nombre del Anexo: Plano topográfico de la trocal 19 (To-019) en el tramo comprendido entre el Distribuidor Las Brisas y La Urbanización El Perú. Tramo 2	
Elaborado por: María Caña R. Ricardo Jiménez			
Revisado por: Prof. Rogelio Pérez			
Aprobado por: Prof. Rogelio Pérez		Fecha: Mayo 2021	Anexo N°: 02
Dibujado por: Ricardo J.		Escala (s):	

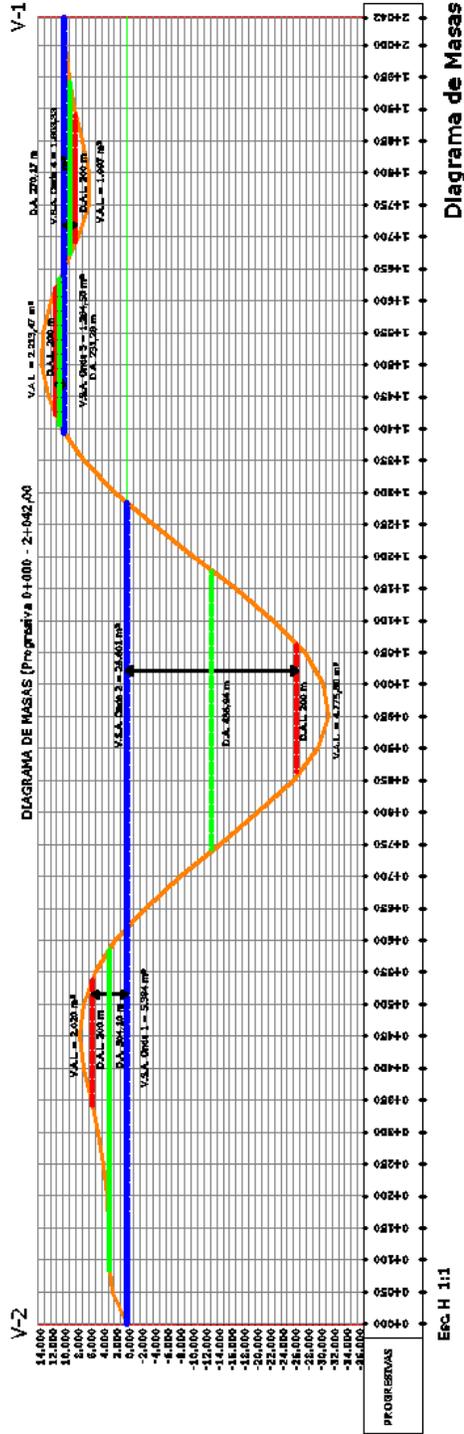
ANEXO 3

Perfil Longitudinal de la trocal 19 (To-019) en el tramo comprendido entre el Distribuidor Las Brisas y La Urbanización El Perú



ANEXO 4

Diagrama de masas de la trocal 19 (To-019) en el tramo comprendido entre el
Distribuidor Las Brisas y La Urbanización El Perú



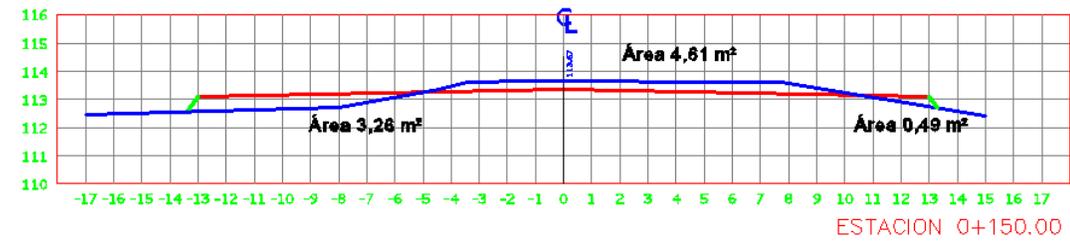
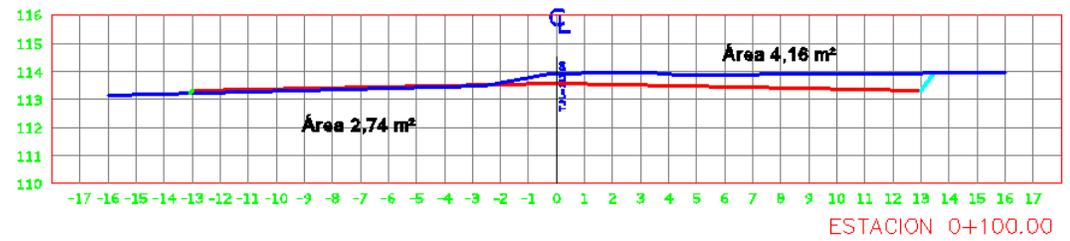
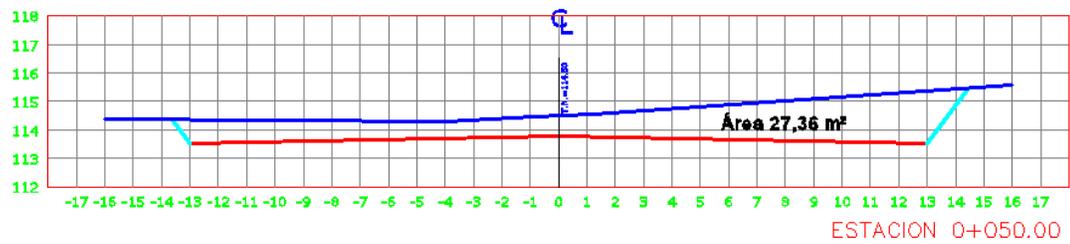
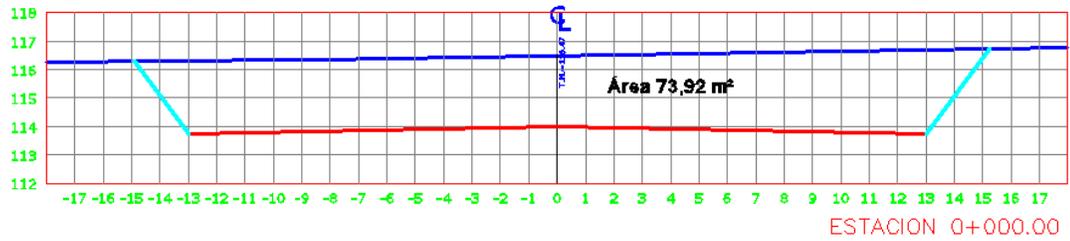
Escala 1:1

