

**UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS  
FACULTAD DE TECNOLOGÍA  
PROGRAMA CONTRUCCIONES CIVILES**



**INFORME DE PASANTÍA**

**PROCESOS CONSTRUCTIVOS PARA LA CONFORMACIÓN DEL  
TERRAPLÉN EN LA CARRETERA CRUCE CUARTEL – CRUCE CALA  
CALA ENTRE LAS PROGRESIVAS 6 + 420 A 7 + 232,42**

**REALIZADO POR: UNIV. ALBERTINA MAYTA AVALOS**

**TUTOR: LIC. FAUSTO LAURA MENDOZA**

**GESTIÓN : 2017**

**LA PAZ - BOLIVIA**

**UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS  
FACULTAD DE TECNOLOGÍA  
PROGRAMA CONTRUCCIONES CIVILES**



**INFORME DE PASANTÍA**

**PROCESOS CONSTRUCTIVOS PARA LA CONFORMACIÓN DEL  
TERRAPLÉN EN LA CARRETERA CRUCE CUARTEL – CRUCE CALA  
CALA ENTRE LAS PROGRESIVAS 6 + 420 A 7 + 232,42**

**REALIZADO POR: UNIV. ALBERTINA MAYTA AVALOS**

**TUTOR: LIC. FAUSTO LAURA MENDOZA**

**GESTIÓN : 2017**

**LA PAZ - BOLIVIA**

## **DEDICATORIA**

A Dios por haberme permitido llegar hasta este punto y lograr mis metas.

A mi hermano Walter que me dió el aliento necesario para no renunciar y levantar las manos en el tiempo que realice mis estudios.

A mi esposo Gustavo Vargas por su ayuda incondicional , que me brinda día a día, para alcanzar nuevas metas, tanto profesionales como personales.

**Albertina Mayta Avalos**

## **AGRADECIMIENTO**

Este agradecimiento es para todos los docentes que con sus enseñanzas y dedicación, me permitieron realizar mi formación técnica.

A la Coordinadora Académica Lic. Carmen Luque del CRU – Achacachi que siempre estuvo con nosotros dando todo el apoyo necesario.

A la Empresa de Ingeniería Técnica en Construcción INTECONS S.R.L, por permitirme realizar mi pasantía y al personal de la empresa.

**Albertina Mayta Avalos**

## INDICE DE CONTENIDO

<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	1
---------------------------	---

### CAPITULO I

<b>1. ASPECTOS DE LA EMPRESA</b> .....	2
<b>1.1. DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA</b> .....	2
1.2 IDENTIFICACIÓN DE LA EMPRESA.....	2
1.3 UBICACIÓN DE LA EMPRESA.....	3
1.4 RESEÑA HISTÓRICA DE LA EMPRESA .....	3
1.4.1 Objetivos de la empresa.....	4
1.4.2 Misión.....	4
1.4.3. Visión.....	4
1.5 DESCRIPCIÓN DE LA ESTRUCTURA ORGANIZATIVA.....	4
1.5.1. Estructura Organizativa De La Empresa .....	5
1.6.DESCRIPCIÓN DEL ÁREA ASIGNADO .....	6

### CAPITULO II

<b>2. CONSIDERACIONES TEÓRICAS</b> .....	7
<b>2.1. LA PASANTÍA</b> .....	7
2.1.1 Objetivo General.....	7
2.1.2. Objetivos Específicos .....	7
2.2 ORGANIGRAMA DEL CARGO OCUPADO.....	8
<b>2.3. RECOPIACIÓN Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN PARA EL PROYECTO DE LA PASANTÍA</b> .....	9

2.3.1 Conformación De Terraplenes.....	9
2.3.2 Aspecto de los Materiales de Conformación.....	10
2.3.3 Corona del Terraplén.....	11
2.3.4 Requisitos de los Materiales.....	12
2.3.4.1 Calidad de los Materiales.....	12
2.3.4.2 Calidad del producto terminado.....	12
2.3.4.3 Compactación.....	13
2.3.4.4 Protección de la corona del terraplén – subrasante terminada.....	13
2.3.5 CONTROL DE CONSTRUCCIÓN DE SUB-BASE Y BASE.....	13
2.3.5.1 CAPA SUB-BASE.....	13
2.3.5.2 CAPA BASE.....	16
2.3.6 CONTROL DE TRATAMIENTO SUPERFICIAL DOBLE.....	17
2.3.7 TRATAMIENTOS SUPERFICIALES.....	17
2.3.7.1 Tipos de Tratamientos Superficiales.....	17
2.3.7.2 Tratamiento Superficial Simple.....	18
2.3.7.3 Tratamiento Superficial Doble.....	18
2.3.7.4 Funciones de los Tratamientos Superficiales.....	18
2.3.7.5 Materiales.....	19
2.3.7.5.1 Asfalto.....	19
2.3.7.5.2 Agregados.....	20
2.3.7.5.3 Equipos.....	20
2.3.7.6 Proceso Constructivo.....	21
2.3.7.6.1 Preliminares.....	21

2.3.7.6.2 Preparado .....	22
2.3.7.6.3 Colocación de la capa superficial .....	22
2.3.7.6.4 Esparcido del asfalto.....	22
2.3.7.6.5. Uniones transversales (empalmes) .....	23
2.3.7.6.6 Juntas longitudinales.....	24
2.3.7.6.7 Distribución del agregado.....	25
2.3.7.6.8 Aplanamiento.....	25
2.3.7.6.9 Barrido .....	26
2.3.7.6.10 Remoción del exceso de agregado.....	26
2.3.7.6.11 Tratamiento de superficies múltiples.....	27
2.3.7.6.12 Controles.....	28
2.3.8 CONTROL DE SUBDRENES.....	29
2.3.8.1 MATERIALES .....	29
2.3.9 CONTROL DE LOS NIVELES.....	29
2.3.9.1 Medida de Distancias Verticales o Desniveles.....	30
2.3.9.2 Métodos Precisos para Determinar Desniveles. ....	31
2.3.9.3 Nivelación Directa.....	32
2.3.9.4 Las aplicaciones de la nivelación directa: .....	33
2.3.9.5 Métodos de nivelación doble:.....	33
2.3.9.6 Nivelación con Miras Dobles .....	33
2.3.9.7 Perfiles Transversales .....	33
2.3.10 EJECUCIÓN DE RECOLECTORES DE AGUAS PLUVIALES .....	34
2.3.10.1 EJECUCIÓN DE ALCANTARRILLAS .....	34

2.3.11 CONTROL DE CUNETAS.....	36
2.3.11.1 Clasificación de las cunetas según la sección.....	37
2.3.12. CONSIDERACIONES SOBRE LOS SUELOS. ....	38
2.3.13. PECULIARIDADES DE LOS SUELOS .....	39
2.3.14. DESCRIPCION FISIOGRAFICA .....	39

### CAPITULO III

3. ACTIVIDADES DE LA PASANTÍA.....	40
3.1. UBICACIÓN DE LA CARRETERA.....	40
3.2. ACTIVIDADES REALIZADAS EN EL PERÍODO DE PASANTÍAS .....	41
3.2.1 EJECUCIÓN DE TERRAPLÉN Y SUBRASANTE.....	41
3.2.1.1 EL PROCESO DE LA EJECUCIÓN DEL TERRAPLÉN .....	41
3.2.1.2 PERFILADO Y COMPACTADO DE LA SUB RAZANTE .....	45
3.2.1.2.1 Materiales y equipos utilizados .....	45
3.2.1.2.2 Ejecución .....	45
3.2.2 CONFORMACIÓN DE SUB BASE Y BASE .....	45
3.2.3 CAPA SUB-BASE .....	46
3.2.3.1 Materiales, herramientas y equipo utilizados .....	46
3.2.3.2 Ejecución .....	46
3.2.4 CAPA BASE .....	49
3.2.4.1 Maquinaria y equipos utilizados.....	49
3.2.4.2 Ejecución .....	49
3.2.5 PREPARACIÓN Y LIMPIEZA PARA COLOCACION DE ASFALTO.....	50
3.2.5.1.Materiales, herramientas y equipo.....	50



3.2.5.2. Ejecución .....	50
3.2.6 TRATAMIENTO SUPERFICIAL DOBLE.....	50
3.2.6.1 Barrido brevio manual y extención de gravilla de ¾ ”y 3/8” .....	51
3.2.7 CONTROL DE NIVELACIÓN. ....	52
3.2.8 CONSTRUCCÓIN DE CUNETAS .....	55
3.2.8.1 Materiales, herramientas y equipo que se utilizarón: .....	55
3.2.8.2 La Ejecucion.....	55
3.2.9 CONTROL DE EJECUCIÓN DE ALCANTARILLAS .....	56
3.2.9.1. Material, herramientas y equipo .....	56
3.2.9.2 La Ejecución .....	56
3.2.10 CONTROL EN LA COMPACTACIÓN.....	61
3.2.10.1 Ensayo de densidad en situ.....	61
3.2.10.2 Ensayo de Proctor.....	65
3.2.11 EMPRESA SUPERVISORA .....	70

#### CAPITULO IV

4. PROYECTO DE PASANTÍA .....	71
4.1 Ubicación del proyecto de pasantia .....	71
4.2. OBJETIVO GENERAL .....	73
4.3. OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	73
4.4. Inspección de Campo.....	73
4.5. Control de los tramos Críticos.....	74
4.6. Bancos de Préstamo.....	74
4.7. PROCESOS CONSTRUCTIVOS PARA LA CONFORMACIÓN DE TERRAPLÉN .....	75

4.7.1 Descripción.....	77
4.7.2 Materiales .....	77
4.7.3 Equipo.....	78
4.7.4 PROCEDIMIENTO DE EJECUCIÓN .....	81
4.7.4.1 Subrasante en cortes .....	82
4.7.4.2 Subrasante en terraplenes .....	82

## CAPITULO V

5. CONCLUSION DE LA PASANTIA.....	85
5.1 Aportes realizados a la empresa durante su desempeño.....	85
5.2 Experiencias adquiridas en el campo de trabajo.....	85
5.3.CONCLUSIONES .....	86
5.3.1 Institucional .....	86
5.3.2 Empresa .....	86
5.3.3 Actividades de la pasantía .....	86
5.4. RECOMENDACIONES .....	86
6. BIBLIOGRAFIA.....	87
7.GLOSARIO .....	89
ABREVIATURAS .....	96

## INDICE DE FIGURA

Figura N°1 Ubicación de la empresa.....	3
Figura N°2 organigrama de la empresa.....	5
Figura N° 3 organigrama de la empresa.....	8
Figura N° 4 partes de un terraplén.....	9
Figura N° 5 control de nivel de relleno .....	35
Figura N° 6 izado de tubería.....	36
Figura N°7 cunetas.....	37
Figura N°8 clasificación de las cunetas.....	38
Figura N° 9 ubicación de carretera.....	40
Figura N° 10 ubicación de la carretera.....	72
Figura N° 11 ubicación Del tramo.....	72

## INDICE DE FOTOGRAFIAS

Fotografía N° 1 Desbroce de la capa vegetal manualmente.....	43
Fotografía N° 2 Colocado de pedraplen .....	43
Fotografía N° 3 Colocado del material.....	44
Fotografía N° 4 Compactado del material.....	44
Fotografía N° 5 Extensión de gravillas.....	51
Fotografía N° 6 Barrido manual de gravillas ¾” y 3/8” .....	51
Fotografía N° 7 Nivelación del terraplén.....	52
Fotografía N° 8 Nivel automático utilizado.....	53
Fotografía N° 9 Estacas para la nivelación.....	53
Fotografía N° 10 Pintado par alas progresivas.....	54
Fotografía N° 11 Medición de la carretera.....	54
Fotografía N° 12 Construcción canal de cunetas.....	56
Fotografía N° 13 Armado de alcantarilla .....	60
Fotografía N° 14 Armado de alcantarillas .....	60
Fotografía N° 15 Cuarteador.....	61
Fotografía N° 16 Juego de tamices.....	62
Fotografía N°17 Balanza.....	62
Fotografía N° 18 Tara.....	63
Fotografía N° 19 Material realizado en los 8 tamices manualmente.....	64
Fotografía N° 20 Material pesado en la balanza.....	64
Fotografía N° 21 Lavado del material fina.....	65
Fotografía N° 22 Después del lavado.....	65
Fotografía N° 23 Molde.....	66
Fotografía N° 24 Balanza de 20kg.....	66
Fotografía N° 25 Probeta.....	67
Fotografía N° 26 Cuarteo de la muestra.....	68
Fotografía N° 27 Cuarteo con los tamices 4” y ¾” .....	69
Fotografía N° 28 Mesclado de grava y fina y el agua de 2 %.....	69
Fotografía N° 29 apisonado de 56 golpes.....	70

Fotografía N° 30 supervisor de obra coseinco Ltda.....	70
Fotografía N° 31 traslado de terraplén.....	74
Fotografía N° 32 banco de préstamo.....	75
Fotografía N° 33 retroexcavadoras cargadoras.....	78
Fotografía N° 34 excavadoras.....	78
Fotografía N° 35 volqueta.....	79
Fotografía N° 36 motoniveladora.....	79
Fotografía N° 37 cisterna.....	80
Fotografía N° 38 compactadora.....	80
Fotografía N° 39 motoniveladora.....	81



**PROCESOS CONSTRUCTIVOS PARA LA CONFORMACIÓN DEL TERRAPLÉN  
CARRETERA CRUCE CUARTEL – CRUCE CALA CALA  
PROGRESIVA 6+ 420 A 7+ 232,42**





## INTRODUCCIÓN

La Empresa de Ingeniería Técnica en Construcción INTECONS S.R.L., realiza su trabajo en la construcción de carreteras, caminos, calles y avenidas para la integración nacional.

Las prácticas se realizaron el 03 de agosto hasta 03 de noviembre del año 2015 con un total de 720 horas de práctica aproximadamente. En todo este tiempo se aplicó todos los conocimientos adquiridos a través de mis docentes de la Facultad de Tecnología.

La práctica realizada en la empresa estuvo a cargo del Ing. René Rocha Maldonado como encargado de la Obra, en diferentes actividades en la construcción de carretera ya mencionada.

El informe está estructurado en cuatro capítulos: Capítulo I (Descripción de la Empresa), contiene una breve descripción de la empresa haciendo referencias a los antecedentes históricos, misión, visión, objetivos, obras ejecutadas, organización estructural y funcional; Capítulo II (consideraciones teóricas), es la recopilación y análisis de la información como base fundamental para el trabajo de la pasantía, Capítulo III (Actividades de la pasantía) se explica de manera clara y concisa las actividades realizadas durante la pasantía. Capítulo IV (Proyecto de la pasantía); aquí se desarrolla toda la actividad concerniente a la pasantía referentes al trabajo de campo y por último en el capítulo V se elaboran un conjunto de conclusiones y recomendaciones.



## CAPITULO I

### 1. ASPECTOS DE LA EMPRESA <sup>1</sup>

#### 1.1. DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA

La Empresa ha participado en un gran número de proyectos tanto públicos como privados, cumpliendo en cada uno de ellos con su filosofía corporativa que es construir con calidad cumpliendo con las normas técnicas y en los plazos contractuales, lo que le ha merecido un reconocido prestigio a nivel nacional e internacional. Cuenta con un staff de profesionales, técnicos y operarios del mas alto nivel, con maquinarias y equipos propio que, junto con las nuevas tecnologías y la adecuada aplicación de metodologías de construcción, han servido como el mejor apoyo para el éxito obtenido.

Se han especializado en la construcción de carreteras, aeropuertos desarrollo de infraestructura, protección de riveras, espigones, movimiento de tierra

La mayor parte de sus obras son en asfalto y hormigón rígido.

#### 1.2 IDENTIFICACIÓN DE LA EMPRESA

RAZON SOCIAL	INTECONS S.R.L.
Nº DE NIT	01005051028
REPRESENTANTE LEGAL	ING. MIGUIEL JARANDILLA A.
TIEMPO DE EXPERIENCIA	16 AÑOS
REGISTRO COMERCIAL	00049606
LICENCIA DE FUNCIONAMIENTO	110258

<sup>1</sup> datos obtenidos de la empresa intecons s.r.l.





### 1.3 UBICACIÓN DE LA EMPRESA

La empresa “INTECONS” se encuentra ubicada en la ciudad de La Paz, Av. Sanchez Lima N° 2600 edificio: Tango; piso: 4; oficina: 402; zona: sopocachi.

**Figura: N° 1 Ubicación de la empresa**



Fuente: google heart

### 1.4 RESEÑA HISTÓRICA DE LA EMPRESA

Empresa INTECONS fue fundada el 18 de marzo de 2002 es una Empresa de muchas experiencias en grandes obras. Con mas de 12 años de experiencia en la ejecución de obras de ingeniería civil.

Durante el periodo se realizaron un gran número de proyectos tanto públicos como privados, donde la empresa cuenta con un número de profesionales, técnicos y operarios buenos, con un buen estado de maquinas que realmente realizan el esfuerzo para entregar las obras a su debido tiempo y en mejores condiciones.

La Empresa es especializada en la construcción de carreteras, aeropuertos, desarrollo de infraestructura, protección de riveras, estabilización de taludes, espigones, movimiento de tierra.



La mayor parte de obras en asfalto flexible y hormigón rígido o pavimento rígido.<sup>2</sup>

#### **1.4.1 Objetivos de la empresa**

Realizar Construcción de carreteras, con los equipos adecuados con el propósito de implementar buenas vías para el desarrollo de nuestro Estado Plurinacional de Bolivia.

