



**Universidad de San Carlos de Guatemala  
Facultad de Ingeniería  
Escuela de Ingeniería Civil**

**PROPUESTA DE UTILIZACIÓN DEL ARRIATE CENTRAL Y ÁREA VERDE  
ALEDAÑA AL PARQUE LAS ARDILLAS COMO AMPLIACIÓN DE ÁREA DE  
PARQUEO ACTUAL DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA**

**Domingo Javier Sipaque Abrigo**

**Asesorado por**

**Ing. Calixto Santiago Monteagudo Cordero**

**Guatemala, octubre de 2004**

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**PROPUESTA DE UTILIZACIÓN DEL ARRIATE CENTRAL Y ÁREA VERDE ALEDAÑA AL PARQUE LAS ARDILLAS COMO AMPLIACIÓN DE ÁREA DE PARQUEO ACTUAL DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
POR

**DOMINGO JAVIER SIPAQUE ABRIGO**

ASESORADO POR ING. CALIXTO SANTIAGO MONTEAGUDO CORDERO

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE  
INGENIERO CIVIL

GUATEMALA, OCTUBRE DE 2004

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Sydney Alexander Samuels Milson
VOCAL I	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL II	Lic. Amahán Sánchez Alvarez
VOCAL III	Ing. Julio David Galicia Celada
VOCAL IV	Br. Kenneth Issur Estrada Ruiz
VOCAL V	Br. Elisa Yazminda Vides Leiva
SECRETARIO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Sydney Alexander Samuels Milson
EXAMINADOR	Ing. José Gabriel Ordoñez Morales
EXAMINADOR	Ing. Francisco Guillermo Melini Salguero
EXAMINADOR	Ing. Juan José Sandoval
SECRETARIO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

Cumpliendo con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

**PROPUESTA DE UTILIZACIÓN DEL ARRIATE CENTRAL Y ÁREA VERDE  
ALEDAÑA AL PARQUE LAS ARDILLAS COMO AMPLIACIÓN DE ÁREA DE  
PARQUEO ACTUAL DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Civil, con fecha 22 de octubre de 2003.

**Domingo Javier Sipaque Abrigo**

## **ACTO QUE DEDICO**

**A mi tía**

María Luisa Esperanza viuda de Castillo  
por ser mi madre

**A la memoria de mi padre**

Julián Sipaque

## **AGRADECIMIENTOS A**

**Lupita**

Por darme fuerza.

**Mis hermanos Antonio y  
Corina**

Por su apoyo en los momento  
bueno y malos.

**Mí prima; ingeniera  
Elisa Cristina**

Por todo su apoyo.

**Mis primos Eduardo,  
Pamela, Jorge, César.**

Por ser un brazo importante  
en mi vida.

**Mis tíos, Rafael,  
Gustavo, Mirna**

Por tanto.

**Al ing. Calixto Monteagudo**

Por toda su comprensión y apoyo  
académico y profesional.

**Mis amigos y compañeros  
Milton, Miguel, Abner, Juan  
Carlos, Saúl, Miguelito, Gari,  
Sami, Meme, Heico, y a todos  
los demás que no mencione  
amigos.**

Por ser mis buenos

## ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	VI
LISTA DE SÍMBOLOS.....	IX
GLOSARIO.....	XI
RESUMEN.....	XIV
OBJETIVOS.....	XV
INTRODUCCIÓN.....	XVI
1 IMPACTO AMBIENTAL, SOCIAL Y CULTURAL	
1.1 Impacto ambiental.....	1
1.1.1 Identificación del impacto ambiental.....	1
1.1.2 Impactos positivos y negativos.....	2
1.1.2.1 Impactos positivos.....	2
1.1.2.2 Impactos negativos.....	2
1.1.3 Estudio del impacto sobre la flora del área.....	4
1.1.3.1 Cobertura forestal.....	5
1.1.3.2 Uso actual del suelo .....	5
1.1.4 Estudio del impacto sobre la fauna del área.....	6
1.1.5 Respecto del paisaje.....	6
1.1.6 Posible contaminación del ambiente.....	7
1.1.6.1 Impacto del suelo.....	7
1.1.6.2 Impacto por ruidos.....	7
1.1.6.3 Impacto en la calidad del aire.....	7
1.2 Efectos sociales.....	8
1.2.1 Pérdida de objetos en el vehículo.....	8
1.2.1.1 Por dejarlo fuera de un parqueo autorizado.....	8
1.2.1.2 Pérdida del vehículo en sí.....	9