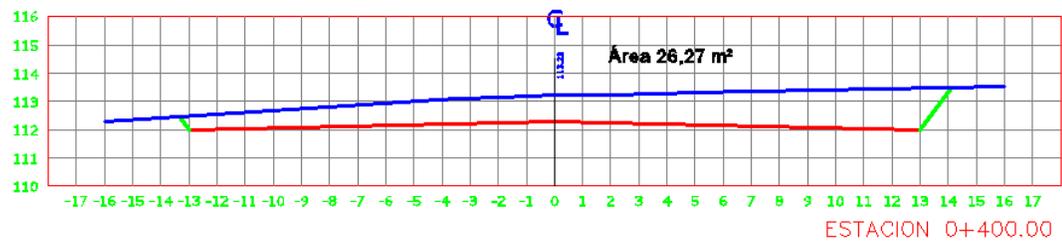
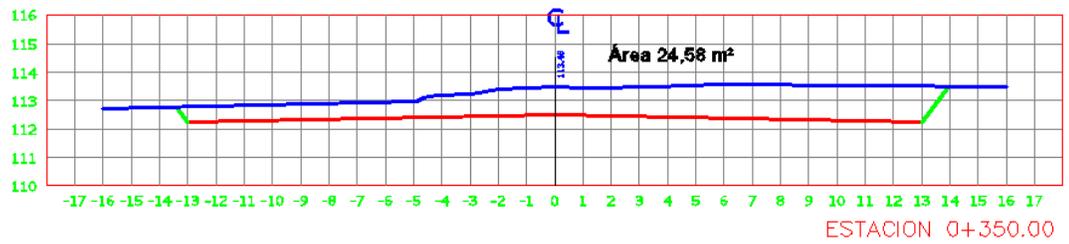
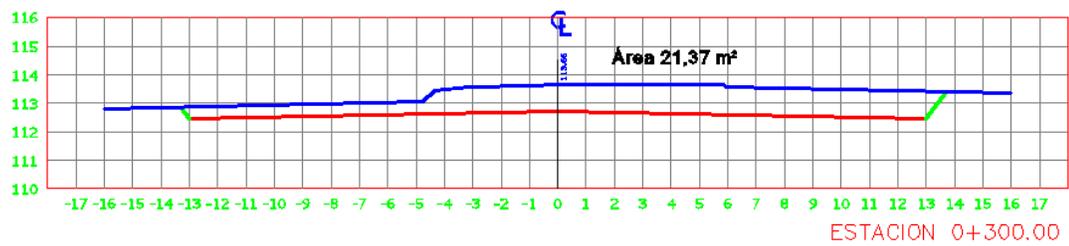
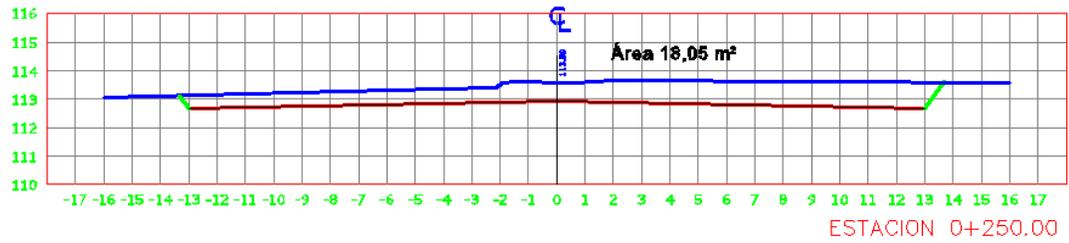
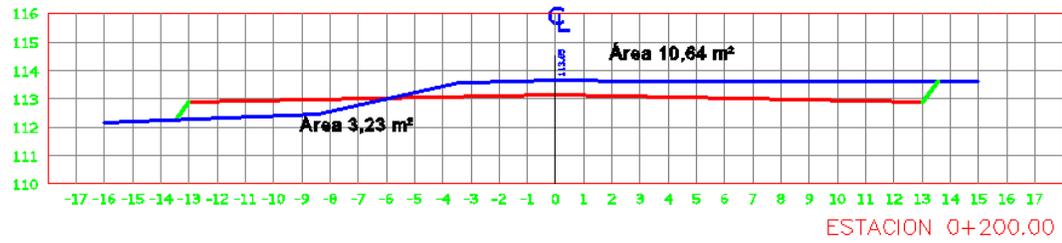
Diagrama de Masas

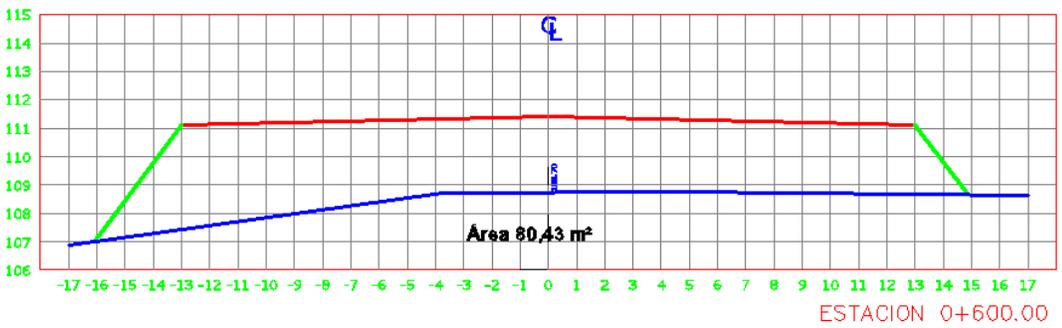
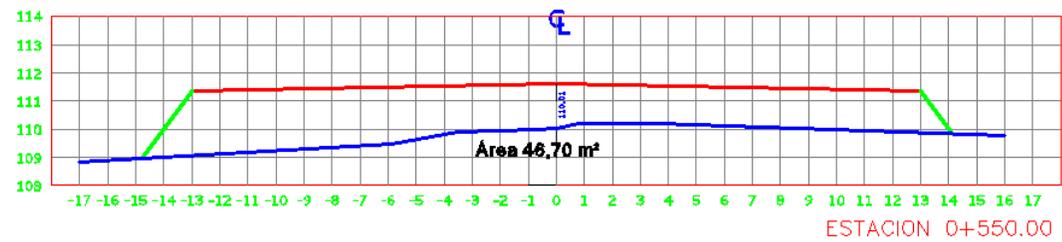
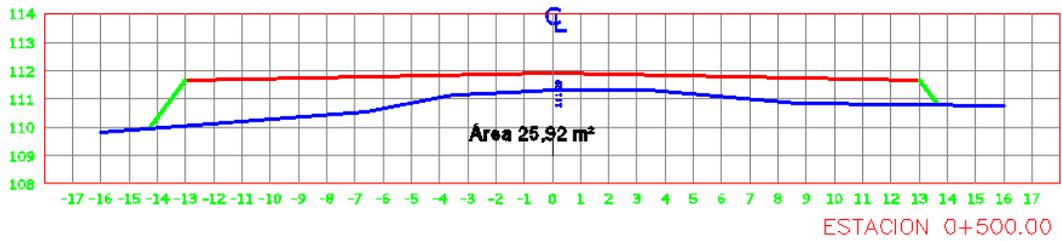
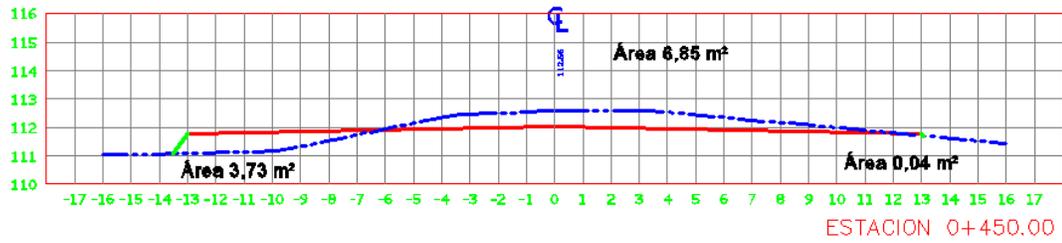
 <p>UNIVERSIDAD DE PIÉRENTE VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN ESCUELA DE CIENCIAS DE LA TIERRA DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CIVIL PROYECTO DE TRABAJO DE GRADO</p>		<p>Nombre del Anexo: Diagrama de masas de la vialidad (Te-019) en el tramo comprendido entre el Distribuidor Las Britas y La Urbanización El Perú.</p>	
<p>Proyecto: Diagrama de masas como instrumento para estimar los movimientos de tierra en la construcción de sub-ramas de un proyecto vial, aplicado a la ampliación de la Te-019, en el tramo comprendido entre la Urbanización El Perú y el Cruce de Las Britas.</p>	<p>Elaborado por: Marta Ceña R. Ricardo Jiménez</p>	<p>Revisado por: Prof. Rogelio Pérez</p>	<p>Aprobado por: Prof. Rogelio Pérez</p>
<p>Dibujado por: Ricardo J.</p>	<p>Fecha: Mayo 2021</p>	<p>Referencias: Escala (0):</p>	<p>Anexo N°: 04</p>

