

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA “JUAN MISAEL SARACHO”**  
**FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA**  
**CARRERA DE INGENIERIA CIVIL**



**ESTUDIO A DISEÑO FINAL**  
**PAVIMENTO FLEXIBLE ÁREA URBANA DE CONCEPCIÓN**

**Por:**

**JHONNY ESCALANTE MAMANI**

FEBRERO - 2010  
TARIJA - BOLIVIA

**UNIVERSIDAD AUTONOMA “JUAN MISAEL SARACHO”**  
**FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA**  
**CARRERA DE INGENIERIA CIVIL**



**“ESTUDIO A DISEÑO FINAL**  
**PAVIMENTO FLEXIBLE ÁREA URBANA DE CONCEPCIÓN”**

**PROPUESTA ELABORADA EN LA ASIGNATURA**  
**CIV - 502**

Por:

**JHONNY ESCALANTE MAMANI**

Tesis presentada a consideración de la “UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO”, como requisito para optar el grado académico de Licenciatura en la CARRERA DE INGENIERIA CIVIL

Tarija - Bolivia

V° B°

.....  
Ing: Luis Alberto Yurquina  
DECANO F.C y TECNOLOGIA

.....  
Ing: Wilson Yucra  
DIRECTOR DPTO. TOP Y VIAS

***TRIBUNAL:***

-----  
Ing. Wilson Yucra

-----  
Ing. Adolfo Molina

-----  
Ing. Mabel Zambrana

### **Dedicatoria:**

El presente trabajo se lo dedico a mis padres, Humberto Escalante y Carmen a mis hermanos Elizabeth, Richard, Humberto, y en especial a mi novia Jazmine, quien me brindo su apoyo incondicional y la fuerza para seguir adelante.

### **Agradecimiento:**

A Dios por el don de la vida.

A mi santito SANTIAGO por la fuerza y el coraje que me dio en los momentos más difíciles.

A mis padres por su eterno amor y cariño, y sobre todo paciencia. A los docentes por su instrucción y amistad. A mis compañeros y amigos por compartir momentos de alegría y tristeza.

**Pensamiento:**

El señor es mi pastor, nada me faltara. En verdes praderas me hace descansar junto a tranquilas aguas me pastearé.

Restaurara mi alma.

Me guiara por sendas de justicia por amor a su Nombre.

Aunque ande en el valle sombrío de la muerte, no temeré mal alguno porque tú estás conmigo.

Tu bondad y el amor me seguirán todos los días de mi vida, y en la casa del Señor viviré para siempre.

# INDICE GENERAL

	<b>Pag</b>
INTRODUCCION	
1.- ANTECEDENTES	1
2.- UBICACIÓN	2
2.1.- LOCALIZACIÓN	2
2.2.- UBICACIÓN GEOGRAFICA	3
3.- OBJETIVOS	4
3.1.- OBJETIVO GENERAL	4
3.2.- OBJETIVO ESPECIFICO	4
4.- ALCANCE DEL ESTUDIO	5
5.- JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO	6

## CAPÍTULO I

### ANALISIS Y LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO

1.1. INTRODUCCIÓN	7
1.2.- DEFINICIÓN DE TOPOGRAFIA	9
1.3.- DETALLES DE LEVANTAMIENTO	9
1.3.1.- LEVANTAMIENTOTOPOGRAFICO	9
1.3.2.- LEVANTAMIENTO	9
1.3.2.1.- LEVANTAMIENTO LONGITUDINAL DE VIAS	10
1.3.2.2.- LEVANTAMIENTO CATASTRAL Y URBANA	11
1.4.- CARACTERISTICAS TOPOGRAFICAS DE LA ZONA	13
1.4.1.-PLANIMÉTRIA	13
1.4.1.1.- LEVANTAMIENTO DE POLIGONALES CERRADAS	14
1.4.1.2.- LECTURA DE DATOS DE CAMPO	14
1.4.2.- PROCESAMIENTO DE DATOS	14
1.4.2.1.- DISTANCIA HORIZONTAL	14
1.4.2.2.- DETERMINACIÓN DE DISTANCIAS	15