#### **1.4.2 Misión**

La misión de INTECONS es ser un grupo empresarial que trabaja de manera permanente en la ejecución de obras de ingeniería civil tanto para el sector público como para el privado, a través de la prestación de servicios de excelente calidad, cumpliendo con todas las normas técnicas y de impacto ambiental, dentro de los plazos contractuales, fomentando el desarrollo humano de todos nuestros colaboradores.

#### **1.4.3. Visión**

Ser el grupo empresarial de mayor reconocimiento nacional e internacional por su función y compromiso estricto de sus valores. Es la mejor empresa constructora de toda Bolivia.<sup>3</sup>

### **1.5 DESCRIPCIÓN DE LA ESTRUCTURA ORGANIZATIVA**

El organigrama de la empresa “INTECONS S.R L ”esta basado en una relación de funcional, donde especifica los tipos de puestos que se encuentran, mostrando

siempre que los puestos superiores estan relacionados directamente con las actividades de las diversas areas.

---

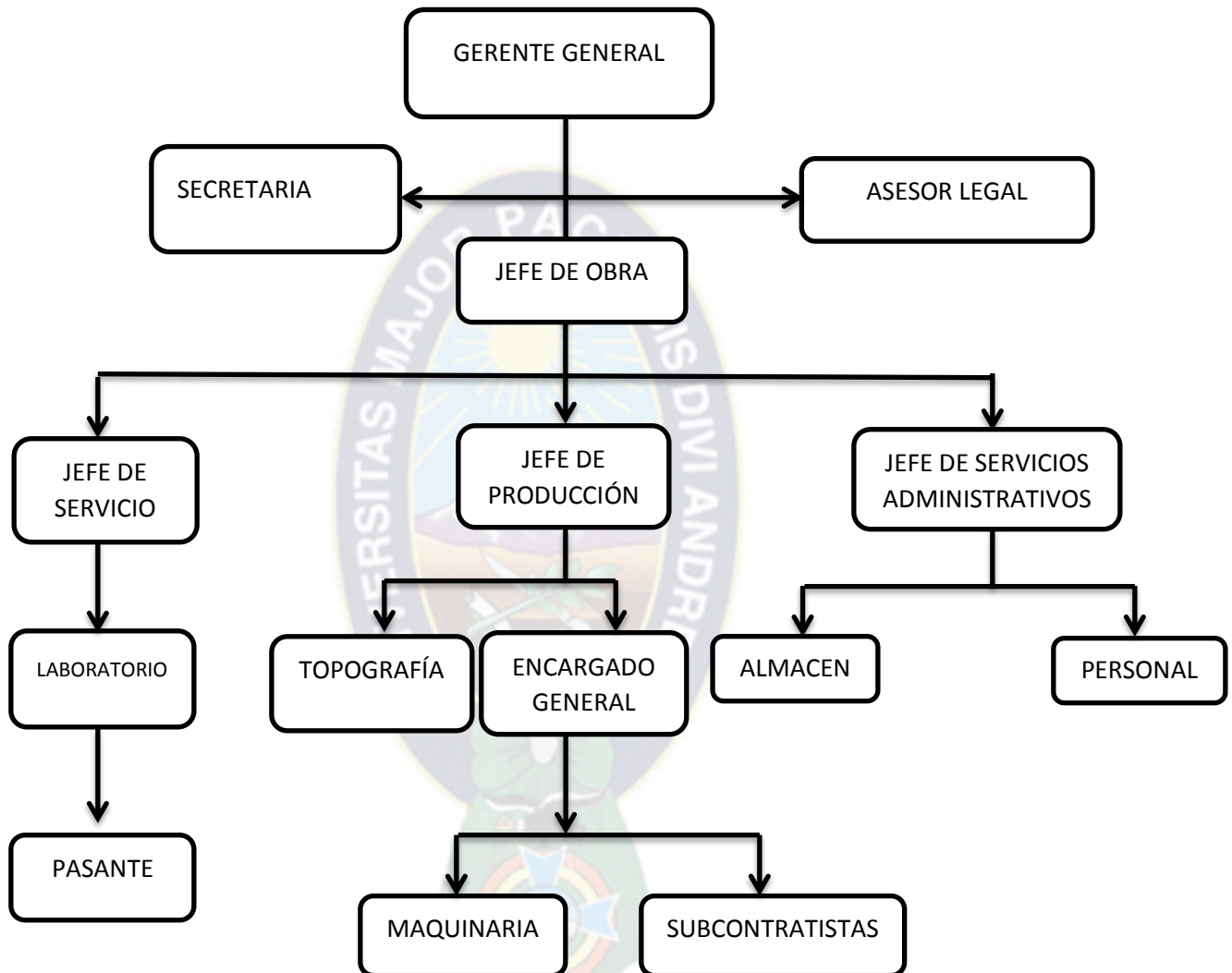
<sup>2</sup> INTECONS S.R.L.

<sup>3</sup> INTECONS S.R.L.



### 1.5.1. Estructura Organizativa De La Empresa

Figura N°2: Organigrama de la Empresa



Fuente: EMPRESA INTECONS S. R. L.<sup>4</sup>

<sup>4</sup> EMPRESA INTECONS SRL



## 1.6.DESCRIPCIÓN DEL ÁREA ASIGNADO

En el proyecto de construcción de carretera cruce cuartel – cruce Cala Cala el area asignado fueron:

- Apoyo a la brigada topográfica
- Apoyo al residente de obra en el control del proyecto
- Apoyo al técnico laboratorista

En el apoyo a la brigada topográfica, realizan la medición exacta del ancho de la carretera en los puntos adecuados del lugar y tambien realizaron la nivelación de la carretera.

El residente de obra realizó el control de todos las actividades y movimientos maquinarias que se realizaron en el lugar de la carretera.

El técnico de laboratorio se dedica en realizar los ensayos, granulometria, densidad en sitio y proctor.



## CAPITULO II

### 2. CONSIDERACIONES TEÓRICAS

#### 2.1. LA PASANTÍA

La pasantía es un conjunto de actividades previamente planificadas que cumple el estudiante una vez egresado de la carrera de construcciones civiles, con el propósito de vincular de manera directa y activa al sistema productivo nacional, regional y local. Estimular en ellos una actitud crítica-constructiva para abordar caso concretos relacionados en el área civil.

##### 2.1.1 Objetivo General

Poner en práctica todos los conocimientos adquiridos en la universidad en el área de Construcciones Civiles.

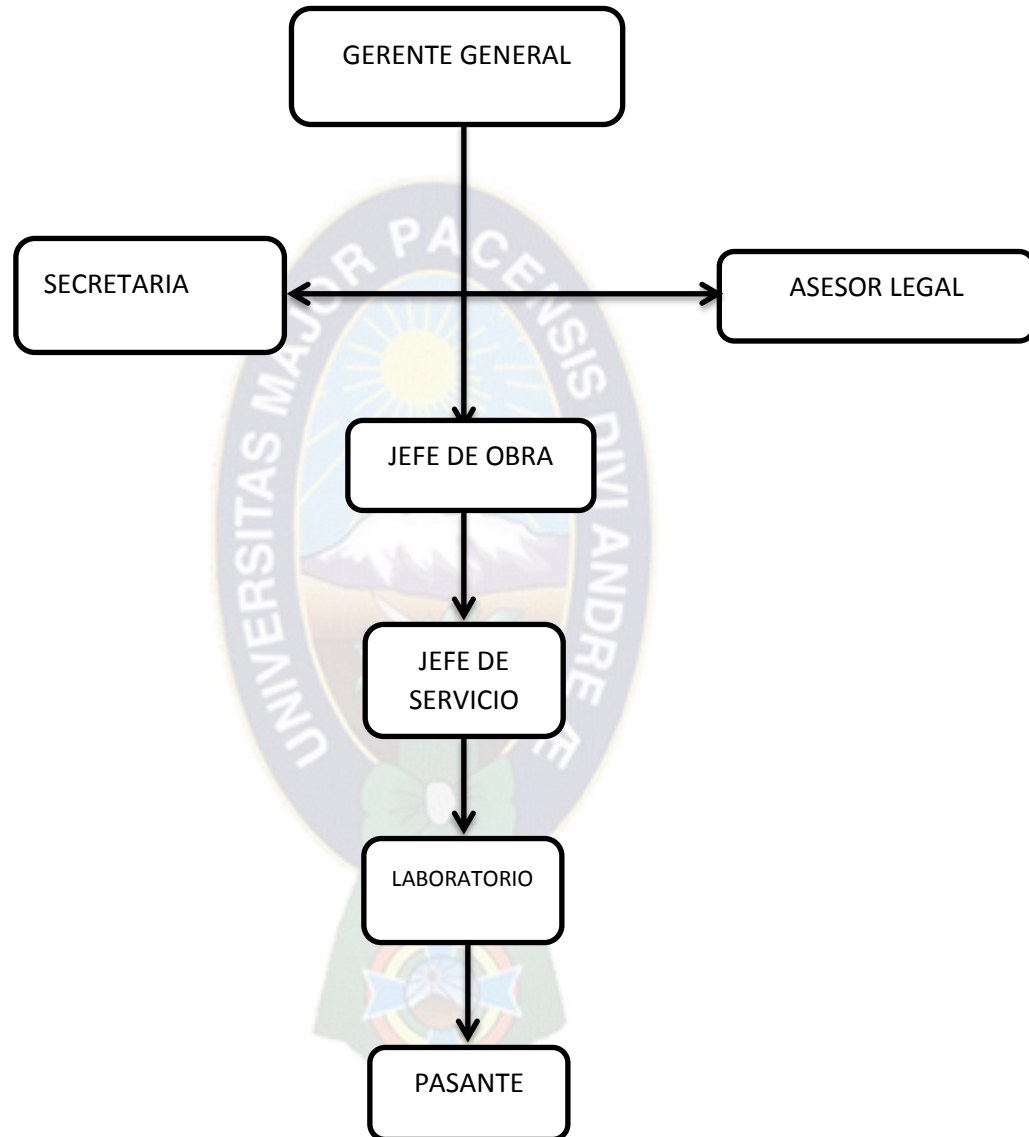
##### 2.1.2. Objetivos Específicos

- Adquirir una experiencia laboral que permita desarrollar una iniciativa, creativa, desenvolvimiento confiable y seguro en las actividades.
- Realizar con las normas y especificaciones que sean necesarias.
- Interactuar con el personal de la obra para lograr un buen desenvolvimiento en el campo laboral.
- Cumplir con todas las actividades designadas por el personal superior dentro de la Empresa.



## 2.2 ORGANIGRAMA DEL CARGO OCUPADO

Figura N°3: Organigrama de la Empresa



Fuente: EMPRESA INTECONS S. R. L.<sup>5</sup>

<sup>5</sup> EMPRESA INTECONS S.R.L



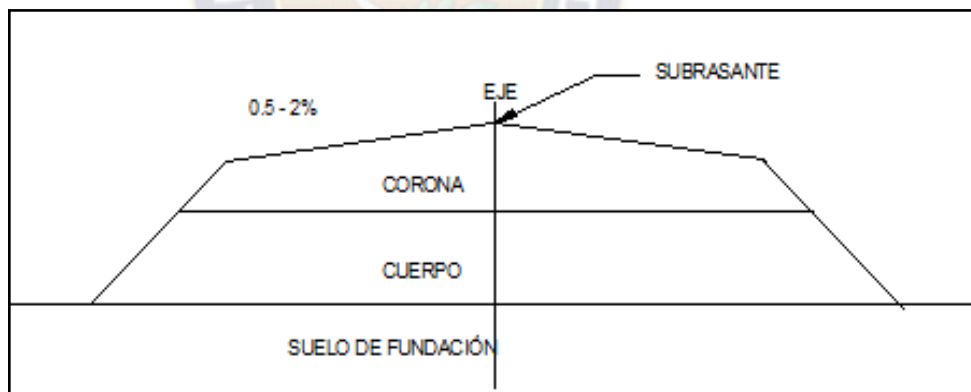
### 2.3. RECOPIACIÓN Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN PARA EL PROYECTO DE LA PASANTÍA

Antes de relizar el informe total de la pasantía, es necesario una recopilación y el análisis de la base teórica como base fundamental y sustentable para el desarrollo de las actividades

#### 2.3.1 Conformación De Terraplenes<sup>6</sup>

Este trabajo consiste en la escarificación, nivelación y compactación del terreno o del afirmado en donde haya de colocarse un terraplén nuevo, previa ejecución de las obras de desbroce y limpieza, demolición, drenaje y subredes; y la colocación, el humedecimiento o secamiento, la conformación y compactación al 95% de la mínima densidad seca de materiales apropiados de acuerdo con la presente especificación, los planos y secciones transversales del proyecto y las instrucciones del Supervisor.

Figura N° 4 Partes de un terraplén



Fuente: Luis Bañon Blázquez

En los terraplenes se distinguen tres partes o zonas constitutivas:

- Base, parte del terraplén que está por debajo de la superficie original del terreno, la que ha sido variada por el retiro de material inadecuado.
- Cuerpo, parte del terraplén comprendida entre la base y la corona.

<sup>6</sup> Autor/Luis Bañon Blázquez



- Corona: (capa subrasante), formada por la parte superior del terraplén, construida en un espesor de treinta centímetros (30 cm). Esta última capa, será conformada, perfilada y compactada con el plantillado topográfico de las cotas de subrasante.
- **Subrasante:** La subrasante es una capa fundamental en la estructura de una obra vial la misma que está encargada de soportar los esfuerzos necesarios para el tráfico en la obra a realizarse, el desarrollo del eje de la corona. Es la capa de la estructura destinada a soportar, transmitir y distribuir con uniformidad el efecto de las cargas del tránsito proveniente de las capas superiores del pavimento, de tal manera que el suelo de sub-rasante las pueda soportar.

En la sub rasante se analizaron ciertas características como el alineamiento horizontal, el perfil longitudinal, las secciones transversales del terreno, la calidad de los materiales y la elevación mínima de la estructura a construir en dicho proyecto.

El material para la sub rasante será del banco de préstamo, material del rio comunidad suntuia Se construye con un espesor mínimo de 30cm. Compactada mínima al 95% de su peso volumétrico de proctor en dos capas de 15cm.

En la sub rasante el CBR debe tener mayor a 13%.

### 2.3.2 Aspecto de los Materiales de Conformación<sup>7</sup>

Todos los materiales que se empleen en la construcción de terraplenes deberán provenir de las excavaciones de la explanación, de préstamos laterales o de fuentes aprobadas; deberán estar libres de sustancias deletéreas, de materia orgánica, raíces y otros elementos perjudiciales.

Los materiales a emplear en la construcción de terraplenes deberán cumplir los requisitos indicados en la Tabla N° 01.

---

<sup>7</sup> Autor/Luis Bañon Blázquez





**TABLA N° 1**  
**CONDICIONES DE LOS MATERIALES**

CONDICIONES	PARTE DEL TERRAPLÉN		
	BASE	CUERPO	CORONA
Tamaño máximo	150 mm	100 mm	75 mm
% Máximo de Piedra	30%	30%	
Índice de Plasticidad	< 11%	< 11%	< 10%

Fuente: Luis Bañon Blázquez

Además deberán satisfacer los siguientes requisitos de calidad:

- Desgaste de los Ángeles : 60% máx. (MTC E 207)
- Tipo de Material : A-1-a, A-1-b, A-2-4, A-2-6 y A-3

El material para la conformación de terraplenes, debe provenir prioritariamente del material de las excavaciones de explanaciones (compensación transversal o propia y longitudinal, dentro de la distancia libre de transporte de 120m y transportada), en caso que no puedan usarse los excedentes de corte se podrá usar material de cantera, siempre que resulte más económico para el proyecto.

En caso que el material de excedente de corte no cumpla las especificaciones de terraplenes o tengan un rendimiento bajo y no pueda ser usado para la conformación de terraplenes en banquetas de relleno.

### 2.3.3 Corona del Terraplén

La corona deberá tener un espesor compacto mínimo de treinta centímetros (30 cm.) construidos en dos capas de igual espesor, los cuales se conformarán utilizando suelos



### 2.3.4 Requisitos de los Materiales<sup>8</sup>

Los terraplenes se deberán construir con la cota superior indicada en los planos, más los bombeos o peraltes correspondientes según sea el caso (tangentes o curvas), en la dimensión suficiente para compensar los asentamientos producidos.

#### 2.3.4.1 Calidad de los Materiales

De cada procedencia de los suelos empleados para la construcción de terraplenes y para cualquier volumen previsto, se tomarán tres (3) muestras y de cada fracción de ellas se determinarán con la:

- Granulometría
- Límites de consistencia
- Abrasión.
- Impurezas Orgánicas

#### 2.3.4.2 Calidad del producto terminado

Cada capa terminada de terraplén deberá presentar una superficie uniforme, la capa final deberá ajustarse a la sub rasante y pendientes establecidas.

La distancia entre el eje del proyecto y el borde del terraplén no será menor que la distancia señalada en los planos o modificada por el Supervisor.

La cota de cualquier punto de la sub rasante en terraplenes, conformada, perfilada y compactada, no deberá variar en más de diez milímetros (10 mm) de la cota proyectada.

No se tolerará en las obras concluidas, ninguna irregularidad que impida el normal escurrimiento de las aguas.