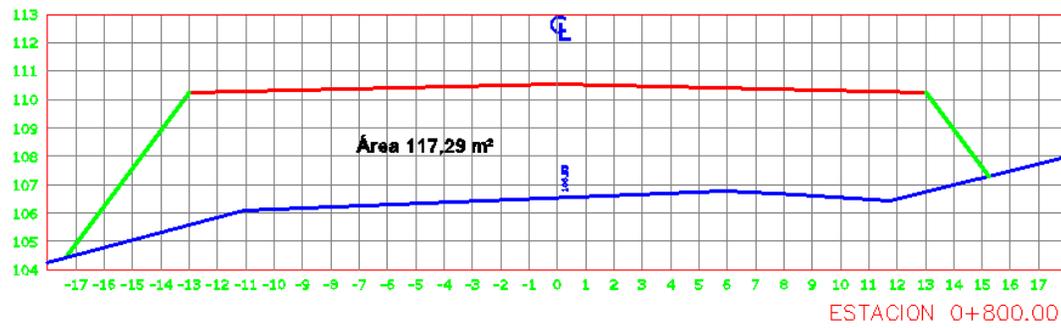
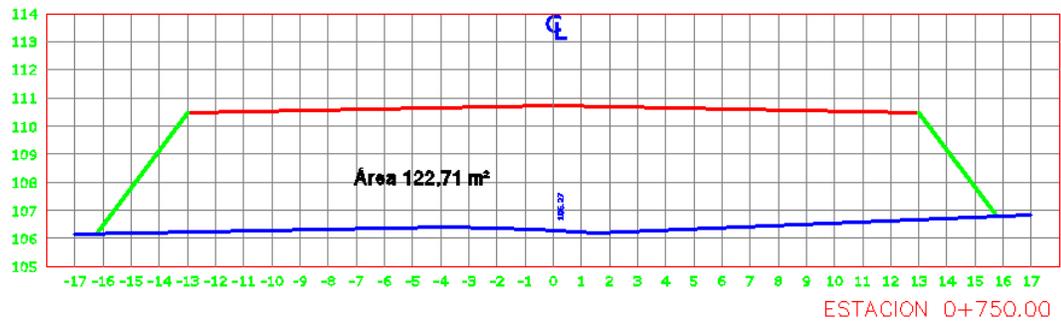
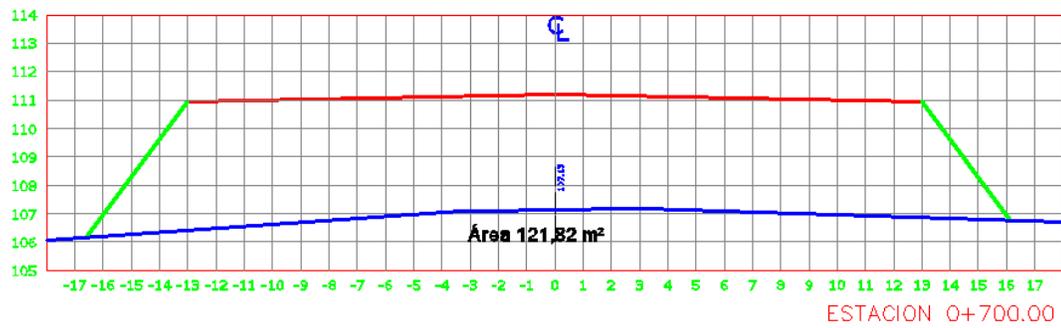
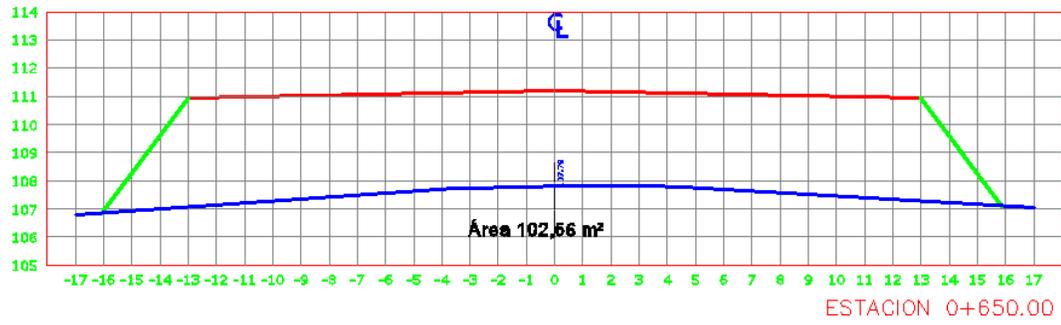
ANEXO 5