1.2.2	Daños al vehículo por subirse al bordillo.....	9
1.2.2.1	Daños de las partes mecánicas.....	9
1.2.3	Costo de oportunidad.....	10
1.2.3.1	Análisis de los problemas que se pueden evitar construyendo el parqueo .....	10
1.3	Efectos culturales.....	11
1.3.1	Efectos psicológicos de las personas en estas situaciones.....	11
1.3.2	Estudio de la educación vial de las personas.....	12
1.3.2.1	Seguridad vial.....	12
1.3.2.2	Cifras de accidentes.....	12
1.3.2.3	Factores que contribuyen a los accidentes.....	13
1.3.2.4	Medidas correctivas.....	13
1.3.2.5	Ingeniería vial.....	14
1.3.2.6	Medidas de protección.....	15
1.3.2.7	Aplicación de las leyes de tráfico o tránsito.....	15
1.3.2.8	Educación y formación.....	16
2	ESTUDIO TOPOGRÁFICO	
2.1	Aspectos generales.....	17
2.1.1	Topografía.....	17
2.1.2	Geodesia.....	17
2.1.3	Instrumentos de medida.....	18
2.1.4	Sistema de posicionamiento global. ....	18
2.1.5	Estación total.....	19
2.1.6	Medidas en el plano.....	20
2.1.7	Levantamientos catastrales.....	21
2.1.8	Levantamiento topográfico.....	22
2.1.9	Levantamiento topográfico para la construcción.....	22



2.2	Planimetría.....	23
2.2.1	Inventario arbóreo del área afectada.....	24
2.3	Altimetría.....	24
2.3.1	Clases de nivelación.....	26
2.4	Estudios del suelo.....	26
2.4.1	Naturaleza de los suelos.....	27
2.4.1.1	Materia orgánica del suelo.....	29
2.4.1.2	Identificación de los suelos en el campo.....	30
2.4.1.3	Principales tipos de suelos.....	30
2.4.2	Descripción general de los tipos de base.....	30
2.5	Estudio de corte y relleno del área.....	31
2.5.1	Movimiento de tierras.....	31
2.5.2	Diseño de sub-rasante.....	32
2.5.2.1	Coeficiente de contracción e hinchamiento.....	33
2.5.3	Condiciones topográficas.....	33
2.5.4	Formación de prismoides.....	34
2.5.4.1	Cálculo de áreas en secciones transversales...35	
2.5.4.1.1	Método gráfico o del planímetro.....	36
2.5.4.1.2	Método analítico.....	36
2.5.5	Diseño y cálculo de la línea de balance.....	37
2.5.5.1	Diseño de la línea de balance.....	38
2.5.5.2	Cálculo de la línea de balance.....	38
2.5.6	Ensayos de la sub-rasante para considerar relleno.....	40
2.5.6.1	Compactación proctor.....	40
2.5.6.1.1	Equipo.....	40
2.5.6.1.2	Muestra.....	41
2.5.6.1.3	Procedimiento.....	41
2.5.6.1.4	Cálculos.....	43