1.4.2.3.- DISTANCIAS DIRECTAS	16
1.4.2.4.- ÁNGULO HORIZONTAL	16
1.4.2.5.- CLASES DE ÁNGULOS	16
1.4.2.5.1.- ÁNGULOS INTERNOS	17
1.4.2.5.2.- ÁNGULOS EXTERNOS	17
1.4.2.5.3.- ÁNGULOS DE DEFLEXIÓN	17
1.4.2.5.4.- RELACIÓN ENTRE ÁNGULOS	18
1.4.2.5.5.- CORRECCIÓN DE ÁNGULOS	18
1.4.2.5.6.- EL $\Delta$ ÁNGULAR	18
1.4.3.- CONCEPTOS DE AZIMUT	19
1.4.3.1.- AZIMUT DE UN ALINEAMIENTO	19
1.4.3.2.- RUMBO DE UN ALINEAMIENTO	19
1.4.3.3.- CONVERSIÓN DE AZIMUT A RUMBO	19
1.4.3.4.- CÁLCULO DE AZIMUT	19
1.4.4.- ALTIMETRIA	20
1.4.4.1.- FUNDAMENTO	20
1.4.4.2.-CARACTERISTICAS DE LA CURVA DE NIVEL	21
1.4.4.3.- MÉTODO DE SECCIÓN TRANSVERSAL	22
1.4.4.4.- PROCEDIMIENTO DE LAS CURVAS	23
1.4.4.5.- INTERPOLACIÓN DE RADIANES	24

**CAPITULO II**  
**INGENIERIA DEL PROYECTO**  
**ESTUDIO DE TRÁFICO VEHICULAR**

2.1.- DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	25
2.1.1.- GENERALIDADES	25
2.1.2.- CÁLCULO DEL TPD	26
2.1.2.1.-VOLÚMEN DE TRÁFICO	27
2.1.2.2.-TRAFÍCO ACTUAL	28



2.1.2.3.- PROYECCIÓN DEL TRAFÍCO FUTURO	29
2.1.2.4.- DESCRIPCIÓN DE TRANSITO	32

## **DISEÑO GEOMÉTRICO**

2.2.- DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	34
2.2.1.- GENERALIDADES	34
2.2.2.- CARACTERISTICAS DE DISEÑO	34
2.2.3.- CATEGORIA DE LA CARRETERA	35
2.2.4.- VELOCIDAD DIRECTRIZ	35
2.2.5.- CRITERIO DE DISEÑO PLANIMETRICO	37
2.2.5.1.- PERALTES	38
2.2.5.2.- COEFICIENTE DE FRICCIÓN	38
2.2.5.3.- RADIOS MINIMOS DE CURVAS HORIZONTALES	39
2.2.5.3.1.- CURVAS CIRCULARES CON RADIOS	40
2.2.5.3.2.- CURVAS EN LAS CUALES NO NECESITA PERALTE	41
2.2.5.3.3.- CURVAS DE TRANSICIÓN	41
2.2.5.3.4.- LONGITUD MINIMA DE TRANSICIÓN	42
2.2.5.3.4.1.- CRITERIOS DE COMODIDAD	42
2.2.5.3.4.2.- APARIENCIA GENERAL	43
2.2.5.4.- CRITERIOS DE DISEÑO ALTIMETRICO	44
2.2.5.4.1.- PENDIENTE MAXIMA DE PERFIL	44
2.2.5.4.1.1.- DISTANCIA DE VISIBILIDAD	45
2.2.5.4.1.2.- DISTANCIA D VISIBILIDAD DE FRENADO	45
2.2.5.4.1.3.- DISTANCIA DE VISIBILIDAD DE SOBREPASO	46
2.2.5.4.2.- CURVAS VERTICALES	47
2.2.5.4.3.- CURVAS VERTICALES CONVEXAS	48
2.2.5.4.4.- CURVAS VERTICALES CÓNCAVAS	49
2.2.5.5.- SECCIÓN TRANSVERSAL	49

2.2.5.5.1.- ANCHO DE CALZADA	50
2.2.5.5.2.- PENDIENTE TRANSVERSAL DE CALZADA	50
2.2.5.5.3.- TALUD DE CORTE Y T�RRAPLEN	51