---

<sup>8</sup> Autor/Luis Bañon Blázquez



En adición a lo anterior, el Supervisor deberá efectuar las siguientes comprobaciones:

#### **2.3.4.3 Compactación**

Las determinaciones de la densidad de cada capa compactada se realizarán según se establece en los tramos por aprobar.

La densidad media del tramo deberá ser, como mínimo, el noventa y cinco (95%) de la máxima obtenida en el ensayo próctor modificado de referencia para la base y cuerpo del terraplén y el noventa y siete por ciento (97%) con respecto a la máxima obtenida en el mismo ensayo, cuando se verifique la compactación de la corona del terraplén.

#### **2.3.4.4 Protección de la corona del terraplén – sub rasante terminada**

La corona del terraplén no deberá quedar expuesta a las condiciones atmosféricas, por lo tanto, se deberá construir en forma inmediata la capa superior proyectada una vez terminada la compactación y el acabado final de aquella. Será responsabilidad del Contratista la reparación de cualquier daño a la corona del terraplén, por la demora en la construcción de la capa siguiente.

El trabajo de terraplenes será aceptado cuando se ejecute de acuerdo con esta especificación, las indicaciones del Supervisor y se complete a satisfacción de este.<sup>9</sup>

### **2.3.5 CONTROL DE CONSTRUCCIÓN DE SUB-BASE Y BASE**

#### **2.3.5.1 CAPA SUB-BASE <sup>10</sup>**

Es la capa de la estructura del pavimento destinada fundamentalmente a soportar, transmitir y distribuir con uniformidad el efecto de las cargas del tránsito proveniente

---

<sup>9</sup> Autor/Luis Bañon Blázquez

<sup>10</sup> autor/pedro Gustavo Gómez Figueroa



de las capas superiores del pavimento, de tal manera que el suelo de sub-rasante las pueda soportar.

La sub-base puede ser: sub-base común, sub-base granular, o sub-base de grava o piedra triturada, está formada por la combinación de piedra o grava, con arena y suelo, en su estado natural, clasificados o con trituración parcial para constituir una sub-base integrante de un pavimento, también puede ser una combinación de piedra o grava triturada, combinada con material de relleno.

También se pueden construir sub-bases de la recuperación del pavimento existente en combinación con material de aporte, y sub-base estabilizada compuesta de materiales pétreos y/o suelos mezclados con materiales o productos estabilizadores, preparada y construida aplicando técnicas de estabilización de suelos, para mejorar sus condiciones de estabilidad y resistencia.

La sub-base puede tener un espesor compactado variable por tramos, según lo indicado en los planos, lo establecido en las disposiciones especiales o lo ordenado por el delegado residente, de acuerdo con las condiciones y características de los suelos existentes en la sub-rasante.

A continuación se describirán los trabajos que se realizan en la colocación de una capa de sub-base granular o sub-base de grava o piedra triturada.

Al tener la sub-rasante terminada, se debe colocar en la línea central de localización trompos o estacones a cada 20 m con la altura que deberá tener la capa de sub-base de acuerdo al diseño, (la capa de sub-base no será menor a 0.20 m ni mayor a 0.30 m); también se deben de colocar estacones a lo ancho de la sección típica de diseño a manera de formar un prisma para que sea llenado con el material de sub-base.

El llenado se debe de hacer con camiones de volteo que irán depositando el material formando promontorios dentro del ancho de la pista.



**PROCESOS CONSTRUCTIVOS PARA LA CONFORMACIÓN DEL TERRAPLÉN  
CARRETERA CRUCE CUARTEL – CRUCE CALA CALA  
PROGRESIVA 6+ 420 A 7+ 232,42**



Dichos promontorios serán esparcidos con una moto niveladora hasta llenar la altura marcada por los trompos y, cuando está llena la capa, se comienza a realizar el trabajo de mezclado y homogenizado con tal máquina trabajando primero media sección; la moto niveladora comienza a voltear el material de su lugar sacándolo hacia el otro lado de la sección hasta llegar casi al nivel de la sub-rasante; después procede a voltear nuevamente el material regresando a su lugar, haciendo dicha operación para que el material quede mezclado homogéneamente.

Al estar terminada la sección completa, se procede a compactar la capa de material por medio de rodos vibro compactadores lisos hasta obtener el 100% de la densidad máxima determinada por el método AASHTO T180, teniendo una tolerancia en menos del 3% respecto al porcentaje de compactación especificado. Los ensayos de compactación se deben de realizar cada 400 m<sup>2</sup> de cada una de las capas que se compacten y no se deben de realizar a una distancia menor de 20 m en sentido longitudinal.

Si existiesen diferencias mayores a lo indicado en más, se deberán hacer los cortes con moto niveladora para llegar a las alturas de diseño; por lo contrario, si hubiese depresiones mayores a lo indicado, el trabajo se tendrá que reparar escarificando y mezclando mayor cantidad de material para llegar a las alturas de diseño.

Si surgieran deflexiones mayores o la existencia de baches en la capa de sub-base, se tendrán que reparar teniendo cuidado de las causas que originaron el daño, ya fuese por fallo en la sub-rasante o exceso de humedad en el material de sub-base. Para efectos de pago la capa de sub-base se da por recibida hasta que se encuentre cubierta con material de base.



### 2.3.5.2 CAPA BASE<sup>11</sup>

La base puede ser: base granular, que es la capa formada por la combinación de piedra o grava, con arena y suelo, en su estado natural, clasificados o con trituración parcial; base de grava o piedra trituradas, formada por la combinación de piedra o grava trituradas, combinadas con material de relleno; capa de base de suelo cemento, formada por una mezcla de materiales de origen volcánico compuestos por pómez o arena de río, incluyendo gravas en estado natural mezclados con cemento hidráulico, capa de base negra que está constituida por materiales granulares pétreos recubiertos con Cemento Asfáltico, elaborada en planta, en caliente.

También se puede construir una capa de base por medio de la recuperación del pavimento existente en combinación con material de aporte, y base estabilizada, que es la capa formada por la combinación de piedra o grava trituradas cuando sea requerido en las disposiciones especiales, combinadas con material de relleno, mezclados con materiales o productos estabilizadores, preparada y construida aplicando técnicas de estabilización, para mejorar sus condiciones de estabilidad y resistencia.

Si la capa que será colocada sobre la sub-base es de base granular o base de grava o piedra triturada, el procedimiento de trabajo es igual al descrito anteriormente para la sub-base, teniendo en cuenta que, después de haber cumplido satisfactoriamente con todos los verificaciones previos a su recepción, se debe de proteger la capa de base aplicándole el riego de imprimación, que es la aplicación de un asfalto líquido, por medio de riego a presión sobre la superficie de la base y los hombros de la carretera, con el fin de protegerla, impermeabilizarla y endurecer la superficie favoreciendo así la adherencia entre la superficie de la base y la capa inmediata superior.

---

<sup>11</sup> DE PEDRO GUSTAVO FIGUEROA



### 2.3.6 CONTROL DE TRATAMIENTO SUPERFICIAL DOBLE <sup>12</sup>

Entre las técnicas de Pavimentación de carreteras, de los tratamientos superficiales ha sido la mayor evolución ha experimentado en los últimos años, pasando de un sistema destinado a tránsitos livianos a ser utilizado en tratamientos de carreteras con tránsito pesado y en muchos países, en autopistas.

Los tratamientos superficiales pueden ser utilizados como capas de protección sobre caminos estabilizados o como conservación de pavimentos asfálticos. Los objetivos que se persiguen son la protección, impermeabilización y mejoramiento de la capa de rodadura, proporcionando además una superficie antideslizante.

### 2.3.7 TRATAMIENTOS SUPERFICIALES

#### 2.3.7.1 Tipos de Tratamientos Superficiales

Los tratamientos superficiales abarcan desde una simple y ligera aplicación de cemento asfáltico o emulsión bituminosa, a múltiples aplicaciones de materiales asfálticos sobre las que se distribuyen agregados pétreos.

También se consideran tratamientos superficiales algunos tipos de mezcla asfáltica-agregados. Todos los tratamientos superficiales sellan y prolongan la vida de los caminos. Cada tipo tiene una o más propósitos especiales. La siguiente es una clasificación de tratamientos superficiales asfálticos de acuerdo a su aplicación y preparación.

- Tratamientos superficiales con aplicación de asfalto y distribución de agregados.
- Tratamientos superficiales simples.
- Tratamientos superficiales dobles.
- Tratamientos superficiales con aplicación única de asfalto.
- Riego de imprimación.

---

<sup>12</sup> Autor: Olga Zarepta Cuchillo Cayturio



- Paliativos de polvo.
- Riegos de liga.

### **2.3.7.2 Tratamiento Superficial Simple**

Consiste en una sola aplicación uniformemente distribuida de ligante bituminoso, seguido de una aplicación de árido de tamaño tan uniforme como sea posible. Esta se realiza sobre una superficie acondicionada y con una estructura apropiada a las condiciones de sollicitación a que va a estar expuesta.

### **2.3.7.3 Tratamiento Superficial Doble**

Son dos riegos alternados y uniformemente distribuidos de ligante bituminoso y árido sobre una superficie acondicionada previamente. El tamaño medio del árido de cada distribución sucesiva es la mitad o Menos del tamaño medio de la capa precedente. El espesor total es aproximadamente igual al tamaño máximo nominal del árido de la primera aplicación.

### **2.3.7.4 Funciones de los Tratamientos Superficiales**

Un tratamiento superficial por sí mismo no es considerado un pavimento. Básicamente brinda una cubierta impermeable a la superficie existente de la calzada y resistencia abrasiva del tránsito. Algunas de las funciones más comunes con:

- Proveer una superficie económica y duradera para caminos con bases granulares que tienen tránsitos ligeros y de mediano volumen.
- Prevenir la penetración superficial de agua en bases granulares y pavimentos viejos que han comenzado a desintegrarse por el tiempo o a fisurarse.
- Rellenar huecos, recubrir y ligar partículas minerales desprendidas y restaurar la superficie del pavimento.
- Renovar superficies y restaurar la resistencia al deslizamiento de pavimentos deteriorados por el tránsito en los cuales los agregados superficiales han comenzado a pulirse.





- Restaurar capas de rodamientos afectadas por los agentes climáticos y dar nueva vida a superficies de pavimentos resacas.
- Proveer una cubierta temporaria en los casos de construcción de pavimentos incompletos y demorados o cuando se trata de una construcción por etapas.
- Paliar el polvo.
- Asegurar la adherencia de las capas asfálticas superiores con las bases granulares (riego de imprimación).
- Asegurar la trabazón entre la superficie que está siendo pavimentada y la capa superior (riego de liga).

### 2.3.7.5 Materiales

#### 2.3.7.5.1 Asfalto

El tipo de asfalto o agregado para una aplicación específica depende de la disponibilidad de los materiales, clima u objetivo del tratamiento superficial, variables que deben considerarse en la selección de dichos materiales. Un buen tratamiento superficial requiere que el asfalto tenga las siguientes características:

- Después de aplicado, debe mantener la consistencia adecuada para embeber al agregado.
- Debe curar y desarrollar adhesión rápidamente.
- Después del aplanamiento y curado debe mantener al agregado fuertemente ligado a la superficie del camino para prevenir el desprendimiento por el tránsito.
- Cuando se aplica en la cantidad adecuada no debe despegarse con los cambios de clima.

Al seleccionar el grado de asfalto se deben considerar factores tales como características superficiales, temperatura del aire, humedad.



### 2.3.7.5.2 Agregados

La mayoría de los agregados duros, tales como arena, grava, piedra chancado y escoria chancado, pueden usarse exitosamente en tratamientos superficiales. Sin embargo, el agregado seleccionado debe cumplir ciertos requisitos de tamaño, forma, limpieza y propiedades superficiales. Cuando se usan asfaltos cortados el agregado debe estar seco. Sin embargo, si se usa un asfalto emulsificado, el agregado, cuando se aplica, puede estar húmedo.

En lo posible, debe ser de un solo tamaño, de forma cúbica o piramidal, tan limpia como sea posible para asegurar una buena adhesión de asfalto.

El tipo de sello o tratamiento superficial más comúnmente usado es el de tamaño nominal TN 10-2,5 mm y para doble tratamiento la combinación TN 20-10 mm y 10-2,5 mm, cuyas especificaciones granulométricas son:

Tamices	% QUE PASA	
	Árido 10/14	Árido 4/6
16 mm	100	-
14 mm	85 - 100	-
10 mm	0 - 15	-
8 mm	-	100
6.3 mm	-	85 - 100
4 mm	-	0 - 15
0.075 mm	0 - 2	0 - 2

### 2.3.7.5.3 Equipos

El éxito de un tratamiento depende en gran medida del buen estado de conservación y del buen funcionamiento del equipo. El regador y la grabilladora deberán ser objeto de una profunda revisión durante el invierno y antes de empezar la temporada, deberán realizarse ensayos para comprobar su buen estado.



En una obra de este tipo, pueden distinguirse los siguientes equipos:

Camión regador de asfalto.

- Rodillo metálico liso.
- Compactador neumático.
- Grabilladora.
- Barredora.

El objetivo que debe cumplirse en la realización de un tratamiento superficial, es a través de la secuencia constructiva adecuada, obtener una distribución uniforme de ligante asfáltico y de agregado pétreo, tanto transversal como longitudinalmente y un adecuado acomodo de las partículas de áridos. El éxito de la operación dependerá de:

- Estado de conservación de los equipos.
- Condiciones de ejecución.
- Competencia del personal.

### 2.3.7.6 Proceso Constructivo

#### 2.3.7.6.1 Preliminares

El asfalto debidamente aplicado sostendrá el agregado, y sin llenar los baches, impermeabilizará y no dejará pasar el aire hacia la superficie. Para obtener estos resultados debe esparcirse una fina capa o membrana de asfalto sobre la superficie sin agregado de ningún tipo.

La cubierta del agregado se esparcirá uniformemente, a lo sumo dentro del minuto después de aplicado el asfalto. La precisión con que debe procederse requiere un número de camiones suficiente, con carga de agregado, ya listo para su aplicación, a fin de poder cubrir completamente la fina capa de asfalto en un lapso mínimo.

Para obtener los resultados deseados se requiere tiempo exacto y coordinación. Inmediatamente después de la aplicación del asfalto, el agregado debe ser, esparcido y asentado en su lugar por medio de la aplanadora para obtener una superficie lisa y compacta, de textura llana.



El aplanamiento debe interrumpirse tan pronto como el asfalto se haya endurecido, o de otro modo, la junta entre la superficie y el agregado será inevitablemente rota por la aplanadora.

El tráfico deberá ser desviado o en último caso, controlado a una velocidad no superior a 14 Km. por hora, hasta que el asfalto se haya asentado. Este tiempo variará, de acuerdo con las condiciones climáticas.

La primera fase de la operación no deberá empezarse hasta que toda la operación esté lista para terminarse, o completarse sin retardos en una sola faena.

#### **2.3.7.6.2 Preparado**

Consiste en la aplicación de asfalto a la superficie de una capa base sin asfalto, con los propósitos siguientes:

- Impermeabilizar la superficie de la base.
- Sellar y juntar las partículas sueltas de material inerte.
- Endurecer la superficie.
- Promover una adhesión entre la base y el tratamiento

#### **2.3.7.6.3 Colocación de la capa superficial**

Sobre la superficie preparada de la base se esparce de 1 a 2,5 litros, por metro cuadrado de superficie, de asfalto líquido de baja viscosidad, y se le hace penetrar lo más profundamente posible. Si el asfalto no es absorbido por completo en las próximas 24 horas, el exceso deba ser sacado aplicando la cantidad justa e indispensable de arena, para prevenir desprendimientos con el tráfico.

Antes de comenzar el tratamiento, todo el contenido volátil del asfalto, debe haberse evaporado, procediéndose a barrer la arena suelta que haya quedado en la base.

#### **2.3.7.6.4 Esparcido del asfalto**

Antes de comenzar la operación, debe hacerse una línea a lo largo del camino, que servirá de guía al conductor del camión distribuidor.



Esta línea puede hacerse unos 2 pies afuera del área a asfaltarse y pueden usarse rocas de un tamaño más o menos uniforme.

El largo de cada esparcido debe ser determinado antes de comenzar la faena de la aplicación del asfalto, de acuerdo con el número de camiones que transporta el agregado, que haya disponibles. Otro factor muy importante, que debe tenerse presente, es determinar los períodos de tiempo entre el esparcido del asfalto y el esparcido del agregado. De ninguna manera se esparcirá más asfalto que el que se quiera cubrir con agregado en menos de un minuto. Habrá también que considerar, para el asentamiento del largo del esparcido, tanto la cantidad de tráfico a controlarse, como, el movimiento en las intersecciones con otros caminos.

Una vez efectuados todos los ajustes y verificaciones necesarios, incluyendo el calentamiento del asfalto hasta que adquiera la viscosidad apropiada para esparcirla, la aplicación en proporción correcta no deberá presentar problemas.

El conductor del distribuidor, sencillamente se limitará a mantener la velocidad pre establecida, de acuerdo con la lectura del dial del bitumeter.

El control de la cantidad de asfalto consumido deberá hacerse de cada trayecto.

Esto es posible de hacer fácil y rápidamente calculando los litros por metro cuadrado que se hayan consumido, mediante la aplicación de la fórmula siguiente:

En donde:

R = Asfalto aplicado en litros, por metro cuadrado.