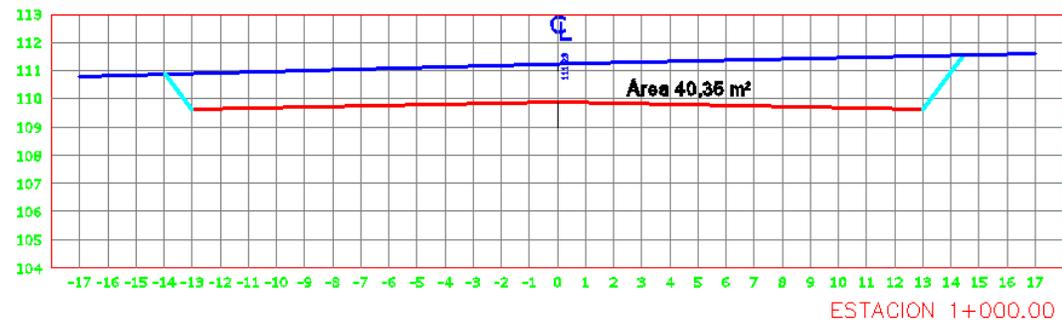
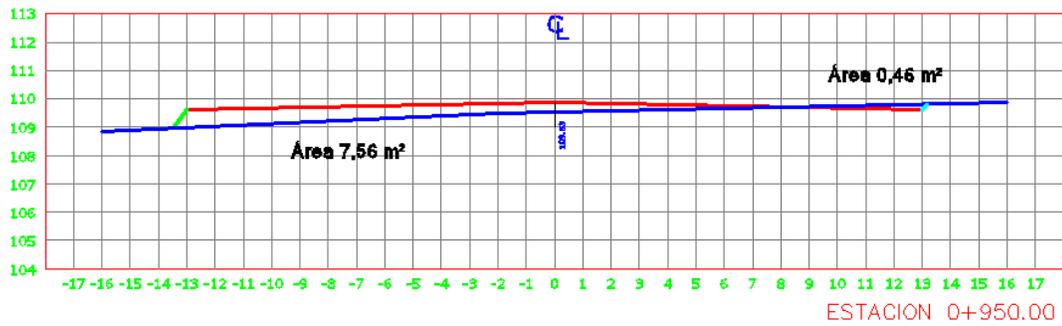
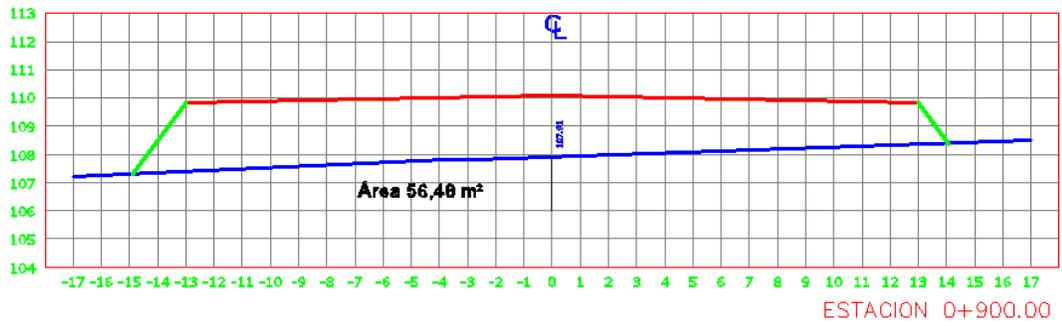
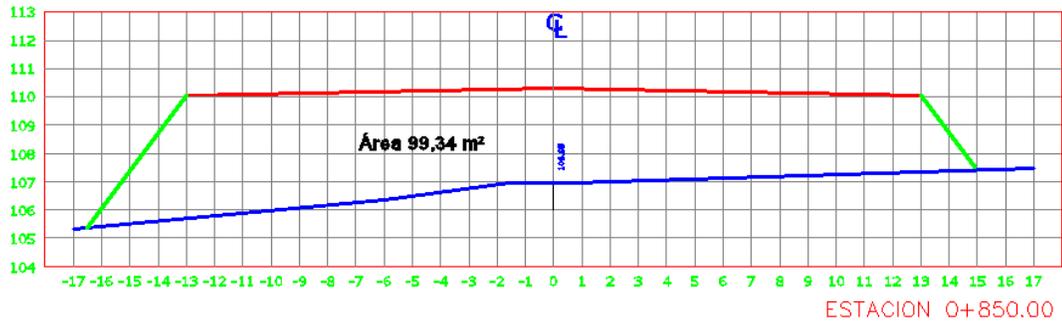
Secciones transversales de la trocal 19 (To-019) en el tramo comprendido entre el Distribuidor Las Brisas y La Urbanización El Perú

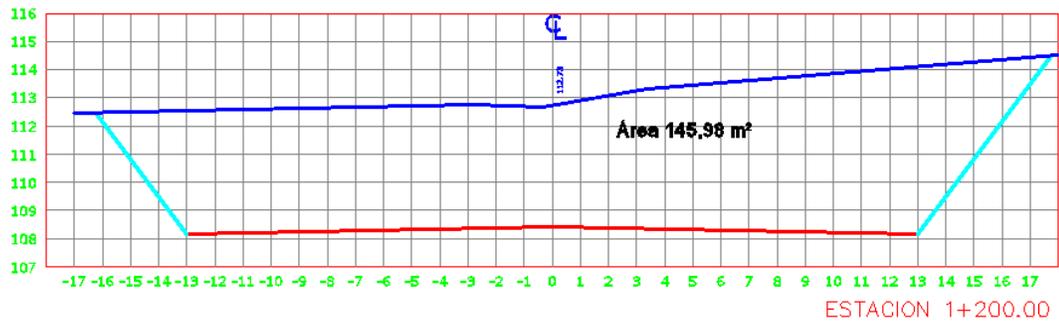
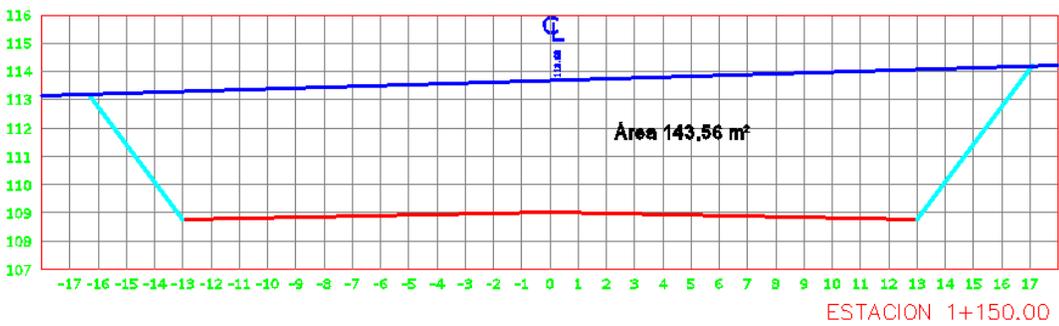
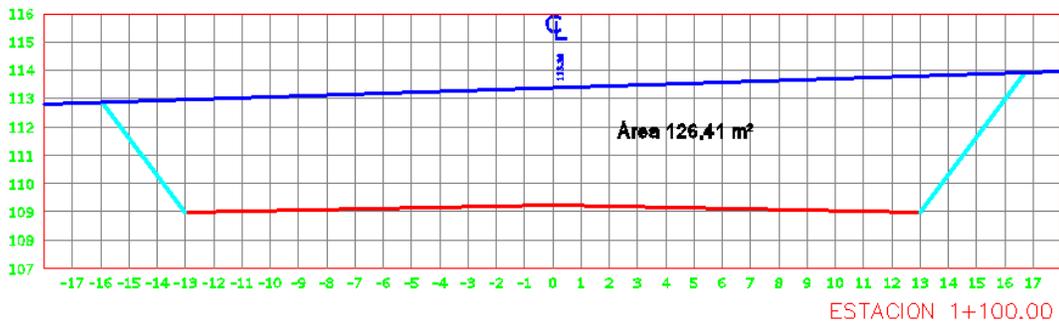
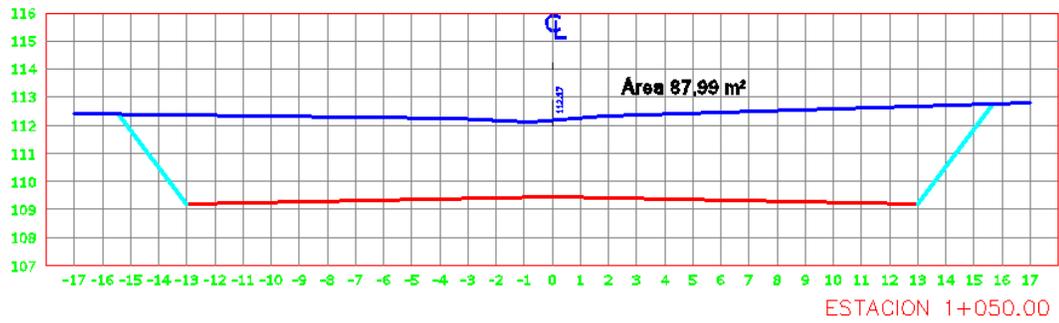