## **ESTUDIO GEOTECNICO**

2.3.- INTRODUCCIÓN	52
2.3.1.-OBJETIVO DEL ESTUDIO DE SUELOS	52
2.3.2.- M�TODOLOGIA PARA EL ESTUDIO DE SUELOS	52
2.3.2.1.-TRABAJO DE CAMPO	53
2.3.2.2.-TRABAJO DE LABORATORIO	53
2.3.2.3.-TRABAJO DE GABINETE	54
2.3.3.- CLASIFICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE SUELOS	54
2.3.3.1.-SUELOS GRANULARES	55
2.3.3.1.1.- GRAVAS Y ARENAS	55
2.3.3.1.2.- GRAVAS Y ARENAS LINO ARCILLOSAS	55
2.3.3.2.-SUELOS FINOS	56
2.3.3.2.1.- LIMOS ORGANICOS DE PLASTICIDAD VARIABLE	56
2.3.3.2.2.- ARCILLAS INORGANICAS (A-6)	57
2.3.3.4.- RESUMEN	58
2.3.3.4.1.- LA CATEGORIA I	59
2.3.3.4.2.- LA CATEGORIA II	59
2.3.3.5.- EXIGENCIAS DE CALIDAD DEL PAQUETE	60
2.3.3.5.1.- EXIGENCIAS DE CALIDAD CAPA SUB-BASE	60
2.3.3.5.2.- EXIGENCIAS DE CALIDAD CAPA BASE	60
2.3.3.5.3.- EXIGENCIAS DE CALIDAD DEL PAVIMENTO	61
2.3.3.6.- ESTUDIO DE YACIMIENTOS	61

## **INGENIERIA DE SUELOS**

2.4.1.- INTRODUCCIÓN	64
2.4.1.1.- ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO	64
2.4.1.2.- LIMITES DE COSISTENCIA DE ATTERBERG	65
2.4.1.2.1.- LIMITE LIQUIDO (LL)	65
2.4.4.2.2.-LIMITE PLASTICO (PL)	66
2.4.4.2.3.- INDICE DE PLASTICIDAD (IP)	66
2.4.1.3 CLASIFICACIÓN DE SUELOS	66
2.4.1.4 COMPACTACIÓN	67
2.4.1.5 C.B.R	68
2.4.2 OBJETIVO DE ESTUDIO DE SUELOS Y MATERIALES	68
2.4.2.1 INFORMACIÓN OBTENIDA DE LA SUBRASANTE	68
2.4.2.2 MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN	69
2.4.2.2.1.- DEPOSITO ALUVIAL	69
2.4.2.2.2.- CANTERAS	70
2.4.2.3.- MATERIALES PARA LA CAPA RASANTE MEJORADA	71
2.4.2.4.- MATERIALES PARA LA CAPA SUB-BASE	72
2.4.2.5.- MATERIALES PARA CAPA BASE	73
2.4.2.6.- MATERIALES PARA LA CAPA DE RODADURA	75
2.4.2.6.1.-CONCRETO ASFALTICO	75

## **DISEÑO DEL PAVIMENTO ESTRUCTURAL**

2.5.- DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	77
2.5.1.- INTRODUCCIÓN	77
2.5.1.1.- FACTOR DE DISEÑO	77
2.5.1.2.- MÉTODOLOGIA	77
2.5.1.3.- PAVIMENTO FLEXIBLE	77
2.5.2- DISEÑO ESTRUCTURAL	79
2.5.2.1.- PARÁMETROS DE DISEÑO	79