T = Total de litros esparcidos por el distribuidor, a la temperatura del esparcido.  
(Lectura del contenido de asfalto antes de esparcir menos lectura del contenido, después de esparcido).

W = Ancho del área esparcida en metros.

L = Largo del área esparcida en metros.

M = Múltiplo para corregir el volumen del asfalto en base a 15,5 °C.

#### **2.3.7.6.5. Uniones transversales (empalmes)**

Las uniones transversales, ásperas e imperceptibles, pueden ser cortadas empezando y terminando el esparcido de asfalto y agregado, en papel. El papel debe ubicarse de



modo que la orilla delantera quede localizada en la unión deseada. El distribuidor guiado a la velocidad correcta para la proporción deseada de aplicación, debiera empezar esparciendo en el papel de modo que cuando toque la superficie, la barra esparcidora estará produciendo una aplicación completa y uniforme. Una segunda hilera de papeles debería ser ubicada, atravesando la vereda, en el punto de término predeterminado por el

Distribuidor. Esto dará una junta derecha y afilada. Después que el esparcido de agregado ha pasado sobre el papel, debe ser inmediatamente removido y destruido. Para la próxima aplicación, el borde de ataque (sobresaliente) del papel, debe ser ubicado en la capa previa de tratamiento, de modo que estará dentro de 1½ pulgada de la línea de rompimiento o término. Esto impedirá un vacío entre ambos esparcidos.

#### **2.3.7.6.6 Juntas longitudinales**

Las aplicaciones completas de asfaltos y agregado, eliminarán las juntas longitudinales, pero en la mayoría de los tratamientos, el tráfico debe ser mantenido en la mitad longitudinal del camino, por lo tanto, la junta es ineludible. Además, no debe hacerse una cubierta de asfalto de ancho completo, a menos que el distribuidor sea capaz de aplicar toda la presión, a toda la barra esparcidora y las provisiones puedan seguir inmediatamente, con una cubierta de agregado a todo ancho.

Para impedir al agregado de acumulaciones, en la junta longitudinal, la orilla del esparcido de agregado deberá coincidir con la orilla del grosor completo del asfalto aplicado. Esto permitirá un ancho que podrá ser superpuesto cuando se aplique asfalto en la vereda adyacente. Después, cuando el agregado sea esparcido para el ancho completo, en la próxima vereda, no habrá acumulaciones en la junta. El ancho de la franja variará, dependiendo de que la altura de la barra forme o no, abanicos dobles y triples y por los espacios entre los boquetes.

Si es posible, la junta longitudinal debería estar a lo largo de la línea central del pavimento que se está tratando. Debería usarse una guía establecida para asegurar que la junta longitudinal quede justamente en el centro del camino.



### 2.3.7.6.7 Distribución del agregado

Todo el agregado necesario para el esparcido planeado deberá estar a mano antes de empezar. Cuando se mueva el distribuidor hacia adelante para esparcir el asfalto, el esparcidor de agregado debe empezar inmediatamente detrás. Es esencial que el asfalto sea cubierto dentro de un minuto a lo sumo, ya que el aumento de viscosidad que se produce dentro de ese tiempo puede impedir una buena humedad y juntura del agregado. Es también importante que el agregado se esparza uniformemente y en la proporción apropiada. Es una aplicación simple, normalmente el agregado no se pegará al asfalto en más del grosor de una partícula, así es que resulta inútil aplicarlos en una proporción mayor que el grosor de una capa simple.

Un control de alto grado se logra con esparcidoras mecánicas, empujadas por tractor, o con esparcidoras automáticas. Una proporción uniforme de aplicación se obtendrá con un esparcidor correctamente ajustado, si se mantiene un taquímetro para asegurar una velocidad uniforme.

Otra ayuda para controlar la proporción de distribución, es cubriendo el largo con la carga de agregado de cada camión. El exceso de agregado, si se ha dejado en algunas áreas, debe ser removido de inmediato con palas cuadradas. En áreas donde la aplicación es insuficiente, debe añadirse agregado adicional, lo más rápido posible.

### 2.3.7.6.8 Aplanamiento



Esto asienta el agregado en el asfalto y promueve la juntura que es necesaria para resistir el paso del tráfico.

El Instituto del Asfalto recomienda que en todos los tratamientos de superficies, se use aplanadoras con ruedas neumáticas. Aunque ambos tipos dan buenos resultados, el primero da una presión uniforme, a toda el área, mientras que la rueda de acero hará presión sólo en los lugares más altos. Además, la presión de contacto, de la aplanadora de neumáticos, puede ser bajada para prevenir el tratamiento de las partículas suaves. En todo caso deberían usarse aplanadoras automáticas para cada esparcidor de agregado. El aplanamiento debería empezar inmediatamente después de



la distribución del material cubierto, con una aplanadora neumática y continuar hasta que el agregado se asiente apropiadamente en el empaste.

Tan pronto como el agregado tenga un asentamiento, o se haya endurecido, el aplanamiento debe ser interrumpido o la junta entre asfalto y el agregado podría romperse con la aplanadora. El aplanamiento debería empezarse en la línea de afuera del tratamiento, y proceder en dirección longitudinal, avanzando hacia el centro del trabajo. Cada viaje debe sobreponerse al viaje anterior, en más o menos mitad del ancho de las ruedas delanteras o del rodillo.

#### **2.3.7.6.9 Barrido**

El agregado distribuido en forma apropiada no requerirá redistribución, y las dragas deberían ser eliminadas. Las dragas tienden a trasladar las partículas más pequeñas al fondo e impedir la adhesión de las partículas más grandes. También tienden a desalojar o desglosar el agregado adherido, dando vuelta la parte asfaltada hacia arriba, de modo que las ruedas del tráfico terminan por cogerlo.

#### **2.3.7.6.10 Remoción del exceso de agregado**

A pesar de las precauciones, siempre habrán partículas sueltas de agregado en la superficie del camino, después de completada la operación de aplanamiento. Antes de que se cubra con asfalto la vereda adyacente, se debe barrer el agregado suelto a lo largo de la junta, y si es necesario, del resto de la vereda no cubierta.

El agregado que no adhiere crea un problema, ya que los neumáticos en vehículos rápidos, cogerán las partículas sueltas arrojándolas contra los vehículos siguientes, dañando a menudo faroles delanteros, parabrisas y los niquelados. Estas partículas deben ser removidas, por un barrido ligero con una barredora rotatoria durante el fresco de la mañana (temprano) cuando el asentamiento final del asfalto ya ha ocurrido.





### 2.3.7.6.11 Tratamiento de superficies múltiples

Para pavimentos con un tráfico intenso, o cuando se desea construir una nueva y gruesa esterilla, se recomienda usar tratamientos dobles y triples. Este tipo de superficie producirá un grosor de 1/2 pulgada, que aplicada sobre una base sólida, será capaz de soportar tráficos intensos en gran volumen, por largos períodos.

Cuando se efectúan aplicaciones múltiples, es esencial que cada capa siguiente de agregado se fusione por completo con la carga previamente ubicada, de modo que la obra completa forme una sola masa homogénea, con una superficie lisa y compacta. El éxito de éste tipo de obra, depende de la ligazón o fusión de las partículas y de la distribución homogénea del asfalto a través de la masa entera.

El agregado de tamaño más grande se ubicara en el fondo, colocando encima las capas sucesivas, con agregado más fino. Una regla generalmente aceptada, es que la segunda aplicación del agregado debería ser cerca de la mitad del tamaño de la primera aplicación de agregado, y la tercera cerca de la mitad del grosor de la segunda.

Por ejemplo, si la primera capa de agregado es de más o menos de 1 a 1½ pulgada de grosor, la segunda debería ser de 1/2 a 1/4 de pulgada y la tercera de 1/4 a 1/8 de pulgada (tamiz N° 6), usando agregado normal. El grosor total para un tratamiento doble de superficie con los primeros dos agregados podría ser cerca de 1 pulgada, y para un tratamiento triple, usando las tres medidas, cerca de 11/8 pulgadas. El grosor será menos con grandes porcentajes de partículas lisas en el agregado.

La cantidad de cada medida de agregado, para un tratamiento múltiple, es la cantidad requerida para cubrir la superficie del grosor de una piedra. Esta cantidad de esparcido, debería ser determinada sin discrepancias permitidas para esparcidos erróneos.

Los procedimientos de construcción para los tratamientos múltiples son, esencialmente, los mismos que para los tratamientos simples, exceptuando que el proceso se repite una o dos veces. El procedimiento para un tratamiento doble consiste de los siguientes pasos:



- Ubicación de la primera aplicación de asfalto.
- Ubicación de la primera aplicación de agregado.
- Aplanamiento de la primera capa de agregado.
- Ubicación de la segunda capa de asfalto.
- Ubicación de la segunda capa de agregado.
- Aplanamiento de la segunda capa de agregado.

Debiera haber una imprimación o vulcanización apropiada, entre cada tratamiento.

#### 2.3.7.6.12 Controles

Durante la ejecución de la obra se deben efectuar los controles siguientes:

- Condiciones climáticas.

Es ideal un clima cálido, seco. No se debe trabajar si la temperatura ambiente es menor de 10 °C para emulsiones asfálticas y 15 °C para cementos asfálticos y cortados, o si la temperatura superficial es menor de 21 °C. No debe trabajarse si hay tiempo neblinoso o posibilidades de lluvia.

- Condiciones de la superficie.

La superficie deberá estar limpia, libre de materias extrañas y secas, sin acumulaciones de bitumen correspondiente a la imprimación o liga.

- Equipos

Todas las partes de los equipos deben examinarse de modo de tener la certeza que están en buenas condiciones de trabajo. Se debe verificar que la barra regadora esté colocada a la altura correcta para el traslape adecuado y que todas las boquillas estén limpias y en el ángulo adecuado.

- Granulometría y humedad de los agregados, según especificaciones.
- Temperatura de aplicación del asfalto, según gráfico viscosidad.
- Control de las cantidades de asfalto (ASTM D 2995-79) y agregados aplicadas según dosificación.
- Muestreo de todas las partidas de asfalto llegadas a la obra para su análisis de calidad.



### 2.3.8 CONTROL DE SUBDRENES

Este trabajo consiste en la construcción de estructuras drenantes del pavimento o subsuelo con la finalidad de captar y evacuar aguas subterráneas, utilizando materiales filtrantes, tales como: piedra, grava, tubería perforada, debidamente aprobados, de acuerdo con estas especificaciones y de conformidad con el proyecto.

Los subdrenes a construir que no estén considerados en el proyecto, son definidos y aprobados por el Supervisor en función a las condiciones particulares encontradas en el terreno.

#### 2.3.8.1 MATERIALES

Los materiales para los subdrenes consistirán de lo siguiente:

- a) Material filtrante: Podrá ser natural, provenir de la trituración de piedra o roca, o ser una mezcla de ambos y estará constituido por fragmentos duros y resistentes.
- b) Tubería: La tubería perforada a instalar, será la especificada en el proyecto y en caso contrario será la aprobada por el Supervisor.
- c) Equipo: Se deberá disponer de los equipos necesarios para explotar, procesar, cargar, transportar y colocar el material filtrante, así como para los trabajos de instalación del subdrén.

La excavación se deberá ejecutar de acuerdo con lo indicado en los sectores existentes de aguas subterráneas.

### 2.3.9 CONTROL DE LOS NIVELES<sup>13</sup>

Es el conjunto de procedimientos para determinar las posiciones de puntos sobre la superficie de la tierra, por medio de medidas según los 3 elementos del espacio. Estos elementos pueden ser: dos distancias y una elevación, o una distancia, una dirección y una elevación.

---

<sup>13</sup> Autor/Master Sergio Navarro Hudiel



Para distancias y elevaciones se emplean unidades de longitud (en sistema métrico decimal), y para direcciones se emplean unidades de arco. (Grados sexagesimales)

El conjunto de operaciones necesarias para determinar las posiciones de puntos y posteriormente su representación en un plano es lo que se llama Comúnmente "Levantamiento".

- Clases de Levantamientos.
- Errores.
- Levantamientos.
- Empleo de la Cinta en medidas de Distancias.
- Superficies.
- Direcciones de las líneas y ángulos horizontales.
- Brújula.
- Transito.
- Medida de Ángulos.
- Teoría.
- Agrimensura.
- Precisión de los cálculos en que intervienen Funciones Trigonométricas.
- Plancheta

### **2.3.9.1 Medida de Distancias Verticales o Desniveles**

La superficie de referencia adoptada podrá corresponder a un plano o a una superficie curva, los cuales pueden ser reales o imaginarios. Se denomina Superficie de Nivel a aquella caracterizada porque todos sus puntos tienen igual cota o elevación. La cota de una superficie de nivel corresponde a la cota de cualquiera de sus puntos.

La Distancia Vertical entre dos puntos es la diferencia de cotas, o desnivel, entre las superficies de nivel que pasan por ellos.



Nivelar es determinar o medir la distancia vertical o diferencia de cotas entre dos puntos del terreno.

La superficie de referencia que se adopta es la del nivel medio del mar; sólo en casos justificados se puede permitir otra.

Cuando en los procedimientos de nivelación se usen métodos basados en visuales, hay que tener presente el efecto de curvatura de la tierra y el efecto de la refracción atmosférica.

Las medidas directas de distancias verticales, según el caso, se pueden hacer de varias maneras. Cuando se trate de altura de edificios, profundidad de pozos u otros casos semejantes, se puede usar una cinta métrica; pero para puntos ubicados sobre la superficie del terreno, como sucede en caminos, los métodos prácticos de nivelación que corresponda usar serán: nivelación geométrica, nivelación trigonométrica y eventualmente nivelación barométrica.

### **2.3.9.2 Métodos Precisos para Determinar Desniveles.**

La metodología precisa para determinar desniveles consiste en medir directamente distancias verticales. Se le denomina nivelación directa, geométrica o por alturas, y es el método más empleado y es en la que se usa el nivel topográfico.

Métodos de Mediana Precisión para Determinar Desniveles. Para determinar desniveles con mediana precisión se puede recurrir a la medida de ángulos verticales y distancias horizontales, obteniendo indirectamente el valor buscado. A este procedimiento se le designa nivelación trigonométrica o por pendientes. La nivelación trigonométrica implica una determinación de distancias horizontales con mayor precisión que la que se logra mediante el método este dimétrico. La precisión requerida se expresará en centímetros en función de la distancia. Como, por lo general, la nivelación trigonométrica se utiliza para determinar desniveles entre puntos distantes, se debe tener especial cuidado en considerar, cuando corresponda, los efectos de la refracción y de la curvatura terrestre para corregir los resultados.



Métodos de Baja Precisión para Determinar Desniveles. Etapa de Reconocimiento y Estudio Preliminar.

En trabajos de exploración o reconocimientos o estudio preliminar en que los desniveles son muy grandes, como es el caso de lugares montañosos o en lugares ausentes de información, puede resultar conveniente usar métodos que, siendo de baja precisión, proporcionan antecedentes que resultan satisfactorios para esa etapa del estudio. Tal vez el método más representativo sea el de nivelación barométrica que, mediante lecturas de la presión atmosférica en los puntos de interés, permite determinar sus diferencias de cota, en virtud de que la presión atmosférica varía en razón inversa de la altura. En condiciones normales, las determinaciones efectuadas con barómetro o altímetro están afectadas a errores del orden de metros.

### **2.3.9.3 Nivelación Directa**

Es en la que se usa el nivel topográfico como instrumento para medir la diferencia de altura entre dos puntos. Esta medición se basa en la diferencia de altura que existe entre los dos planos que contienen a dichos puntos.

En este tipo de nivelación se desprecia la curvatura de la tierra, pues las distancias medidas son muy pequeñas con relación al radio de la tierra, por lo que se desprecia el error que se puede generar.

Al despreciar el efecto de curvatura de la tierra, el desnivel entre los puntos viene dado por la diferencia de lectura entre las miras, por lo tanto la fórmula válida para el cálculo de cota de un punto será la expresión anterior. Al igual que cuando se necesita medir distancias horizontales mayores a la longitud de la huincha se hacía por escalones, para medir distancias verticales mayores al largo de la mira se hace un procedimiento similar, trasladando las cotas de un punto a otro sucesivamente. Se divide el trabajo por partes, intercalando una serie de puntos intermedios cuyas diferencias sucesivas de cotas se determinan de acuerdo a la fórmula anterior.



#### 2.3.9.4 Las aplicaciones de la nivelación directa:

- Apoyar las cotas de las estaciones de un levantamiento, las que se obtienen en forma trigonométrica.
- Obtener las cotas a lo largo de una línea determinada, tales como eje de caminos, ferrocarriles, acueductos, etc. Lo que constituye la determinación del perfil longitudinal
- Para la determinación de una sección transversal.
- En la construcción de viviendas para determinar los diferentes desniveles y en general para todo tipo de obra en construcción.

#### 2.3.9.5 Métodos de nivelación doble:

- Nivelación cerrada
- Nivelación con miras dobles
- Nivelación paralela o con dos series de puntos
- Nivelación por doble posición instrumental
- Nivelación recíproca

#### 2.3.9.6 Nivelación con Miras Dobles

Existen miras especiales con doble graduación, por un lado la graduación es ascendente y por el otro lado la graduación es descendente.

La comprobación se obtiene que al sumar las dos lecturas, deben sumar el largo de la mira.

#### 2.3.9.7 Perfiles Transversales

Se llama transversal, la intersección del terreno con un plano vertical normal al eje longitudinal del terreno.