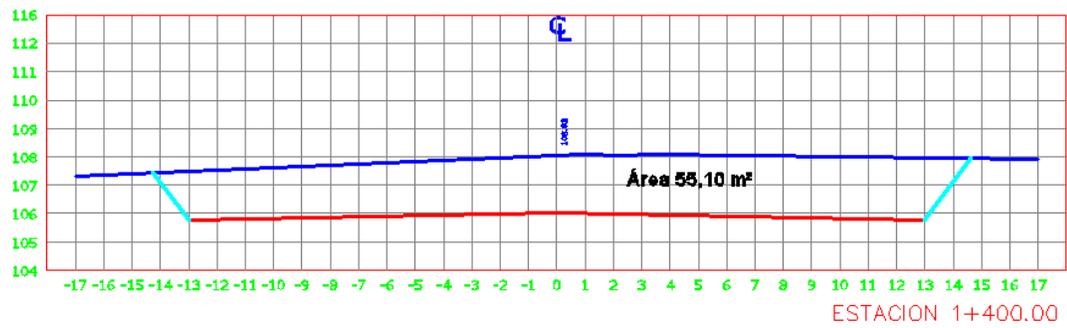
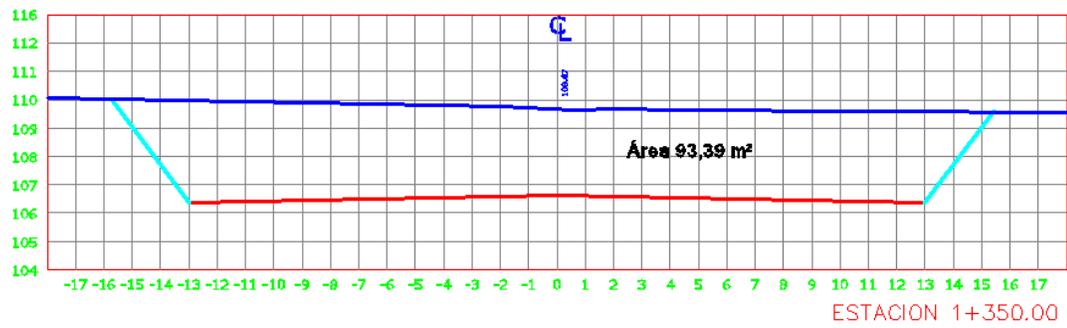
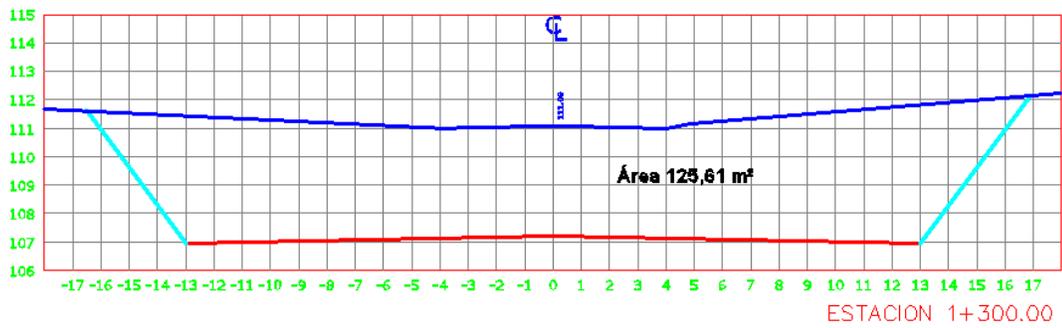
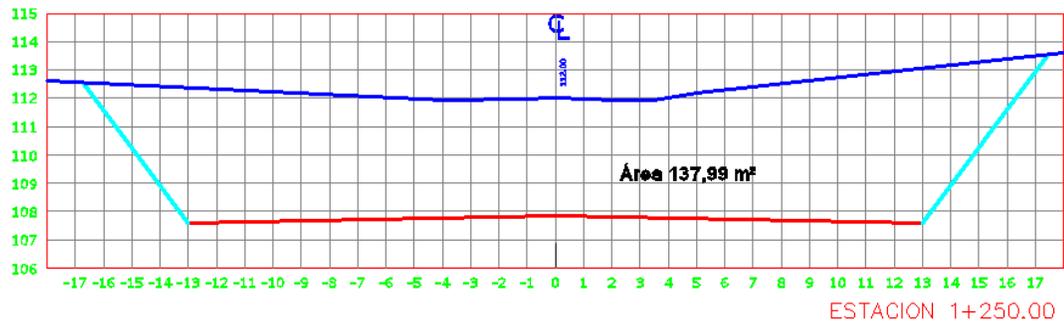