2.5.2.1.1.- LA CARGA	79
2.5.2.1.2.- SERVICIBILIDAD	79
2.5.2.1.3.- SERVICIBILIDAD INICIAL	79
2.5.2.1.4.- SERVICIBILIDAD TERMINAL	79
2.5.3.- TRANSITO	80
2.5.3.1.- COMPOSICIÓN DE TRÁFICO	81
2.5.4.- CONSTRUCCIÓN CON CONCRETO ASFALTICO	83
2.5.4.1.-CONVERSIÓN DE VEHICULOS A ESALs/	84
2.5.4.2.- FACTOR EQUIVALENTE DE CARGA POR EJES	84
2.5.4.3.- CÁLCULO DEL FACTOR DEL CAMION	85
2.5.4.3.1.- CONFIGURACIÓN DE EJES DE LOS VEHICULOS	85
2.5.5.- CARGAS DE EJES	86
2.5.5.1.- CÁLCULO DEL FACTRO DEL CAMION	87
2.5.5.2.- ESALs DE DISEÑO	89
2.5.5.3.- CONFIABILIDAD	91
2.5.5.4.- NIVEL DE CONFIABILIDAD	91
2.5.5.5.- DESVIACIÓN ESTANDAR	91
2.5.5.6.- CONDICIONES AMBIENTALES	91
2.5.5.7.- PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE	92
2.5.5.8.- CBR DE DISEÑO	93
2.5.6.- MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN	94
2.5.6.1.- PAVIMENTO FLEXIBLE	94
2.5.6.1.1.- SUBRASANTE MEJORADA	94
2.5.6.1.2.- SUB-BASE	95
2.5.6.1.3.- BASE	95
2.5.6.1.4.- CAPA DE RODADURA	95
2.5.7.- DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE (Método AASHTO 97)	96
2.5.7.1.- CONVERSIÓN DE “SN” A ESPESOR DE CAPA	96
2.5.7.2.- RESULTADOS DEL DISEÑO DE PAVIMENTO	98
2.5.7.3.- CONSTRUCCIÓN INICIAL DE CONCRETO ASFALTICO	98

## **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

- CONCLUSIONES
- RECOMENDACIONES

## **BIBLIOGRAFIA**

# **ANEXOS**

- VOLÚMENES DE TRAFÍCO
- CÁLCULO DE TPD Y EJES EQUIVALENTES
- ENSAYOS DE LABORATORIO DE SUELOS
- COMPUTOS METRICOS Y PRESUPUESTOS
- ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

## **PLANOS DE CORTE TRANSVERSAL**

- PLANO GENERAL
- CALLE URIONDO
- CALLE BOLIVAR
- CALLE CAMPERO
- CALLE SUCRE
- CALLE COMERCIO
- CALLE ANCHA
- CALLE SANTIAGO
- CALLE VERDEHIGUERA
- CALLE RAMON ROJAR
- CALLE 6 DE JULIO
- CALLE # 3
- CALLE # 4
- CALLE # 7
- CALLE # 9
- CALLE # 15
- CALLE # 17
- CALLE # 19
- CALLE # 21

## INDICE DE GRAFÍCOS

MAPA DE UBICACIÓN	2
UBICACIÓN DE LA PROVINCA AVILEZ	3
FOTOGRAFIA N° 1 CALLE CAMPERO	35
FOTOGRAFIA N° 2 CALLE COMERCIO	38
FOTOGRAFIA N° 3 CALLE CAMPERO	44
MAPAS DE SUBCUENCAD DE URIONDO	63
FOTOGRAFIA N° 4 CALLEURIONDO	76
FOTOGRAFIA N° 5 CALLE SUCRE	78
Fotografía de un pavimento flexible terminado	92
Diseño Estructural AASHTO DARWin 3.01	93

## INDICE DE CUADROS

II.1 CUADROS AFOROS	26
II.2 CÁLCULO DE TPD	27
II.3 VOLUMEN DE TRÁFICO	28
II.4 DATOS DE PROYECCIÓN FUTURA	30
II.5 COMPOSICIÓN DEL TRAFÍCO EL AÑO 2029	32
II.6 DISTRIBUCIÓN PORCENTUAL EL AÑO 2029	32
II.7 VALORES DE VELOCIDAD DIRECTRIZ	36
II.8 VALORES DE PERALTES MÁXIMOS (e)	37
II.9 VALORES DEL COEFICIENTE DE FRICCIÓN (f)	39
II.10 VALORES DE RADIOS MÍNIMOS	40
II.11 LONGITUD MÍNIMA DE TRANSICIÓN POR COMODIDAD DINÁMICA	43
II.12 LONGITUD MÍNIMA DE TRANSICIÓN POR APARIENCIA GENERAL	43
II.13 PENDIENTES MÁXIMAS EN FUNCIÓN DE LA CATEGORÍA	44
II.14 DISTANCIA MÍNIMA DE VISIBILIDAD Y SOBREPASO	46
II.15 ANCHOS DE CARRILES DE CIRCULACIÓN	50
II.16 PENDIENTE TRANSVERSAL DE LA CALZADA (m)	51