Generalmente estos perfiles transversales se tomen frente a cada estaca que indica el trazado. El objetivo de estos perfiles es obtener frente a cada estaca la forma exacta de la



sección transversal de la obra, para hacer el cálculo del volumen de excavaciones o terraplenes.

Para determinar la forma transversal del terreno, es necesario determinar las cotas de una serie de puntos a ambos lados del Eje, con los métodos ya vistos (Nivelación Directa). Se escogen estos puntos de manera que representen un detalle determinado de la forma del terreno, de ahí que se deben tomar los puntos donde hay un quiebre notable de la pendiente del terreno. Además, hay que medir las distancias horizontales a partir del eje del estacado. Se deben identificar los puntos claramente si son de la izquierda o de la derecha, para ello se debe tomar en cuenta el sentido de avance de la obra.

El registro de los datos para los transversales debe hacerse en forma separada del registro longitudinal. Se recomienda incluso hacer estos trabajos en dos etapas distintas, es decir primero hacer la nivelación del longitudinal y luego hacer la nivelación de los transversales.

### **2.3.10 EJECUCIÓN DE RECOLECTORES DE AGUAS PLUVIALES<sup>14</sup>**

#### **2.3.10.1 EJECUCIÓN DE ALCANTARRILLAS**

Antes de llevar a cabo la ejecución del proceso constructivo de una carretera el Ingeniero debe de conocer las condiciones que afectan a la construcción. Donde las condiciones encontramos en los diseños, especificaciones técnicas y memorias de cálculo del proyecto, sin dejar a un lado el conocimiento del terreno en que se va a ejecutar el replanteo e instalación de las obras de drenaje, en nuestro caso alcantarillas

En la ejecución de la construcción de las alcantarillas primero se coloca una estaca en las abasisas donde el plano indica que va una alcantarilla tomando como referencia la abcisa redonda mas cercana. Una vez ubicado el punto en el eje se procede a excavar y nivelar sobre este punto, para terminar se ubica dos puntos auxiliares a una distancia prudencial

---

<sup>14</sup> Autor/ Juan A. Farias meza

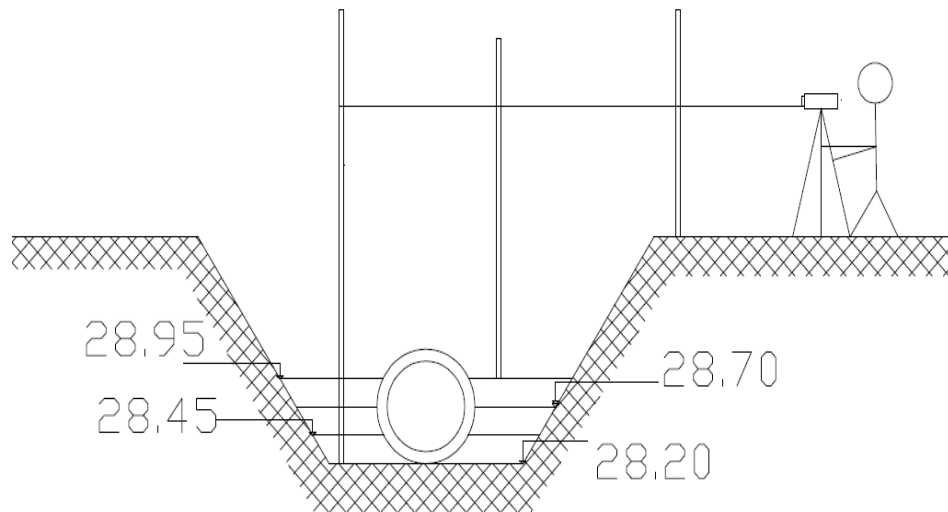




para así evitar que estos se pierdan con el trabajo de las maquinarias al realizar el movimiento de tierra, colocando unos pequeños hitos de referencia.

Luego de replantear correctamente, se procede a la selección de maquinaria para la instalación y excavación, así como haber organizado el personal de trabajo.

**Figura: N°5 Control de nivel de relleno**



**Fuente: Juan A. Farias meza<sup>15</sup>**

En la instalación se debe asegurar las tuberías en la maquinaria, para luego izarlo en forma prudencial hasta su correcta ubicación dentro la zanja excavada, siempre efectuando el control de la pendiente para cada una de las tuberías con las cotas en los planos de detalle.

---

<sup>15</sup>Autor/ Juan A. Farias meza

**Figura: N° 6 Izado de tubería**



Fuente: Juan A. Farias Meza

### 2.3.11 CONTROL DE CUNETAS<sup>16</sup>

Las cunetas son zanjas construidas de hormigón simple que se ubican en los extremos laterales de las carreteras, con el fin de recibir aguas pluviales y evacuar a las alcantarillas para posteriormente encausar a los ríos.

Además cumplen otra finalidad de:

- Control del nivel de aguas subterráneas.
- Retención de las nieves que escurren de la calzada.
- Evacuación de las aguas infiltradas.

Existen varios tipos de cunetas:

- a) Cunetas de coronación de desmonte.

Se construye en la parte más alta del desmonte con el fin de evitar la erosión y arrastre del material que conforma el talud.

- b) Cunetas de coronación de terraplén.

Este tipo de cuneta evita que el agua recogida por la calzada penetre en el talud, lo que podría ocasionar arrastre e incluso el desmoronamiento parcial del

---

<sup>16</sup>Autor/ Luis Bañón Blázquez

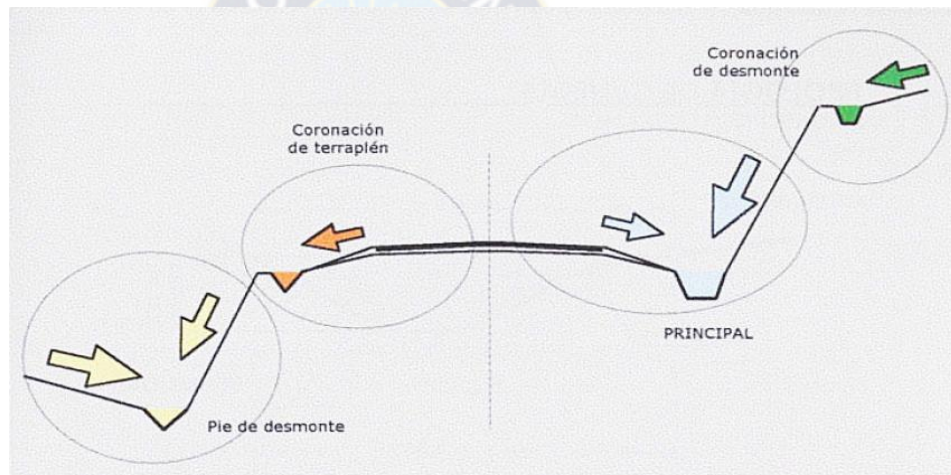


tterraplen. Son de menor tamaño, ya que unicamente deben evacuar el agua recogida en el firme.

c) Cuneta de pie de terraplen.

La razon de construccion de este tipo de cuneta es para recoger las aguas que caen sobre el talud del terraplen y sobre el terreno circundante, sobre todo si su pendiente virtiete el propio relleno, ya que podria llegar a erosionar gravemente la base del mismo.

Figura: N° 7 cunetas



### 2.3.11.1 Clasificación de las cunetas según la sección<sup>17</sup>

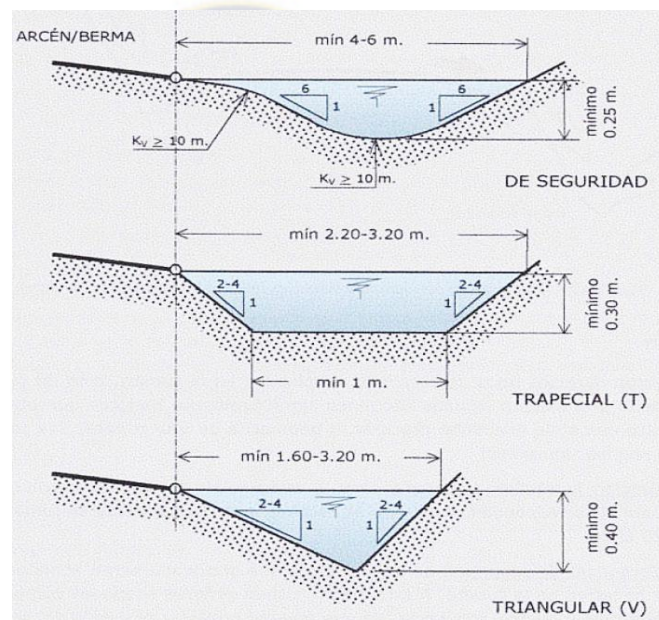
Existen varios tipos de secciones en su construcción cunpliendo una función hidraulica de acuerdo a los siguientes parámetros:

- Sección hidráulica apropiada para la evacuación del caudal máximo previsto para el correspondiente periodo de retorno.
- Garantizar la seguridad de los vehiculos que accidentalmente abandonen la via y penetren en la cuneta. A este efecto, debe evitarse secciones con pendientes desiguales y puntos angulosos.

<sup>17</sup> Autor/Luis Bañon Blanquez

- Simplicidad geométrica, de forma que su ejecución sea rápida, barata y eficaz.
- Durabilidad de la infraestructura, empleando materiales adecuados y procurando una construcción correcta de acuerdo a las especificaciones técnicas.

**Figura: N° 8 Clasificación de las cunetas**



Fuente: Luis Bañón Blasquez

### 2.3.12. CONSIDERACIONES SOBRE LOS SUELOS<sup>18</sup>.

Para la ejecución de un proyecto vial, se puede considerar la existencia de zonas o actividades netamente definidas relacionadas y dependientes entre sí que conforman el total de actividades vinculadas a la construcción de la vía, siendo estas:

- Movimiento de tierras para eje de carretera (cortes y rellenos)
- Voladura en zonas rocosas (incluye túneles)
- Uso de canteras

<sup>18</sup> Autor/ Eulalio Juárez Badillo, Alfonso rico Rodríguez



- Existencia de DME
- Planta chancadora
- Planta de asfalto
- Planta de concreto
- Carpeta asfáltica
- Carpeta de concreto

### **2.3.13. PECULIARIDADES DE LOS SUELOS**

Peculiaridad de los suelos son los componentes del yacimiento, su composición de los materiales.

Todo material de banco de préstamo que fue del cerro de avichaca.

### **2.3.14. DESCRIPCIÓN FISIOGRAFICA**

Fisiogeográficamente está ubicado a las proximidades del lago Titicaca y el nevado Illampu, presenta un clima frío, ventoso y seco, generándose cambios bruscos de temperatura durante las estaciones de invierno y verano. La temperatura llega hasta 18° C° durante el día por la gran insolación y en la noche baja a 8° bajo cero durante el invierno, con una temperatura media de 12°C° aproximadamente, con cielo limpio y sol radiante la mayor parte del año.



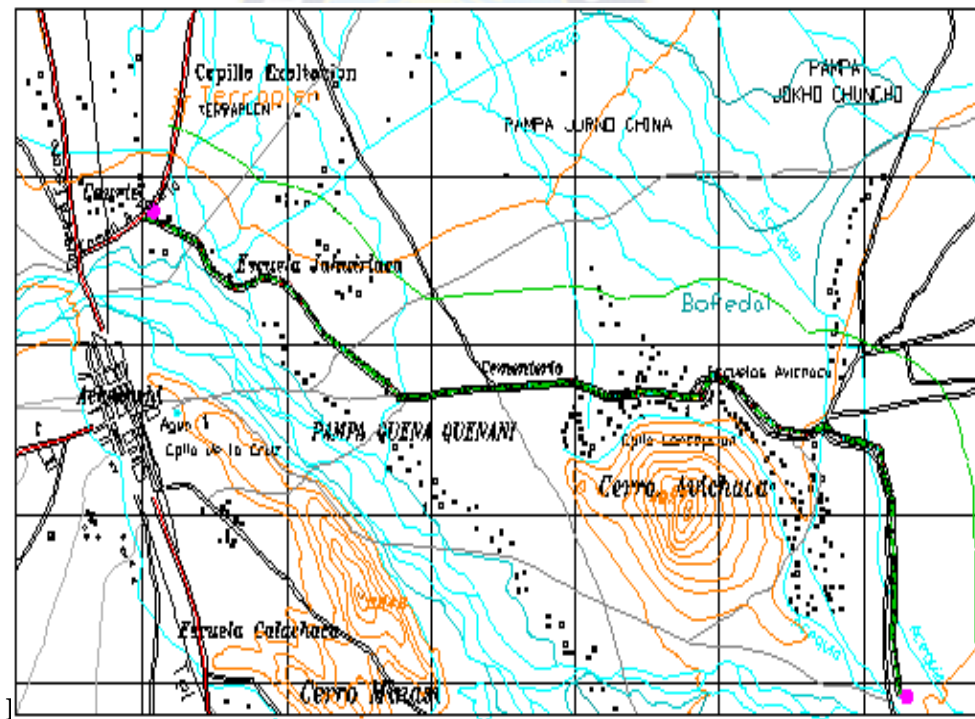
### CAPITULO III

#### 3. ACTIVIDADES DE LA PASANTÍA

##### 3.1. UBICACIÓN DE LA CARRETERA

El proyecto (cruce Cuartel – Avichaca – Cruce Cala Cala), se encuentra ubicado en el Departamento de La Paz, abarca la primera Sección Municipal de la provincia Omasuyos, involucrando en su trayecto a los centros poblados de Taramaya, Jahuirilaca, Avichaca Pampa, Avichaca Baja, Avichaca Alta Y Comunidad Cala Cala.

**Figura: N°9 ubicación de la carretera**





### 3.2. ACTIVIDADES REALIZADAS EN EL PERÍODO DE PASANTÍAS

Se realizó las siguientes actividades:

- Ejecución de terraplén y subrasante.
- Perfilado y compactado de la sub rasante.
- La conformación de sub base y base.
- Preparación limpieza para colocación de asfalto
- Ejecución Verificación de tratamiento superficial doble.
- Control de nivel.
- Construcción de cunetas.
- Ejecución de recolectores de aguas pluviales.
- La ejecución de alcantarillas.
- Control en area de laboratorio

#### 3.2.1 EJECUCIÓN DE TERRAPLÉN Y SUBRASANTE

##### 3.2.1.1 EL PROCESO DE LA EJECUCIÓN DEL TERRAPLÉN

La ejecución de terraplén estuvo subordinada a los planos y especificaciones que fue proporcionado al contratista.

La ejecución se procedio con el desbosque, destronque y limpieza.

En la construcción de terraplén, se colocó la primera capa de material granular permeable, para que actué como un dren para las aguas de infiltración en el terraplén.

El material destinado a la construcción de terraplén se colocó en capas horizontales sucesivas en todo el ancho de la sección transversal y en longitudes tales que permitieron su humedecimiento o desecación y su compactación.

El cuerpo del terraplén, el espesor de las capas compactadas no paso de 30 cm. Pero indica en especificaciones técnicas que no debe pasar. El espesor en las capas finales no paso de 20 cm.



**PROCESOS CONSTRUCTIVOS PARA LA CONFORMACIÓN DEL TERRAPLÉN  
CARRETERA CRUCE CUARTEL – CRUCE CALA CALA  
PROGRESIVA 6+ 420 A 7+ 232,42**



La humedad de compactación para las capas acabadas no estuvo más del 3% por encima o por debajo del contenido óptimo de humedad, debiendo efectuarse ensayos prácticos de densidad de acuerdo con las especificaciones AASHTO T-147.

Las densidades de la subrasante, dentro de los límites de la sección de proyecto:

Los sectores que no alcanzaron las condiciones mínimas de compactación fueron escarificados, homogeneizados, llevados a la humedad adecuada y nuevamente compactados de acuerdo con las densidades exigidas.

En la siguiente planilla se muestra: el ensayo de granulometría, proctor modificado







**Fotografía N° 1 Desbroce de la capa vegetal manualmente**



**Fotografía N° 2 Colocado de pedraplen**



Se identifica en el laboratorio que cumplió la densidad un 95%, el banco de préstamo para transportar el material para terraplen.

Después de obtener el material adecuado, se transportó el material de acuerdo a lo que se requirió las alturas y luego se relleno las primeras capas.



**Fotografía N° 3 Colocado del material al adecuado lugar**



Luego se realizó el procedimiento del cuerpo del terraplen con la moto niveladora, aguatero y procesar el material .

Una ves procesado el material se llevo a extender y compactar y despues se pide la nivelación.

**Fotografía N°4 Compactado del material**





### 3.2.1.2 PERFILADO Y COMPACTADO DE LA SUB RAZANTE

#### 3.2.1.2.1 Materiales y equipos utilizados

El material de la subrasante a regularizar, será el que tenga la superficie de la vía actual. O se agregará material.

Las maquinarias que fueron utilizados:

- Motoniveladora
- Compactador de rodillo liso autopropulsor
- Camión cisterna 10000 Lt.

#### 3.2.1.2.2 Ejecución

- **Perfilado.**

Antes de colocar algún material de sub-base o base y después de haber dado término al movimiento de tierras en los cortes, la sub-rasante se perfiló a las cotas y pendientes indicadas en los planos.

Después de haber perfilado y compactada la sub-rasante, se controló el cumplimiento de las cotas en todos los puntos y se agregó el material que sea necesario para llevar la rasante a los niveles especificados en los planos.