2.5.6.2	Relación de Soporte de California (C.B.R.).....	45
2.5.6.2.1	Equipo.....	46
2.5.6.2.2	Preparación de la muestra.....	46
2.5.6.2.3	Suelos de alta plasticidad.....	47
2.5.6.2.4	Medición de los cambios volumétricos (expansión o hinchamiento).....	48
2.5.6.2.5	Cálculo.....	50
2.5.6.2.6	Curva.....	50
2.5.6.2.7	Corrección del C.B.R.....	50
2.5.6.3	Análisis granulométrico.....	52
2.5.6.3.1	Equipo.....	52
2.5.6.3.2	Muestra.....	52
2.5.6.3.3	Cálculo.....	54
2.5.6.3.4	Diámetro efectivo (DIO).....	54
2.5.6.4	Límites de Atterberg.....	57
2.5.6.4.1	Muestra.....	58
2.5.6.4.2	Equipo.....	58
2.5.6.4.3	Preparación de la muestra.....	58
2.5.6.4.4	Procedimiento “Ajuste del aparato de casagrande”.....	59
2.5.6.4.5	Límite Líquido (LL).....	59
2.5.6.4.6	Límite plástico .....	62
2.5.6.4.7	Cálculo de índices .....	63
2.5.7	Análisis de resultados.....	65
3	DISEÑO DE LA URBANIZACIÓN DEL ÁREA DE PARQUEOS	
3.1	Demanda de cantidad de parqueo.....	67
3.1.1	Análisis de cinco años atrás.....	67

3.1.2	Análisis actual.....	69
3.1.2.1	Encuesta realizada a los estudiantes de la facultad de ingeniería.....	70
3.1.2.2	Resultados gráficos de la encuesta realizada a los estudiantes .....	71
3.1.3	Análisis de cinco años en el futuro.....	75
3.2	Reglamentos locales.....	77
3.2.1	Reglamentos de la facultad.....	77
3.2.2	Reglamentos de la universidad.....	79
3.3	Geometría.....	80
3.3.1	Área de capacidad de parqueo.....	80
3.3.2	Área verde.....	80
3.3.3	Área de circulación.....	80
3.3.4	Área de reposición arbórea.....	80
4	PLANIFICACIÓN	
4.1	Planificación y distribución de espacios.....	81
4.1.1	Puesto de aparcamiento.....	82
4.1.2	El espacio necesario para el aparcamiento.....	83
4.1.3	Dónde dejar los vehículos parqueados.....	83
4.1.4	Puestos de aparcamiento en la vía pública.....	84
4.1.5	Puntos de vista sobre la planificación de los parqueo.....	84
4.1.6	Diseño estructural de muro de contención en los parqueos.....	88
4.2	Estudios de precipitación para la escorrentía.....	96
4.2.1	Escorrentía.....	96
4.2.2	Coeficiente de escorrentía.....	96
4.2.3	Porcentaje de escorrentía.....	97
4.2.4	Inspección de campo.....	97

4.2.4.1	Intensidad de lluvia.....	98
4.2.4.2	Intensidad de lluvia en Guatemala.....	100
4.2.4.3	Cálculo del área de descarga.....	101
4.2.4.3.1	Método racional.....	101
4.2.4.3.2	Cálculos hidráulicos.....	101
4.3	Instalaciones eléctricas .....	102
4.4	Pavimentación.....	103
4.4.1	Concreto hidráulico.....	104
4.4.1.1	Composición.....	105
4.4.1.2	Asfalto.....	107
4.4.1.3	Adoquín.....	108
4.5	Señalización.....	109
4.6	Drenajes.....	109
5	PRESUPUESTO EN BASE AL DISEÑO	
5.1	Cálculo de cantidades de trabajo.....	113
5.2	Costos de material.....	114
5.3	Mano de obra.....	116
5.4	Comparativo de tipo de pavimento.....	118
5.4.1	Rígido.....	118
5.4.2	Semi-rígido.....	119
5.4.3	Flexible.....	120
5.4.4	Costo general de proyecto.....	121
	CONCLUSIONES.....	125
	RECOMENDACIONES.....	126
	BIBLIOGRAFÍA.....	127
	ANEXO.....	128
	APÉNDICE.....	146

# ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

## FIGURAS

1	Cotas y altitudes	25
2	Cálculo de volumen por prismoides	35
3	Sección típica	37
4	Ensayo de compactación	44
5	Ensayo de Razón Soporte California CBR	51
6	Análisis granulométrico con tamices y lavado previo	56
7	Ensayo de límites de Atterberg	64
8	Inscripción de estudiantes en la Facultad de Ingeniería del año 2000 al año 2004.	69
9	Grafica de pregunta a	71
10	Grafica de pregunta b	71
11	Grafica de la pregunta c	72
12	Grafica de la pregunta d	72
13	Grafica de la pregunta e	73
14	Grafica de la pregunta f	73
15	Grafica de la pregunta g	74
16	Proyección de 5 años en el futuro de estudiantes que van a ingresar a la Facultad de Ingeniería.	76
17	Distribución de espacios	82
18	Modelo del muro	88
19	Áreas de los elementos	89
20	Esfuerzos cortantes	90
21	Esfuerzos cortantes en el pie	91

22	Esfuerzos cortantes en el talón	92
23	Esfuerzos producidos en la cortina	94
24	Distribución de acero en muro de contención	95
25	Indicador de curva peligrosa	129
26	Ubicación de las señales para trabajos realizados fuera del hombro	130
27	Ubicación de las señales para trabajos realizados en el hombro	131
28	Lugar de las señales para trabajos móviles sobre el hombro	132
29	Demarcación de línea central	133
30	Demarcación de línea de borde	134
31	Trabajos móviles en un carril	135
32	Trabajos móviles en el centro de la carretera	136
33	Trabajos estacionarios en un carril	137
34	Área de construcción	138
35	Trabajos estacionarios en una carretera transversal	139
36	Trabajos de mantenimiento de corta duración	140
37	Construcción, reparación o mantenimiento en carretera de 4 carriles sin isla central	141
38	Ruta provisional	142
39	Trabajos en curva horizontal en una carretera dividida	143
40	Trabajos en pendientes	144
41	Señalamiento manual	145
42	Secciones del área de parqueos – primera parte	146
43	Secciones del área de parqueos – segunda parte	147
44	Secciones del área de parqueos – tercera parte	148
45	Secciones del área de parqueos – cuarta parte	149
46	Secciones del área de parqueos – quinta parte	150
47	Secciones del área de parqueos – sexta parte	151
48	Secciones del área de parqueos – séptima parte	152
49	Secciones del área de parqueos – octava parte	153

50	Secciones del área de parqueos – novena parte	154
51	Secciones del área de parqueos – décima parte	155
52	Secciones del área de parqueos – décima primera parte	156
53	Planta de ubicación de árboles	157
54	Planta de ubicación de árboles actuales	158

## TABLAS

I	Cálculo de área para sección típica	37
II	Cálculo de movimientos de tierra	39
III	Inscripción de estudiantes en los últimos 5 años en la Facultad de Ingeniería	68
IV	Proyección de estudiantes que ingresaran a la Facultad de Ingeniería en los próximos cinco años	76
V	Casos en los que corresponde derecho a parqueo según color de la calcomanía	77
VI	Distribución de parqueos	82
VII	Momentos que actúan en el muro	89
VIII	Valores de impermeabilidad relativa	97
IX	Presupuesto pavimento rígido	118
X	Presupuesto pavimento semi-rígido	119
XI	Presupuesto pavimento flexible	120
XII	Presupuesto general	121
XIII	Trabajos fuera del hombro	130
XIV	Trabajos estacionarios sobre el hombro	131
XV	Trabajos móviles sobre el hombro	132
XVI	Trabajos móviles en un carril	135
XVII	Trabajos móviles en el centro de la carretera	136
XVIII	Trabajos estacionarios en un carril	137
XIX	Área de construcción	138
XX	Trabajos estacionarios en una carretera transversal	139
XXI	Trabajos de mantenimiento de corta duración	140