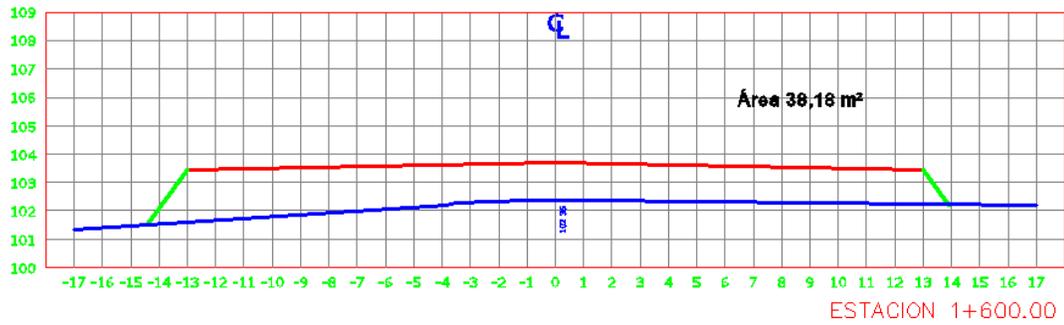
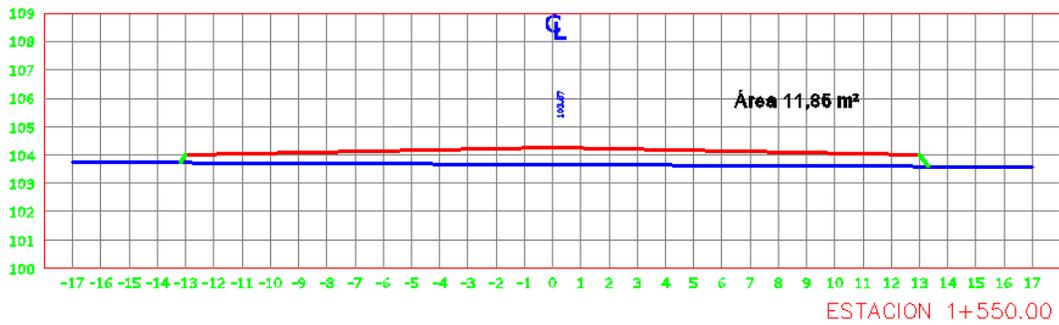
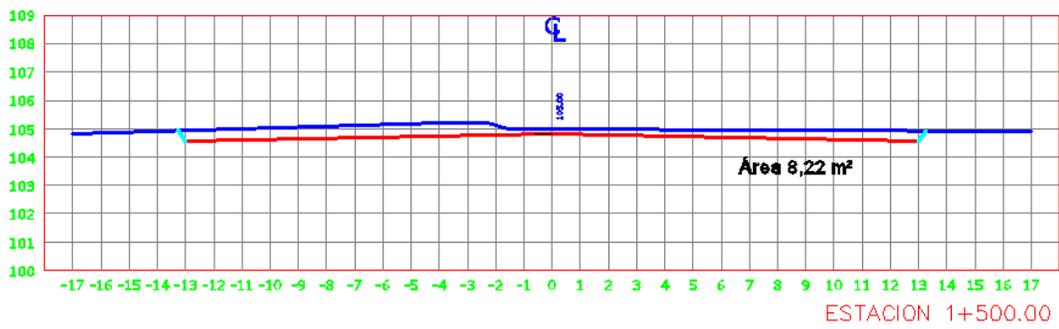
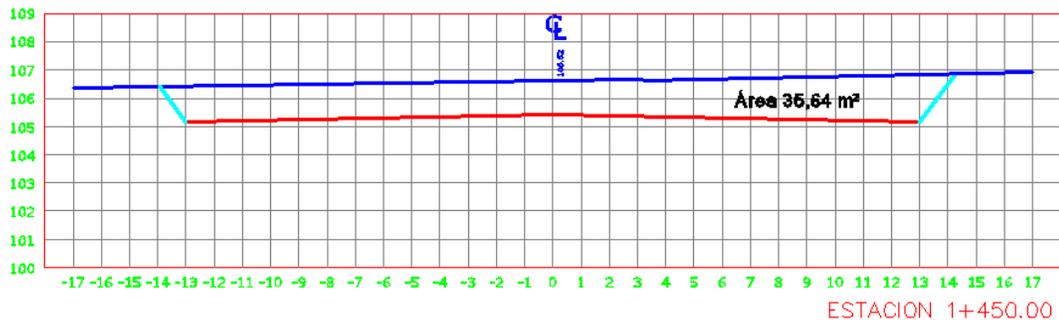


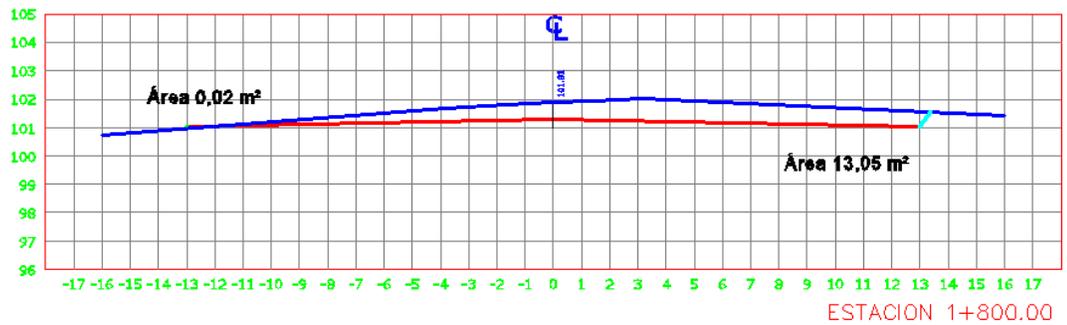
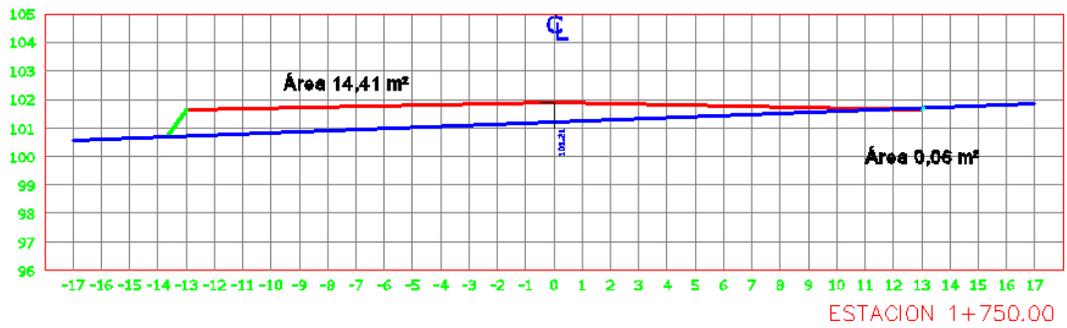
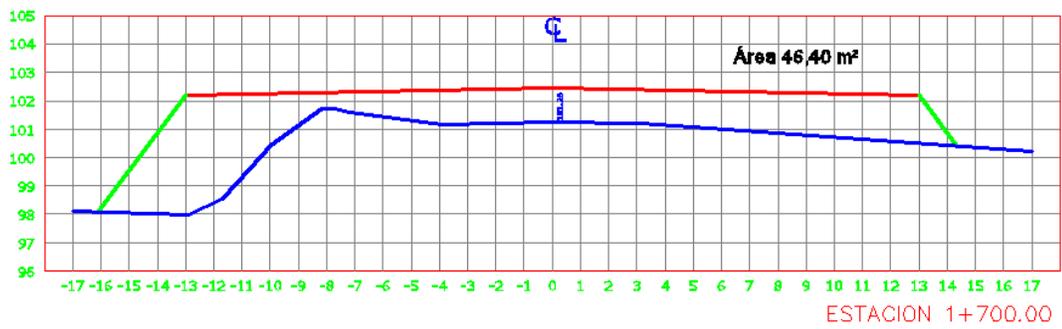