En todos los puntos blandos o con poca capacidad de soporte, se removió el material hasta la profundidad que indique la Supervisión y las depresiones resultantes fueron rellenadas con el material apropiado, el que luego fue compactado a la densidad especificada para las zonas adyacentes.

### 3.2.2 CONFORMACIÓN DE SUB BASE Y BASE

La verificación de construcción de sub base y base se realizó de una manera viable y eficaz para una buena compactación de terraplén.



Previo a la colocación de cualquier capa de sub-base, la sub-rasante se compacto el terraplén. Cuando se llego al nivel de sub-rasante por medio de la construcción de un terraplén, los últimos 30 cm se compacto como mínimo 95% de la densidad máxima 97% determinada para el material en uso.

### 3.2.3 CAPA SUB-BASE

#### 3.2.3.1 Materiales, herramientas y equipo utilizados

- **Materiales**

El material utilizado fue el que se encontraba a nivel de sub rasante, y que reúna las condiciones granulométricas según ensayos de caracterización. con los siguientes ensayos:

Análisis granulométrico por tamizado      AASHTO T 27;

Limite de plasticidad      AASHTO T 90;

Limite Líquido      AASHTO T 89.

- **Maquinaria y equipos**

Los equipos de compactación y mezcla fueron seleccionados de acuerdo con el tipo de material empleado.

Para la ejecución de la capa de sub-base el contratista utilizo los siguientes equipos.

- Motoniveladora
- Camión cisterna
- Compactador de rodillo liso
- Vibrocompactador pata de cabra
- Camión Volquete

#### 3.2.3.2 Ejecución

La ejecución de la sub-base granulométrica comprendió las operaciones de escarificado, mezcla, humedecimiento o desecación, compactación y perfilado, de los materiales conformados IN SITU, realizadas sobre la subrasante debidamente regularizada o



**PROCESOS CONSTRUCTIVOS PARA LA CONFORMACIÓN DEL TERRAPLÉN  
CARRETERA CRUCE CUARTEL – CRUCE CALA CALA  
PROGRESIVA 6+ 420 A 7+ 232,42**



refuerzo estructural aprobado por el supervisor en el ancho establecido, en cantidades que permitan llegar al espesor y cota diseñado luego de la compactación.

La sub-base acabada obtuvo como mínimo 97% de la densidad máxima determinada según el ensayo AASHTO T-180.

Antes de que iniciara las operaciones constructivas fueron colocadas a distancias convenientes de los bordes de la plataforma, estacas que serán referencias para el control de las cotas.

Después del esparcimiento de los materiales, se determinó el contenido de humedad. En algunos lugares tuvieron exceso de humedad, los materiales fueron removidos, con equipos de mezcla hasta que se obtuvo la humedad que ya estaba dentro de la faja de variación de humedad definida en el laboratorio.

Después de haber concluido la determinación del contenido de humedad, se iniciaron las operaciones de compactación.

El Vibrocompactador c/pata de cabra recorrió la capa que está siendo compactada, en trayectorias equidistantes del eje, de modo de sobreponer, en cada recorrido, la mitad de la señal dejada en el recorrido anterior. En tramos alineados se realizaron de los bordes al centro, en las curvas, del borde más bajo hacia el borde más alto, repetidamente, hasta obtener el grado de compactación especificado en los planos.

Las partes inaccesibles, como en las partes que su uso no es deseable (cabeceras de obras de arte especiales), la compactación fue ejecutada con compactadores vibratorios manuales.

La conformación de la superficie final de la sub-base fue ejecutada simultáneamente con la compactación de la última capa. El acabado de la superficie se ejecutó con vibrocompactador de rodillo liso,



**PROCESOS CONSTRUCTIVOS PARA LA CONFORMACIÓN DEL TERRAPLÉN  
CARRETERA CRUCE CUARTEL – CRUCE CALA CALA  
PROGRESIVA 6+ 420 A 7+ 232,42**



Durante todo el tiempo que duro la construcción hasta la recepción y aceptación de la capa, los materiales fueron protegidos contra la acción destructiva de las aguas pluviales, del tránsito y de otros agentes ocasionen daño.

Las áreas destinadas al estacionamiento y a los servicios de mantenimiento de los equipos, fueron localizados de modo que residuos de lubricantes y combustibles, no sean derramados y escurran hasta cursos de agua.

En la siguiente planilla se muestra el ensayo de granulometria y proctor.





### 3.2.4 CAPA BASE

#### 3.2.4.1 Maquinaria y equipos utilizados

Para la ejecución de la capa base se utilizó los siguientes equipos:

- Motoniveladora con escarificador.
- Camión Aguatero (distribuidor de agua).
- Rodillos compactadores tipo liso-vibratorio.
- Vibrocompactador pata de cabra.
- Camión volqueta de 8 cubos

#### 3.2.4.2 Ejecución

La ejecución de la capa base estabilizada, comprendió la producción, carga, transporte, distribución sobre plataforma, mezclado y pulverización, humedecimiento o desecación, compactación y acabado, de los materiales transportados del yacimiento, colocados sobre una superficie debidamente preparada, conformada monolíticamente y aprobada por el supervisor en el ancho establecido, en cantidades que permitan llegar al espesor del diseño, luego de la compactación.

El espesor mínimo de la capa base fue de 10 cm. después de su compactación. En la capa acabada las densidades fueron como mínimo 100% de la densidad máxima determinada según el ensayo AASHTO T-180-D.

Las gravas fueron trituradas para encuadrarlas en la faja granulométrica especificada en el proyecto, debiendo para tal fin ser dosificada en una planta.

El acopio de material de base sobre la plataforma sólo fue permitido con autorización escrita del supervisor. El material fue inmediatamente esparcido sobre la superficie preparada mediante la utilización de un distribuidor de material granular o equipo adecuado para proceder luego a la compactación.



### **3.2.5 PREPARACIÓN Y LIMPIEZA PARA COLOCACION DE ASFALTO**

Se hizo la limpieza, para lo cual se eliminaron elementos organicos,y otros que perjudiquen la pega entre superficie y carpeta asfáltica.

#### **3.2.5.1. Materiales, herramientas y equipo**

- Escobas de paja

#### **3.2.5.2. Ejecución**

Se eliminó todo elemento que perjudicaba la pega entre superficie y carpeta asfáltica, finalmente se limpió toda la superficie del polvo usando las escobas de paja, a aprobación del supervisor de obra.

### **3.2.6 TRATAMIENTO SUPERFICIAL DOBLE**

El procedimiento de tratamiento superficial doble, se realizó con un riego de la gravilladora aproximadamente entre 20% a 80% de asfalto y luego 3/8 y dejamos que penetre con el asfalto.

Esta limpieza se debe de comenzar pasando una escoba manual para que retire todo el material suelto que se encuentre sobre la superficie imprimada.

El asfalto se coloca en una temperatura entre 70° a 80°.

Despues de gravillas se pone el vibro sin compactar, el vibro de 12 toneladas.

Tiene que acomodar las particulas, no compactar, una ves que pase la vibro pasa el neumatico sellado.





### 3.2.6.1 Barrido previo manual y extensión de gravilla de 3/4 ”y 3/8”

Fotografía N°5 Extensión de gravillas



Fotografía N° 6 Barrido manual de gravillas 3/4 ”y 3/8”





### 3.2.7 CONTROL DE NIVELACIÓN.

Se realizó la nivelación de cada capa (subrasante, sub base, base, cunetas)

Con los siguientes equipos que a continuación será mencionado:

- Trípode
- La mira
- Bastón
- Prisma
- Cinta
- Navegador GPS
- Estaca para el replanteo
- Combo
- Pintura para las progresivas

Nivelación de la carretera se considero las estacas en secciones transversales cada 20m (izquierda, eje, derecha) en las curvas se estaqueo cada 10 metros.

#### Fotografía N° 7 Nivelación del terraplen





**Fotografía N° 8 Nivel Automático utilizado**



**Fotografía N° 9 Estacas para la nivelación**





**Fotografía N°10 Pintando para las progresivas**



**Fotografía N°11 Medición de la carretera**





### 3.2.8 CONSTRUCCIÓN DE CUNETAS

Lo primero que se realizó el replanteo, nivelación, mira topográfica y la distancia para la construcción.

#### 3.2.8.1 Materiales, herramientas y equipo que se utilizarón:

- Piedra
- Arena
- Grava
- Cemento
- Alquitrán articular, la piedra era del tipo manzana. La elaboración del hormigón se realizó de forma mecánica.

#### 3.2.8.2 La Ejecución

Sobre el terreno perfectamente nivelado, se colocó las piedras uniformemente, introduciéndolas parcialmente en el terreno, de modo que formaron una superficie compacta.

El Hormigón simple de dosificación 1:2:3 cuyo contenido mínimo de cemento es de 325 kg/m<sup>3</sup>, y una resistencia característica de 21 MPa a los 28 días, se colocó sobre el empedrado, entrando la mezcla sobre las juntas y espacios entre piedras este trabajo se realizó con una varilla metálica con el fin de rellenar los espacios vacíos y compactar el hormigón. Una capa adicional de mortero se colocó sobre la superficie de las piedras de modo de formar una carpeta de hormigón de 5 cm de espesor.

Esta última superficie es lisa y sin irregularidades. Se procedió de forma similar con el fondo y las paredes de la cuneta, y su acabado tiene las dimensiones establecidas en planos.

Se colocó juntas de dilatación en esta última capa de Hormigón simple cada 1.5 m. con un espesor de 0.5 cm., que posteriormente se rellenó con alquitrán para evitar la infiltración y protección de la junta de dilatación.



### Fotografía N°12 Construcción canal de cunetas



#### 3.2.9 CONTROL DE EJECUCIÓN DE ALCANTARILLAS

El alcantarilla se realizó de acuerdo al plano diseñado.

Las estructuras de hormigón armado se construyó de estricto acuerdo con las líneas, cotas, niveles, rasantes y señaladas en los planos.

También se realizó la ejecución de aberturas para instalaciones, juntas, acabados, remoción de encofrados y cimbras, además de otros detalles requeridos para su satisfactorio cumplimiento.

##### 3.2.9.1. Material, herramientas y equipo

- Cemento
- Arena
- Grava
- Agua
- Acero estructural

##### 3.2.9.2 La Ejecución

- **Encofrados**

Tuvo las formas, dimensiones y estabilidad necesarias para resistir el peso del vaciado, personal y esfuerzos por el vibrado del hormigón durante el vaciado.



Se estancarón a fin de evitar el empobrecimiento del hormigón por escurrimiento del agua.

El Supervisor de Obra demostró que los encofrados presentaban defectos, interrumpió las operaciones de vaciado hasta que las deficiencias fueron corregidas.

Como medida previa a la colocación del hormigón se procedió a la limpieza y humedecimiento de los encofrados, no debiendo sin embargo quedar películas de agua sobre la superficie.

Se hicieron varios encofrados, estos se limpiaron y repararon perfectamente antes de su nuevo uso.

- **Mezclado**

El hormigón preparado en obra estuvo mezclado mecánicamente, para lo cual:

- Se utilizó una hormigonera de capacidad suficiente para la realización de los trabajos requeridos.
- Se comprobará el contenido de humedad de los áridos, especialmente de la arena para corregir en caso necesario la cantidad de agua vertida en la hormigonera. De otro modo, habrá que contar esta como parte de la cantidad de agua requerida.
- El hormigón se amasa de manera que se obtenga una distribución uniforme de los componentes (en particular de los aditivos) y una consistencia uniforme de la mezcla.
- El tiempo mínimo de mezclado fue de 1.5 minutos por cada metro cúbico o menos. El tiempo máximo de mezclado será tal que no se produzca la disgregación de los agregados.

- **Transporte**

Para el transporte se utilizó procedimientos concordantes con la composición del hormigón fresco, con el fin de que la mezcla llegue al lugar de su colocación sin



experimentar variación de las características que poseía recién amasada, es decir, sin presentar disgregación, intrusión de cuerpos extraños, cambios en el contenido de agua.

Para los medios corrientes de transporte, el hormigón se colocó en su posición definitiva dentro de los encofrados, antes de que transcurran 30 minutos desde su preparación.

- **Vaciado**

No se procedió al vaciado de los elementos estructurales sin antes contar con la autorización del Supervisor de Obra.

El vaciado del hormigón se realizó de acuerdo a un plan de trabajo organizado. La temperatura de vaciado fue mayor a 5°C.

No logró efectuarse el vaciado durante la lluvia.

El espesor máximo de la capa de hormigón no excedió a 50 cm. para permitir una compactación eficaz, excepto en las columnas.

Después de hormigonar las columnas y muros se espera 12 horas antes de vaciar las vigas y losas para así permitir el asentamiento del hormigón.

- **Vibrado**

La compactación de los hormigones se realizará mediante vibrado de manera tal que se eliminen los huecos o burbujas de aire en el interior de la masa, evitando la disgregación de los agregados.

- **Desencofrado**

La remoción de encofrados se realizó de acuerdo a un plan, que fue el más conveniente para evitar que se produzcan efectos anormales en determinadas secciones de la estructura. Dicho plan deberá ser previamente aprobado por el Supervisor de Obra.





El desencofrado no se realizo hasta que el hormigón haya alcanzado la resistencia necesaria para soportar con suficiente seguridad y sin deformaciones excesivas, los esfuerzos a que va a estar sometido durante y después del desencofrado.

- **Protección y curado**

El hormigón, una vez vaciado, se protegio contra la lluvia, el viento, sol y en general contra toda acción que lo perjudique.

El tiempo de curado fue de 7 días a partir del momento en que se inició el endurecimiento.

- **Juntas de dilatación**

Se evitará la interrupción del vaciado de un elemento estructural.

Antes de reiniciar el hormigonado, se limpiará la junta, se dejarán los áridos al descubierto para dejar la superficie rugosa que asegure una buena adherencia entre el hormigón viejo y el nuevo, esta superficie será humedecida antes del vaciado del nuevo mortero.

- **Elementos embebidos**

Se evito la ruptura del hormigón para dar paso a conductos o cañerías de descarga de aguas servidas.

- **Reparación del hormigón armado**

Los defectos superficiales, tales como cangrejas, fueron reparados en forma inmediata al desencofrado previa autorización por el Supervisor.

El hormigón defectuoso fue eliminado en la profundidad necesaria sin afectar la estabilidad de la estructura.

La reparación se realizo con hormigón cuando se afecten las armaduras, en todos los demás casos se utilizo mortero.



La mezcla de parchado fue de los mismos materiales y proporciones del hormigón excepto que fue omitido el agregado grueso y el mortero se constituyó no más de una parte de cemento y una o dos partes de arena.

El área parchada fue mantenida húmeda por siete días.

### Fotografía N° 13 Armado de alcantarrilla



### Fotografía N°14 Armado de alcantarrilla





### 3.2.10 CONTROL EN LA COMPACTACIÓN

#### 3.2.10.1 Ensayo de densidad en situ

Los equipos que se utilizaron fueron los siguientes:

- Juego de tamices
- Balanza
- Cepillo
- Horno
- Taras
- Cuarteador

Fotografía N°15 Cuarteador





Fotografía N° 16 Juego de tamices



Fotografía N° 17 Balanza



### Fotografía N° 18 Tara



#### El Procedimiento

A partir del material traído se dejó secar. Se redujeron los terrones en la muestra a tamaños de particulares principales.

Después de haber reducido el material se empezó a realizar la granulometría en los siguientes tamices: 2½", 2", 1½", 1", ¾", 1/2", 3/8", No 4 acomodados de mayor a menor y se colocó al final fondo. Y luego se empezó a tamizar manualmente aproximadamente durante diez minutos. Y después se recuperó el material retenido en cada tamiz se aseguró manualmente de que las partículas hayan sido retenidas en el tamiz. Se procedió a pesar el material retenido en cada tamiz.

El suelo que se encontró en el fondo se pesó. Una vez pesado el material se realizó el cuarteo correspondiente en el cual se obtuvo aproximadamente 500 gramos con el cual se realizó la granulometría fina. La muestra después de haber obtenido del cuarteo se pesó y se lavó sobre el tamiz No 200 para eliminar el material menor a ese tamaño.



Se colocó la muestra al horno y se seca aproximadamente 24 horas a 110°C después de secado se virió sobre los tamices: No. 10, No. 30, No. 40, No. 100, No. 200 y se puso de mayor y menor y se procedió igual que la granulometría gruesa.

**Fotografía N°19 Material realizado en los 8 tamices manualmente**



**Fotografía N°20 Material pesado en la balanza**



**Fotografía N°21 Lavado del material fina**



**Fotografía N°22 Después del lavado**



### 3.2.10.2 Ensayo de Proctor

- Los equipos que se utilizaron fueron los siguientes
  - Molde de 2320 cm<sup>3</sup>
  - Collar de molde

- Base metálica
- Masa de 4535 g y 457 mm de altura de caída.
- Balanza de 20 kg.
- Probeta graduada
- Enrazador de borde recto
- Tamiz 4" y 3/4"
- Brocha
- Gotero

Fotografía N°23 Molde



Fotografía N°24 Balanza de 20 kg







### Fotografía N°25 Probeta



#### ➤ El Procedimiento

##### Preparación de las muestras

- lo primero es que se extendió la muestra y se dejó secar.
- Se Cuarteo unos 35 Kg aproximadamente por los tamices 4”y 3/4”.
- Se cuarteo porciones de 5 – 6 Kg

##### Compactación - determinación de la densidad

- Se determino la masa del molde con la base: t
- Se mezcló una de las porciones con una determinada cantidad de agua por ejemplo: se mezclaron con 2%, 4% y 6%.
- Se puso el collar en el molde
- Se llenó el molde con el collar en 5 capas y 56 golpes en cada una. Por ejemplo: cada capa se dio 56 golpes con el martillo de 10 kilos. Así fueron cada capa hasta que llegó a la capa 5. (La última debe entrar aprox. 1 cm en el collar)
- Se quitó el collar y enrasamos.
- Se determinó la masa del molde con la base y el material compactado
- Se extrajo el material del molde, lo partimos por la mitad y tomamos de la parte central una pequeña cantidad para determinar la humedad.