II.17 CLASIFICACIÓN DE SUELOS DE LA SUB RASANTE	59
II.18 TABLA DE CLASIFICACIÓN	67
II.18.1 PORCENTAJE RECOMENDABLES PARA LA CAPA SUB-BASE	73
II.18.2 PORCENTAJE RECOMENDABLES PARA LA CAPA BASE	74
II.19 COMPOSICIÓN DEL TRAFÍCO EL AÑO 2009	82
II.20 DISTRIBUCIÓN PORCENTUAL DEL TRAFÍCO EL AÑO 2009	82
II.21 COMPOSICIÓN DEL TRAFÍCO EL AÑO 2029	83
II.22 DISTRIBUCIÓN PORCENTUAL EL AÑO 2029	84
II.23 CONFIGURACIÓN DE EJES DE LOS VEHICULOS	85
II.24 LIMITES DE CARGAS	86
II.25 CARGAS POR EJES	87
II.26 FACTOR CAMIÓN DE ACUERDO A LA LEY DE CARGAS	87
II.27 TABLA DE LA AASHTO	88
II.28 FACTOR DE CARGA VEHICULOS LIVIANOS	88
II.29 FACTOR DE CARGA VEHICULOS MEDIANOS	89
II.30 FACTOR DE CARGA VEHICULOS PESADOS	89
II.31 NÚMERO DE ESALs DE DISEÑO AVENIDA URIONDO	90
II.32 NÚMERO DE ESALs DE DISEÑO AVENIDA BOLIVAR	90
II.33 NÚMERO DE ESALs DE DISEÑO AVENIDA CAMPERO	90
II.34 NÚMERO DE ESALs DE DISEÑO AVENIDA SUCRE	90
II.35 ESPESORES MINIMOS DE ASFALTO Y BASE GRANULAR	90
II.36 CLASIFICACIÓN DE SUELOS DE LA SUB RASANTE	92
II.37 VALORES DE SOPORTE DE LA SUB RASANTE	94
II.38 COEFICIENTE DE DRENAJE Y ESTRUCTURALES DE LAS CAPAS	97
II.39 ESPESOR DE LAS CAPAS PARA LA CALZADA (CA)	98
II.40 ESPESOR DE LAS CAPAS PARA LA CALZADA (CA)	98
II.41 ESPESOR FINAL DE LAS CAPAS PARA LA CALZADA (CA)	99

## INDICE DE ECUACIONES

II.X ECUACIÓN PARA ENCONTRA TPD	26
II.X ECUACIÓN PARA NÚMERO DE EJES EQUIVALENTES	28
II.X FACTOR DE CRECIMIENTO	30
II.1 COEFICIENTE DE FRICCIÓN	38
II.2 RADIOS MINIMOS	38
II.3 CURVAS CIRCULARES CON RADIOS SUPERIORES	40
II.4 ECUACIÓN PARAMETRICA DE CLOTOIDE	41
II.5 CRITERIO DE COMONIDAD DINÁMICA	41
II.6 APARIENCIA GENERAL	41
II.7 DISTANCIA DE VISIBILIDAD DE FRENADO	44
II.8 LONGITUD DE LA CURVA VERTICAL	44
II.9 PARA CALCULAR EL NÚMERO ESTRUCTURAL	76
II.10 PROYECCIÓN DEL TRAFÍCO BASE	80
II.11 FACTOR EQUIVALENTE DE CARGA POR EJE	82
II.12 EC.PARA CORELACIONAR VALORES DE CBR	93
II.13 NÚMERO ESTRUCTURAL	94