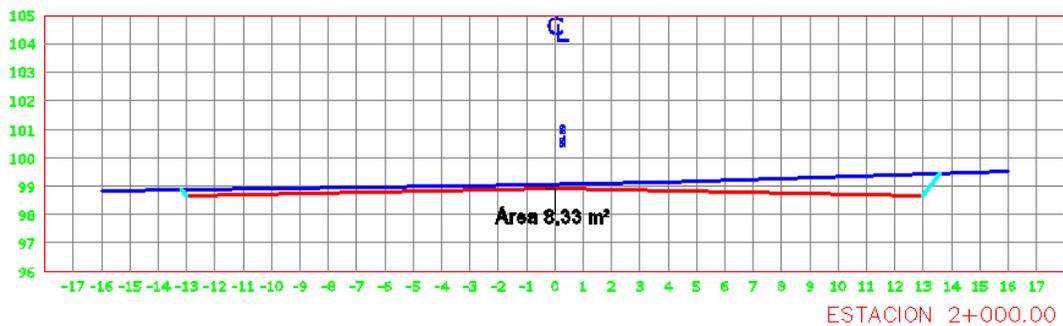
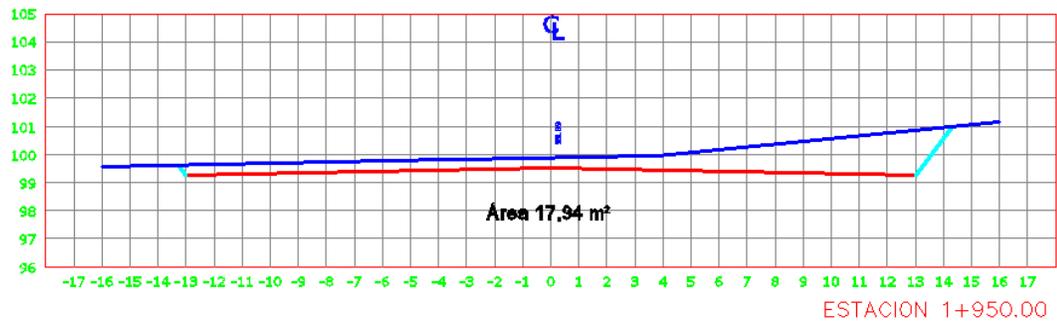
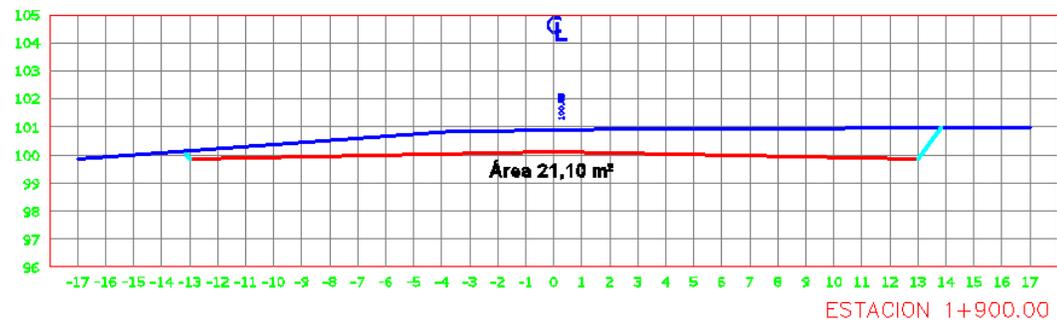
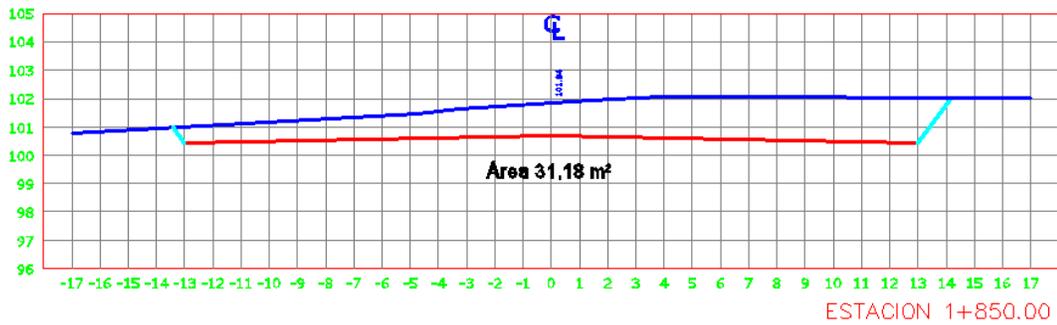


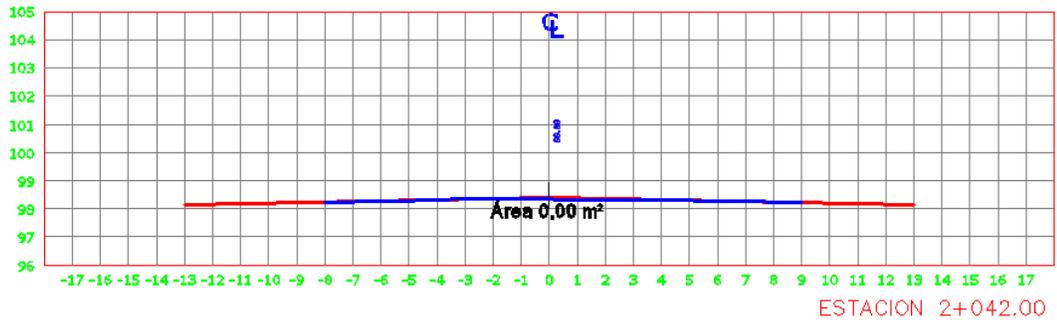












Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso – 1/6

Título	ANÁLISIS DEL DIAGRAMA DE MASAS COMO INSTRUMENTO PARA ESTIMAR LOS MOVIMIENTOS DE TIERRA EN LA CONSTRUCCIÓN DE SUB-RASANTES DE UN PROYECTO VIAL, APLICADO A LA AMPLIACIÓN DE LA To-019 EN EL TRAMO CMPRENDIDO ENTRE LA URBANIZACIÓN EL PERÚ Y EL CRUCE DE LAS BRISAS, CIUDAD BOLÍVAR, MUNICIPIO ANGOSTURA DEL ORINOCO, ESTADO BOLÍVAR
Subtítulo	Análisis del Diagrama de Masas para estimar el movimiento de tierras en vialidad.