- Se cálculo la humedad  
Se peso el recipiente vacío (tara) = t  
Se peso recipiente con la muestra tomada del molde  
Se peso recipiente con muestra después del secado en el horno 110°C
- Con todo se obtuvo la (densidad, humedad).
- Se repitió con tres distintas cantidades de agua que fueron con 2%, 4% y 6%.

**Fotografía: N°26 Cuarteo de la muestra**





Fotografía: N°27 Cuarteo con los tamices 4” y ¾”



Fotografía N° 28 Mesclado de grava y fina y el agua de 2%





PROCESOS CONSTRUCTIVOS PARA LA CONFORMACIÓN DEL TERRAPLÉN  
CARRETERA CRUCE CUARTEL – CRUCE CALA CALA  
PROGRESIVA 6+ 420 A 7+ 232,42



Fotografía: N° 29 Apisonanado de 56 golpes



3.2.11 EMPRESA SUPERVISORA

Fotografía: N°30 Supervisor de obra COSEINCO LTDA





## CAPITULO IV

### 4. PROYECTO DE PASANTÍA

#### 4.1 Ubicación del proyecto de pasantía

El proyecto (cruce Cuartel – Avichaca – Cruce Cala Cala), se encuentra en el Departamento de La Paz, abarca de la primera sección municipal de la provincia Omasuyos, involucrando en su trayecto a los centros poblados de Taramaya, Jahuiraca, Avichaca, Avichaca Pampa, Avichaca Baja, Avichaca Alta Y Comunidad Cala Cala.

Geográficamente el Municipio de Achacachi está en la localidad de Achacachi, primera Sección y Capital de la Provincia Omasuyos; que se encuentra dividida en 13 cantones y está ubicado al nordeste del Departamento de La Paz. Se encuentra a 3.823 m.s.n.m, a 16° 03' 00'' Latitud Sur y 68° 11' 00'. Longitud Oeste.

El trazo de la ruta tiene su inicio en la capital del Municipio de Achacachi, perfilándose hacia la parte noroeste de la provincia para llegar a Achacachi y continuar hasta conectar con el Cruce Cuartel.

Desde la localidad de Achacachi hasta antes de llegar cruce cuartel, una sola Vía se desarrolla prácticamente de forma al eje de vía a la actual vía, camino vecinal.

Existen variantes en las comunidades aledañas circundantes de manera de reducir el número de viviendas que pueden verse afectadas por la construcción de la carretera y también porque en algunos casos no se tiene el ancho previsto para la construcción de un solo vía al eje de Vía.

A partir del sector de cruce cuartel Taramaya, el trazo de diseño se separa totalmente de la actual carretera y se desvía hacia la población de Tacamara, Casamaya y Cala Cala, dónde se prevé la construcción de camino asfáltico, A partir de este punto la carretera se desarrolla para su construcción.



**Figura: N° 10 Ubicación de la carretera**



**Fuente: google heart**

**Fotografía: N° 11 Ubicación del tramo**



**Fuente: google heart**



## 4.2. OBJETIVO GENERAL

Desarrollar los procesos constructivos para la conformación del terraplén en la carretera de cruce Cuartel – Cruce Cala Cala entre las progresivas 6+ 420 a 7+ 232,42 de acuerdo a las especificaciones técnicas y la aplicación de normas para carreteras.

## 4.3. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Dar cumplimiento a las especificaciones técnicas.
- Adquirir una experiencia laboral que permita desarrollar una iniciativa creativa, desenvolvimiento confiable y seguro en la actividad como un constructor civil.
- Ejecutar de acuerdo a las normas y especificaciones que sean necesarias en los trabajos de construcción de carreteras.
- Interactuar con el personal de la obra para lograr un buen desenvolvimiento en el campo laboral.
- Cumplir con todas las actividades designadas por el personal superior dentro de la Empresa.
- Dar cumplimiento con los niveles de construcción de la vía.

## 4.4. Inspección de Campo

Inspección de campo se identificó el procedimiento. A la homogenización, compactación del material.

- Se inspeccionó el transporte del material a la adecuada plataforma.
- Si tiene vegetales, extraerlos. El material inadecuado se retiró del lugar, para tener una buena garantía por qué bien sabemos que si el cuerpo de terraplén sea bien compactada hasta el tratamiento superficial doble estará bien, porque el cuerpo sabemos que es el sostén de la estructura.
- Falta perfilar. se inspecciono el perfilado si faltada sigue o ya se llegó al punto de las estacas.



- falta regar

Estas inspecciones son rutinarias, se inspeccionó diariamente.

#### 4.5. Control de los tramos Críticos

Los tramos críticos se fueron controlando en:

- Estabilizar un suelo donde existe aguas vertientes
- Hacer cambios de material
- Hacer pedraplen en un tramo crítico

En el tramo crítico se sacó 2m de profundidad aproximadamente y se puso pedraplen, el material se extrajo del cerro de avichaca. También se trabajó con la ayuda de la maquinaria de excavadora y la volqueta con el que se pudo trasladar el material mencionado.

**Fotografía: N° 31 Traslado de Pedraplen**



#### 4.6. Bancos de Préstamo

Para localizar el banco de préstamo se hizo el ensayo en el laboratorio, para una buena ejecución.

La clasificación A-1B





El material que se identificó está ubicado en el cerro de avichaca, una vez que se identificó el material adecuado, el laboratorista hizo los debidos ensayos,

Se procedió a la conformación de terraplén

El banco de préstamo es un yacimiento, se encuentra aproximadamente a 2km del tramo, el material se encuentra en la progresiva 4+ 200.

**Fotografía: N°32 Banco de préstamo**



**4.7. PROCESOS CONSTRUCTIVOS PARA LA CONFORMACIÓN DE TERRAPLÉN**

Lo primero que se realizó es el nivelación del terreno. En la cual se Identificó los lugares en mal estado, donde se procedió con el desbroce correspondiente para retirar la capa vegetal y el material que no es adecuado para la carretera, se colocó el material adecuada del banco de préstamo que se encuentra en la prog. 4+200, En el lugar de aguas filtrantes se colocó pedraplén para que siga filtrando con tal que no afecte a la capa del terraplén, el material mencionado se traslado del cerro de avichaca.

El proceso de terraplén



**PROCESOS CONSTRUCTIVOS PARA LA CONFORMACIÓN DEL TERRAPLÉN  
CARRETERA CRUCE CUARTEL – CRUCE CALA CALA  
PROGRESIVA 6+ 420 A 7+ 232,42**



Una vez que se obtuvo los datos se tiene en los bordes las alturas de terraplén, siempre y cuando no se tenga suelo de fundación aguas vertientes.

No se puede iniciar si no se verifica el suelo de fundación, si no se tiene las nivelaciones correspondientes.

Se identificó el material para poder transportar al lugar de terraplén, y luego se empezó a trasladar al lugar indicado, también se fueron relleno las primeras capas.

Se empezó a procesar el material con los siguientes equipos: motoniveladora, aguatero, una vez procesado se extendió el material y después se compacto y luego se pidió nivelación.

Se obtuvo:

- Un yacimiento
- Ensayos correspondientes la granulometría, proctor, CBR



Con todos estos ensayos de laboratorio se empieza con el cuerpo de terraplén

Es muy importante el cuerpo terraplén, es el sostén del asfalto, si se funda bien la capa terraplén, se va poder terminar bien en las capas: sub rasante, sub base, base y por ultimo al tratamiento superficial doble.

Se procedió con la carga correspondiente con la 1ra, 2da, 3ra, 4ta, 5ta capa a la sub rasante. Pero a mayor altura donde el terraplén es más garantizado, En el cuerpo de terraplén no se puede decir 5 capas o 4 porque es según las secciones. De acuerdo como este en el diseño.

El cuerpo de terraplén es soporte de las capas superiores

#### **4.7.1 Descripción**

La construcción de terraplenes comprendió:

Esparcimiento, conveniente humedecimiento o desecación y compactación de los materiales provenientes de préstamos, para la construcción del cuerpo del terraplén, hasta los 60 cm. por debajo de la cota correspondiente a la rasante del terraplén.

Escarificación, conveniente humedecimiento o desecación de los materiales constituyentes de la capa superior de los terraplenes existentes, para servir de asiento al pavimento o ripiado, cuando no exista un ítem de pago para regularización de la sub rasante.

#### **4.7.2 Materiales**

Los materiales para la conformación Lo primero que se realizó levantamiento del topógrafo del terreno.

Se identificó los lugares en mal estado, y se procedió con el desbroce correspondiente para retirar la capa vegetal y el material que no sirve, para luego colocar otro material. En el lugar de aguas filtrantes se colocó pedraplen para que siga filtrando con tal que no afecte a la capa del terraplen.



De los terraplenes provienen de lugares señalados en el proyecto

El material banco de préstamo se encuentra aproximadamente a 2 km del tramo en las progresivas 4+200.

#### 4.7.3 Equipo

Se utilizaron tractores de orugas con topadora, camiones regadores, motoniveladoras, rodillos lisos, neumáticos, pata de cabra, estáticos o vibratorios, rodillos de grillas, discos de arado y rastras y otros, además del equipo complementario destinado al mantenimiento de los caminos de servicio en el área de trabajo.

**Fotografía: N° 33 Retroexcavadoras cargadoras**



**Fotografía N° 34 Excavadoras**





### Fotografía N°35 Volqueta

El traslado del material



### Fotografía N°36 Motoniveladora

Nivelando el material en capa de terraplén





**Fotografía: N°37 Cisterna**

El regado de la cisterna para poder compactar



**Fotografía: N°38 Compactadora**

El compactado del material de terraplén





### Fotografía: N°39 Motoniveladora

Nivelando la capa sub base



#### 4.7.4 PROCEDIMIENTO DE EJECUCIÓN

La ejecución de terraplén estaba subordinada a los planos y especificaciones proporcionadas al contratista

La ejecución se procedió por las operaciones de desbosque, destronque y limpieza.

Las condiciones de los materiales disponibles lo permiten, es aconsejable, en la construcción de terraplenes, la colocación de una primera capa de material granular permeable, la que actúa como un dren para las aguas de infiltración en el terraplén.

Para el cuerpo del terraplén, el espesor de las capas compactadas fue de 30 cm. Para las capas finales el espesor es de 20 cm.

La humedad de compactación para las capas es mayor a 3%. Debiendo efectuarse ensayos prácticos de densidad de acuerdo con las especificaciones



**PROCESOS CONSTRUCTIVOS PARA LA CONFORMACIÓN DEL TERRAPLÉN  
CARRETERA CRUCE CUARTEL – CRUCE CALA CALA  
PROGRESIVA 6+ 420 A 7+ 232,42**



**4.7.4.1 Sub rasante en cortes**

Los 20 cm. La densidad máxima se obtuvo 97% el ensayo.

**4.7.4.2 Sub rasante en terraplenes**

Los lugares que no alcanzaron a la densidad máxima se escarificaron, homogenizando, llevados a la humedad adecuada y nuevamente se compacto de acuerdo con las densidades exigidas.

La conformación de las capas se ejecutó mecánicamente, extenderse y emparejarse el material con equipo apropiado y debidamente compactado mediante rodillos vibratorios.

En el puente, en los tramos de terraplén 30 m. antes y después de las obras, el espesor de las capas es de 20 cm., tanto para el cuerpo del terraplén como para los 60 cm. superiores, se utilizó el equipo normal de compactación.

ITEMS									
ITEM N° 4 EXCAVACION CON MAQUINARIA									
ITEM N° 7 PROVISION TRANSPORTE Y CONFORMACION DE TERRAPLEN									
		AREAS M2		DISTANCIAS (M.)		VOLUMENES (M3)		VOLUMENES ACUMULADOS	
N°	PROG.	CORTE	RELLENO	CORTE	RELLENO	CORTE	RELLENO	CORTE	RELLENO

37	6	6+420	0,471	0,521	20,00	20,00	9,420	10,420	6577,12	13282,670
37	7	6+440	1,414	0,624	20,00	20,00	28,280	12,480	6605,40	13295,150
37	8	6+460	0,786	0,657	20,00	20,00	15,720	13,140	6621,12	13308,290
37	9	6+480	0,253	1,399	20,00	20,00	5,060	27,980	6626,18	13336,270
38	0	6+500	0,000	1,182	20,00	20,00	0,000	23,640	6626,18	13359,910
38	1	6+520	0,150	1,544	20,00	20,00	3,000	30,880	6629,18	13390,790
38	2	6+540	1,214	0,000	20,00	20,00	24,280	0,000	6653,46	13390,790
38		6+560	1,618	0,090	20,00	20,00	32,360	1,800	6685,82	13392,590





**PROCESOS CONSTRUCTIVOS PARA LA CONFORMACIÓN DEL TERRAPLÉN  
CARRETERA CRUCE CUARTEL – CRUCE CALA CALA  
PROGRESIVA 6+ 420 A 7+ 232,42**



3								0	
38 4	6+580	0,623	0,043	20,00	20,00	12,460	0,860	6698,28 0	13393,450
38 5	6+600	0,068	0,832	20,00	20,00	1,360	16,640	6699,64 0	13410,090
38 6	6+620	0,257	0,344	20,00	20,00	5,140	6,880	6704,78 0	13416,970
38 7	6+640	0,323	0,385	20,00	20,00	6,460	7,700	6711,24 0	13424,670
38 8	6+660	0,801	0,000	20,00	20,00	16,020	0,000	6727,26 0	13424,670
38 9	6+680	0,747	0,000	20,00	20,00	14,940	0,000	6742,20 0	13424,670
39 0	6+700	0,646	0,000	20,00	20,00	12,920	0,000	6755,12 0	13424,670
39 1	6+720	1,029	0,000	20,00	20,00	20,580	0,000	6775,70 0	13424,670
39 2	6+730	1,772	0,028	20,00	20,00	35,440	0,560	6811,14 0	13425,230
39 3	6+740	1,825	0,000	20,00	20,00	36,500	0,000	6847,64 0	13425,230
39 4	6+760	1,379	0,000	20,00	20,00	27,580	0,000	6875,22 0	13425,230
39 5	6+780	0,764	0,025	20,00	20,00	15,280	0,500	6890,50 0	13425,730
39 6	6+800	1,865	0,000	20,00	20,00	37,300	0,000	6927,80 0	13425,730
39 7	6+820	1,629	0,000	20,00	20,00	32,580	0,000	6960,38 0	13425,730
39 8	6+840	1,165	0,000	20,00	20,00	23,300	0,000	6983,68 0	13425,730
39 9	6+860	0,126	0,785	20,00	20,00	2,520	15,700	6986,20 0	13441,430
40 0	6+870	0,000	0,697	10,00	10,00	0,000	6,970	6986,20 0	13448,400
40 1	6+880	0,000	1,552	10,00	10,00	0,000	15,520	6986,20 0	13463,920
40 2	6+890	0,000	1,280	10,00	10,00	0,000	12,800	6986,20 0	13476,720
40 3	6+900	0,000	3,686	10,00	10,00	0,000	36,860	6986,20 0	13513,580
40 4	6+910	0,000	4,079	10,00	10,00	0,000	40,790	6986,20 0	13554,370
40 5	6+920	0,000	4,637	10,00	10,00	0,000	46,370	6986,20 0	13600,740
40 6	6+940	0,000	6,844	20,00	20,00	0,000	136,880	6986,20 0	13737,620



**PROCESOS CONSTRUCTIVOS PARA LA CONFORMACIÓN DEL TERRAPLÉN  
CARRETERA CRUCE CUARTEL – CRUCE CALA CALA  
PROGRESIVA 6+ 420 A 7+ 232,42**



40	7	6+960	0,000	7,628	20,00	20,00	0,000	152,560	6986,20 0	13890,180
40	8	6+980	0,000	6,699	20,00	20,00	0,000	133,980	6986,20 0	14024,160
40	9	7+000	0,000	4,261	20,00	20,00	0,000	85,220	6986,20 0	14109,380
41	0	7+020	0,000	2,918	20,00	20,00	0,000	58,360	6986,20 0	14167,740
41	1	7+040	0,000	1,946	20,00	20,00	0,000	38,920	6986,20 0	14206,660
41	2	7+060	0,000	0,758	20,00	20,00	0,000	15,160	6986,20 0	14221,820
41	3	7+080	0,487	0,044	20,00	20,00	9,740	0,880	6995,94 0	14222,700
41	4	7+100	1,099	0,000	20,00	20,00	21,980	0,000	7017,92 0	14222,700
41	5	7+120	1,553	0,000	20,00	20,00	31,060	0,000	7048,98 0	14222,700
41	6	7+140	0,000	1,727	20,00	20,00	0,000	34,540	7048,98 0	14257,240
41	7	7+160	0,000	5,082	20,00	20,00	0,000	101,640	7048,98 0	14358,880
41	8	7+180	0,000	4,764	20,00	20,00	0,000	95,280	7048,98 0	14454,160
41	9	7+200	0,000	3,395	20,00	20,00	0,000	67,900	7048,98 0	14522,060
42	0	7+220	0,000	1,562	20,00	20,00	0,000	31,240	7048,98 0	14553,300
42	1	7+232,4 2	1,793	0,066	12,42	12,42	22,269	0,820	7071,24 9	14554,120
									7071,25	14554,12
									<b>CORTE</b>	<b>RELLENO</b>
										<b>TERRAPLE N</b>



## CAPITULO V

### 5. CONCLUSION DE LA PASANTIA

#### 5.1 Aportes realizados a la empresa durante su desempeño

- Apoyo en el replanteo y trazado de vías
- Control de compactación
- Control en la elaboración de las cunetas
- Control en la elaboración del asfaltado
- Control en desencofrado de alcantarillas

#### 5.2 Experiencias adquiridas en el campo de trabajo

- Se realizaron las pruebas de ensayos con el personal del laboratorio de materiales y suelos.
- Dirigir el personal de trabajo.
- Elaborar planillas de ensayo de suelo.
- Ejecutar la construcción de la conformación del terraplén
- La utilización del manejo de teodolito para la nivelación de terraplén en las diferentes progresivas de la carretera.



## 5.3. CONCLUSIONES

### 5.3.1 Institucional

La Universidad Mayor de San Andrés tiene un modelo de realizar un documento, para que realice el estudiante su pasantía. En lo cual fue la empresa INTECONS S.R.L.

### 5.3.2 Empresa

En cuanto a la empresa INTECONS SRL nos apoyó en todas las actividades que realizamos durante la pasantía, el cual se puede mencionar el manejo de equipos topográficos, disposición de laboratorio.

### 5.3.3 Actividades de la pasantía

Durante la pasantía se realizó el control y la ejecución de terraplén de acuerdo al diseño y las especificaciones técnicas.

En los procesos de conformación de terraplén se hizo los procedimientos en la excavación del material no adecuado, en lugares aguas vertientes se colocó pedraplen y también se hizo estudios de suelo en el banco de préstamo lo cual cumplió un proctor de 2.133kg/cm<sup>3</sup> y haciendo la densidad en sitio se llegó un 98% que llegó a cumplir.

## 5.4. RECOMENDACIONES

- Produzca material apropiado.
- Que las zanjas originadas por la excavación sean fáciles de drenar.
- Que la zanja a una razonable distancia de la vía terrestre.
- Se recomienda al supervisor de la obra que revise los materiales que se utilizan para el terraplén.
- Se recomienda a los trabajadores que tengan cuidado en manejo de las maquinarias pesadas.



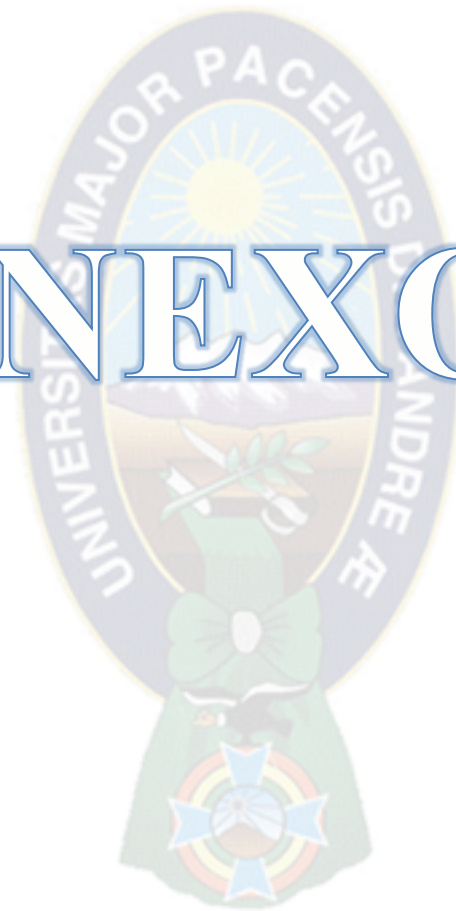
## BIBLIOGRAFIA

- Luis Bañon Blázquez manual de carreteras 1 y 2 de Luis Bañon Blázquez y José f. bebía García. Centro, *departamento o servicio: universidad de alicate.*
- Carreteras, elaborado por el alumno pedro Gustavo Gómez Figueroa.
- Manuel Díaz del rio manual de maquinaria de construcción, *editorial S.A. MCGRAW- HILL/ interamericana de España.*
- Publicación de la E.U. ingeniería técnica de obras públicas de Madrid 5º edición.
- Juan A. Farías meza, replanteo e instalación de alcantarillas en una carretera.
- Autor Eulalio Juárez Badillo, Alfonso rico Rodríguez. *Editorial limusa*





# ANEXOS





## GLOSARIO

**AASHTO:** Es un órgano que establece normas, que publica especificaciones, hace pruebas de protocolos y guías usadas en diseños de autopistas y construcción de ellas en todo los Estados Unidos.

**APIQUES:** Excavación utilizada para examinar detalladamente el subsuelo y obtener muestras inalteradas y cuyas dimensiones en planta son aproximadamente iguales entre si y menores que su profundidad, calicata.

**ASFALTO:** el asfalto es un material viscoso, pegajoso y de color negro usado como aglomerante en mezclas asfálticas para la construcción de carreteras.

**ASTM:** Es un organismo Internacional de normalización de los Estados Unidos, mantiene un sólido liderazgo en la definición de los materiales y métodos de prueba.

**ALCANTARILLA:** Elemento del sistema de drenaje superficial de una carretera, construido en forma transversal al eje o siguiendo la orientación del curso de agua; puede ser de madera, piedra, concreto, metálicas y otros. Por lo general se ubica en quebradas, cursos de agua y en zonas que se requiere para el alivio de cunetas.

**BALASTO:** Material clasificado que se coloca sobre la sub rasante terminada de una carretera, con el objetivo de protegerla y que sirva de superficie de rodadura.

**BANCO DE PRÉSTAMO:** El lugar aprobado por el delegado residente para la extracción de materiales de préstamo para terracería.

**BASE:** Capa formada por la combinación de piedra o grava triturada, combinadas con material de relleno, para constituir una base integrante de un pavimento destinada fundamentalmente a distribuir y transmitir las cargas originadas por el tránsito.

**BM:** Banco de marca de nivel fijo.

**BRECHA:** Abertura inicial en un terreno para construir un nuevo camino o carretera.



**BERMA:** franja longitudinal, afirmada o no, comprendida entre el borde exterior del arcén y la cuneta o el talud.

**CARRETERA:** Camino para el tránsito de vehículos motorizados, de por lo menos dos ejes, con características geométricas definidas de acuerdo a las normas técnicas vigentes en el Ministerio de Transportes y Comunicaciones.

**CUNETAS:** Canales abiertos construidos lateralmente a lo largo de la carretera, con el propósito de conducir los escurrimientos superficiales y sub-superficiales procedentes de la plataforma vial, taludes y áreas adyacentes a fin de proteger la estructura del pavimento.

**CONSTRUCCIÓN:** Ejecución de obras de una vía nueva con características geométricas acorde a las normas de diseño y construcción vigentes.

**DESBROCE:** consiste en extraer y retirar de las zonas designadas, todos los árboles, tocones, plantas, maleza, broza, maderas caídas, escombros, basura o cualquier otro material indeseable a juicio del director de las obras. Técnicamente, el desbroce es una operación previa a la construcción de la explanada y una actividad posterior al despeje (eliminación física de los obstáculos que interfieren con la actuación de los equipos de explanaciones).

**DOBLE TRATAMIENTO SUPERFICIAL:** es la aplicación de dos simples tratamientos superficiales, el segundo de los cuales se realizara con árido de dimensiones inferiores a las empleadas en el primero. Un tratamiento simple superficial consiste en aplicación de un ligante bituminoso, sobre una superficie, seguido de la extensión y apisonado de un capa de árido en este caso deberán realizarse las siguientes operaciones:

- Preparación de la superficie existente.
- Aplicación del ligante bituminoso.
- Extensión y apisonado del árido.

Cuando se aplican dos simples tratamientos superficiales, en general de distintas características, se denomina doble tratamiento superficial. En este segundo caso, además de las operaciones antes mencionadas, deberá procederse del modo:





- Se aplicara por segunda vez el ligante bituminoso.
- Se extenderá y apisonara por segunda vez el árido.

**DME:** Es un sistema electrónico que remite establecer la distancia entre este y una estación emisora, reemplazando a la radio balizas en muchas instalaciones.

**DRENAJE-** El drenaje es donde el agua drena en diferentes puntos de filtración.

**ESCARIFICAR:** Romper la superficie de una capa de suelo para que luego sea mezclada, homogenizada y nivelada de nuevo.

**ESTACONES:** Estacas con mayor longitud, utilizadas para indicar la altura a llenar en una capa de relleno.

**ENROCADO-** El enrocado es donde pone para estabilizar el suelo en una profundidad de 4 mts.

**ESTACA:** Elemento de madera, metal u otro con punta en un extremo, que se hinca en el terreno para marcar un punto.

**ESTUDIO DE SUELOS:** Documento técnico que engloba el conjunto de exploraciones e investigaciones de campo, ensayos de laboratorio y análisis de gabinete que tiene por objeto estudiar el comportamiento de los suelos y sus respuestas ante las solicitaciones de carga.

**ENSAYO DE CBR:** sirve para medir la capacidad de soporte de una explanada, esto es, su resistencia a la deformación bajo la acción de cargas. En un procedimiento se aproximan las condiciones de puesta en obra de una explanada compactada una muestra con un grado de humedad y energía similares a los que se aplicaran en obra. Al final se carga la muestra con un pistón cilíndrico, midiéndose la mayor presión necesaria para que profundice en la muestra. C.B.R. Refleja en tanto por ciento la razón entre dicha presión y la ejercida sobre una muestra patrón hasta obtener la misma penetración.



**ENSAYO DE PROCTOR:** las capas de suelo que conforman las infraestructuras deben compactarse para evitar que asienten bajo la acción de las cargas que soportan, ajustando la energía y tipo de compactación, la humedad de suelo y el espesor de las tongadas para alcanzar un grado de compactación aceptable. El ensayo proctor normaliza las condiciones de compactación, comparando al final del proceso la densidad seca obtenida con muestras de distinto contenido de humedad y obteniendo la curva de densidad seca- humedad, cuyo máximo revela el grado de humedad para la compactación óptima. Una variante del ensayo que emplea 4.5 veces más energía de compactación se conoce como (proctor modificado).

**GRANULOMETRÍA:** Medición y gradación que se lleva a cabo de los materiales sedimentarios y de los suelos con el fin de analizar de sus propiedades mecánicas.

**GRAVILLADORA:** Es compatible con todas las maracas de camiones con ptas. (peso total autorizado en carga) entre 18 t y 32t y sobre cajas de 2.30m interior.

**IMPRIMACIÓN:** Aplicación de un asfalto líquido, por medio de a presión, sobre la superficie de la capa base y hombros de una carretera, para protegerla e impermeabilizarla; favorece la adherencia de la capa inmediata superior.

**LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO:** Conjunto de operaciones de medidas efectuadas en el terreno para obtener los elementos necesarios y elaborar su representación gráfica.

**MOTONIVELADORA:** maquina automotriz, sobre ruedas con una hoja regulable situada entre los ejes delantero y trasero, que corta, desplaza y extiende material, generalmente para la nivelación de superficies.se emplea para remover, extender y conformar , materiales como refinar bases y taludes, perfilar zanjas y cunetas, reparto de las materiales procedentes de la disgregación del firme, etc. A veces efectúa trabajos de escarificado de terrenos, por lo que lleva un escarificador en su parte posterior, consistente en tres o más dientes que oscilan ligeramente, de forma recta o curvada, de gran resistencia, que permite romper materiales de gran dureza.



**OBRA:** Infraestructura vial ejecutada en un área de trabajo, teniendo como base un Expediente Técnico aprobado, empleando generalmente recursos: mano de obra, materiales y equipo.

**OBRAS DE DRENAJE:** Conjunto de obras que tienen por fin controlar y/o reducir el efecto nocivo de las aguas superficiales y subterráneas sobre la vía, tales como: alcantarillas, cunetas, badenes, sub drenes, zanjas de coronación y otras de encauzamientos.

**PC:** Principio de curva, utilizado en el diseño geométrico, planos y alineamiento topográfico de carreteras.

**PLANOS:** Las plantas, perfiles, secciones transversales, dibujos suplementarios o de ejecución y detalle, incluyendo las modificaciones debidamente aprobados por las autoridades competentes.

**PRISMA VIAL:** Sección de vía formada por la sección de la corona (calzada, bermas, zonas de confinamiento), sistema de drenaje y taludes inferiores y/o superiores de la carretera. **PROCTOR:** Ensayo de compactación de suelos efectuado en laboratorio, con el objetivo de conseguir el punto donde se produce un máximo al cual corresponda la densidad seca máxima y la humedad óptima.

**PLANTA DE CONCRETO:** Es una instalación utilizada para la fabricación del hormigón a partir de la materia prima que lo compone: árido la arena gravillas, cemento y agua (también puede incluir otros componentes como filler, libras de refuerza y aditivos).

**P.V.C:** tubo de polivinilo de cloruro, que se utiliza generalmente en tuberías sanitarias.

**PISON:** herramienta de mano que se utiliza para compactar la sub base antes de verter el hormigón.

**PROGRESIVA-** La progresiva es donde está marcado a cada cuando esta las estacas

**PLATAFORMA:** Superficie superior de una carretera, incluye calzada, bermas y cunetas.



**PROYECTISTA:** Persona natural o jurídica, que la Entidad encarga o contrata para la elaboración de los documentos relativos a un proyecto.

**RASANTE:** El trazo vertical que determina el nivel superior, sobre la línea central, que se proyecta construir a lo largo de la carretera. Muestra la elevación y la pendiente del trazo proyectado.

**REPLANTEO DE OBRA:** es la acción de situar en el terreno, mediante instrumentos topográficos y con una exactitud preestablecida, elemento puntual es obtenido en gabinete de un plano o mapa. Estos puntos se suelen marcar sobre el terreno con clavos, estacas, camillas, tochos de ferralla. Se utilizaran como referencia las bases existentes en la zona. Si la obra es de envergadura conviene realizar una planificación de los trabajos de replanteo, implantando una red de bases intermedia.

**STAFF:** Es el personal o equipo de dirigente de una institución o de un organismo; directorio de una empresa; personal superior y técnico de una institución.

**SUB-BASE:** Capa de la estructura de pavimento, destinada fundamentalmente a soportar, transmitir y distribuir con uniformidad el efecto de las cargas del tránsito provenientes de las capas superiores del pavimento, de tal manera que el suelo de sub-rasante las pueda soportar.

**SUB RASANTE:** El área sobre la que se construyen las capas de sub-base, de base, de superficie y los hombros.

**TALUD:** Inclinação de diseño dada al terreno lateral de la carretera, tanto en zonas de corte como en terraplenes.

**TERRACERÍA:** Durante el proceso de construcción de una carretera, se le llama así al nivel de la superficie de sub-rasante.

**TRANSVERSAL:** Representación gráfica en plano vertical de las diferentes alturas que tiene un terreno a lo largo de un eje perpendicular al eje longitudinal de una carretera.



PROCESOS CONSTRUCTIVOS PARA LA CONFORMACIÓN DEL TERRAPLÉN  
CARRETERA CRUCE CUARTEL – CRUCE CALA CALA  
PROGRESIVA 6+ 420 A 7+ 232,42



**TROMPOS:** Estacas de regular altura utilizadas por la brigada de topografía para indicar trazos de línea, alturas u otros puntos de importancia durante la construcción de la carretera

**TEODOLITO:** instrumento geodésico y topográfico de precisión destinado a medir ángulos horizontales y verticales, de muchos tipos según la época de construcción y las marcas. se compone de una base que se regula con tres tornillos nivel antes dispuesta sobre un trípode en la que se encasta un limbo horizontal y una alidada que gira sobre un eje vertical. La alidada lleva un visor este dimétrico que gira sobre un eje horizontal.

**TERRAPLÉN-**El terraplén se denomina a la tierra con que se rellena un terreno para levantar su nivel y formar un plano de apoyo adecuado para hacer una construcción.

**TRAMO-** El tramo es donde se hace la construcción de carretera.





## ABREVIATURAS

**INTECONS:** ingeniería técnica en construcción

Las abreviaciones más utilizadas en las Especificaciones Técnicas Generales para Construcción, representan lo que se indica a continuación:

**AASHTO:** American Association of State Highway and Transportation Officials o Asociación Americana de Autoridades Estatales de Carreteras y Transporte.

**AI:** The Asphalt Institute o Instituto del Asfalto.

**ANSI:** American National Standards Institute o Instituto Nacional de Normalización Estadounidense.

**ASTM:** American Society for Testing and Materials o Sociedad Americana para Ensayos y Materiales.

(**EM** - año de actualización): Manual de Ensayo de Materiales.

**FHWA:** Federal Highway Administration o Administración Federal de Carreteras.

**MTC:** Ministerio de Transportes y Comunicaciones.

**SLUMP:** Sistema Legal de Unidades de Medida del Perú (el SI en el Perú).