Autor(es)

Apellidos y Nombres	Código CVLAC / e-mail	
Caña R. María B.	CVLAC	24850291
	e-mail	mariabcrodriguez@gmail.com
	e-mail	
Jimenez G., Ricardo	CVLAC	25361928
	e-mail	rjg95_udo@hotmail.com
	e-mail	
	CVLAC	
	e-mail	
	e-mail	
	CVLAC	
e-mail		
e-mail		

Palabras o frases claves:

Diagrama de Masas
Curva Masa
Movimiento de Tierras
Vialidad
Urbanización El Perú
Intersección Las Brisas

Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso – 2/6

Líneas y sublíneas de investigación:

Área	Subárea
Ciencias de la Tierra	Dpto. Ingeniería Civil

Resumen (abstract):

El propósito del presente trabajo de grado presentado a la Universidad de Oriente consiste en analizar el Diagrama de Masas como un instrumento para estimar los movimientos de tierra en la construcción de subrasantes de un proyecto vial, para el cual se consideró la ampliación de la To-019 en el tramo comprendido entre el Distribuidor "Las Brisas" y la Urbanización el Perú, en Ciudad Bolívar, Municipio Angostura del Orinoco del Estado Bolívar, basado en las normas Venezolanas COVENIN 2000-91 sobre Codificación de partidas para presupuesto, Parte 1, carreteras y COVENIN 2000-87 Sector construcción, especificaciones. Codificación y mediciones. Parte I, Carreteras. En cuanto a su metodología es del tipo descriptiva y de diseño documental y de campo. De tal manera que se realizó una recopilación de datos en campo, con los cuales diagnosticamos las características geométricas de la vialidad existente, así como de trabajos y documentos previos que permitieron determinar el ancho de plataforma necesario a partir de la sección típica de la vialidad propuesta. Todos estos datos fueron recabados mediante herramientas tales como cintas métricas, cámaras fotográficas, calculadora, laptop, bibliografías. A partir de los resultados obtenidos pudimos realizar los estudios pertinentes para llegar a las conclusiones y recomendaciones que nos permitieron resaltar la importancia de este tipo de estudios en las obras de vialidad.

Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso – 3/6

Contribuidores:

Apellidos y Nombres	ROL / Código CVLAC / e-mail	
Pérez S. Rogelio	ROL	CA <input type="checkbox"/> AS <input type="checkbox"/> TU <input checked="" type="checkbox"/> JU <input type="checkbox"/>
	CVLAC	5.553.168
	e-mail	rperezs162@gmail.com
	e-mail	
Sequera , Antonio	ROL	CA <input type="checkbox"/> AS <input type="checkbox"/> TU <input type="checkbox"/> JU <input checked="" type="checkbox"/>
	CVLAC	19.870.057
	e-mail	Antonio.sequera@gmail.com
	e-mail	
Pérez P. María F.	ROL	CA <input type="checkbox"/> AS <input type="checkbox"/> TU <input type="checkbox"/> JU <input checked="" type="checkbox"/>
	CVLAC	26.047.338
	e-mail	mafernandappe@gmail.com
	e-mail	
	ROL	CA <input type="checkbox"/> AS <input type="checkbox"/> TU <input type="checkbox"/> JU <input type="checkbox"/>
	CVLAC	
	e-mail	
	e-mail	

Fecha de discusión y aprobación:

Año Mes Día

2022	02	07
-------------	-----------	-----------

Lenguaje Spa

Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso – 4/6

Archivo(s):

Nombre de archivo
Tesis-(Diagrama de Masas).doc
Presentación de tesis

Caracteres permitidos en los nombres de los archivos: A B C D E F G H I J K L M N O P Q R S
T U V W X Y Z a b c d e f g h i j k l m n o p q r s t u v w x y z 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 _ - .

Alcance:

Espacial: Urb. El Perú e intersección Las Brisas (Opcional)

Temporal: 6 años (Opcional)

Título o Grado asociado con el trabajo:

Ingeniería Civil

Nivel Asociado con el Trabajo:

Pregrado

Área de Estudio:

Ingeniería Civil

Otra(s) Institución(es) que garantiza(n) el Título o grado:

Universidad de Oriente

Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso – 5/6



UNIVERSIDAD DE ORIENTE
CONSEJO UNIVERSITARIO
RECTORADO

CUN°0975

Cumaná, 04 AGO 2009

Ciudadano
Prof. JESÚS MARTÍNEZ YÉPEZ
Vicerrector Académico
Universidad de Oriente
Su Despacho

Estimado Profesor Martínez:

Cumplo en notificarle que el Consejo Universitario, en Reunión Ordinaria celebrada en Centro de Convenciones de Cantaura, los días 28 y 29 de julio de 2009, conoció el punto de agenda **"SOLICITUD DE AUTORIZACIÓN PARA PUBLICAR TODA LA PRODUCCIÓN INTELECTUAL DE LA UNIVERSIDAD DE ORIENTE EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL DE LA UDO, SEGÚN VRAC N° 696/2009"**.

Leído el oficio SIBI – 139/2009 de fecha 09-07-2009, suscrita por el Dr. Abul K. Bashirullah, Director de Bibliotecas, este Cuerpo Colegiado decidió, por unanimidad, autorizar la publicación de toda la producción intelectual de la Universidad de Oriente en el Repositorio en cuestión.

UNIVERSIDAD DE ORIENTE
SISTEMA DE BIBLIOTECA
RECIBIDO POR *[Firma]*
FECHA 05/8/09 HORA 5:30

Comunicación que hago a usted a los fines consiguientes.

Cordialmente,

[Firma]
JUAN A. BOLANOS CURVELO
Secretario



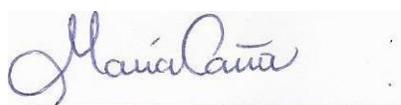
C.C: Rectora, Vicerrectora Administrativa, Decanos de los Núcleos, Coordinador General de Administración, Director de Personal, Dirección de Finanzas, Dirección de Presupuesto, Contraloría Interna, Consultoría Jurídica, Director de Bibliotecas, Dirección de Publicaciones, Dirección de Computación, Coordinación de Teleinformática, Coordinación General de Postgrado.

JABC/YGC/maruja

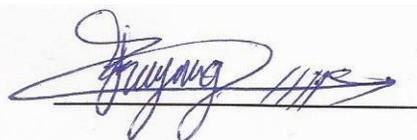
Apartado Correos 094 / Telfs: 4008042 - 4008044 / 8008045 Telefax: 4008043 / Cumaná - Venezuela

Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso – 6/6

Artículo 41 del REGLAMENTO DE TRABAJO DE PREGRADO (vigente a partir del II Semestre 2009, según comunicación CU-034-2009) : "Los Trabajos de Grado son de la exclusiva propiedad de la Universidad de Oriente, y sólo podrán ser utilizados para otros fines con el consentimiento del Consejo de Núcleo respectivo, quien deberá participarlo previamente al Consejo Universitario, para su autorización."

A handwritten signature in blue ink, appearing to read "Maialana", written above a horizontal line.

AUTOR 1

A handwritten signature in blue ink, appearing to read "J. J. J.", written above a horizontal line.

AUTOR 2

A handwritten signature in blue ink, appearing to read "R. M.", written above a horizontal line.

TUTOR