## LISTA DE SÍMBOLOS

<b>A</b>	Área
<b>As</b>	Área de acero de refuerzo
<b>As<sub>MAX</sub></b>	Área de acero máximo permitido
<b>As<sub>MIN</sub></b>	Área de acero mínimo permitido
<b>As<sub>TEMP</sub></b>	Área de acero por temperatura
<b>At</b>	Área tributaria
<b>Av</b>	Área de varilla
<b>Az</b>	Área zapata
<b>CG</b>	Centro de gravedad
<b>CM</b>	Carga muerta
<b>CMU</b>	Carga muerta última
<b>Cm</b>	Centro de masa
<b>CU</b>	Carga última
<b>CV</b>	Carga viva
<b>CVU</b>	Carga viva última
<b>D</b>	Peralte, efectivo del elemento en sección, distancia desde la fibra extrema en compresión al centroide del refuerzo en tensión
<b>F'c</b>	Resistencia a la compresión del concreto
<b>Fy</b>	Resistencia a la fluencia del acero de refuerzo
<b>Fcu</b>	Factor de carga última
<b>L</b>	Longitud del elemento
<b>M</b>	Momento
<b>M<sub>CM</sub></b>	Momento inducido por la carga muerta
<b>M<sub>CV</sub></b>	Momento inducido por la carga viva

<b>Pq</b>	Carga aplicada
<b>PU</b>	Carga última
<b>q</b>	Presión sobre el suelo
<b>q<sub>MAX</sub></b>	Presión máxima sobre el suelo
<b>q<sub>MIN</sub></b>	Presión mínima sobre el suelo
<b>q<sub>PROMEDIO</sub></b>	Presión última promedio sobre el suelo
<b>Qu</b>	Presión última sobre el suelo
<b>S</b>	Espaciamiento del acero de refuerzo
<b>V<sub>A</sub></b>	Fuerza cortante factorizada actuante, en el elemento
<b>V<sub>MAX</sub></b>	Corte máximo actuante
<b>V<sub>R</sub></b>	Resistencia al esfuerzo cortante proporcionado por el concreto
<b>V<sub>s</sub></b>	Valor soporte del suelo
<b>W<sub>C</sub></b>	Peso volumétrico del concreto
<b>W<sub>S</sub></b>	Peso volumétrico del suelo
<b>δ</b>	Peso del suelo
<b>φ</b>	Angulo de fricción interna
<b>Σ</b>	Sumatoria de una serie de valores
<b>PVC</b>	Cloruro de polivinilo
<b>Q</b>	Caudal en litros por segundo
<b>C</b>	Coefficiente de escorrentia
<b>PSI</b>	Libras por pulgada cuadrada
<b>∅</b>	Diámetro
<b>EST</b>	Estación
<b>PO</b>	Punto observado
<b>Msnm</b>	Metros sobre el nivel del mar
<b>ml</b>	Metros lineales
<b>Gal</b>	Galones

## GLOSARIO

<b>Aforo</b>	Es la acción de medir un caudal en una fuente determinada.
<b>Altimetría</b>	Diferencias de nivel existentes entre puntos de un terreno o de una construcción.
<b>BM</b>	Denominándose banco de marca a un punto de carácter más o menos permanente, del cual se conocen su localización y su elevación.
<b>Banco de materiales</b>	Se denomina banco de materiales a un área donde existe material disponible para los trabajos requeridos.
<b>Cal</b>	Óxido de calcio. Sustancia alcalina de color blanco o blanco grisáceo que, al contacto del agua, se hidrata o se apaga, con desprendimiento de calor y mezclada con arena forma un mortero.
<b>Caudal</b>	Es el volumen de agua que pasa por una sección de flujo por unidad de tiempo.

<b>Compactación</b>	Proceso en el cual se llenan los espacios vacíos en las estructuras básicas de los pavimentos.
<b>Contaminación</b>	Es el resultado de descargas contaminantes o de materiales extraños en el aire, en la tierra o en aguas superficiales.
<b>Cotas</b>	Las distancias verticales, que se miden a partir de una superficie de nivel o plano de referencia arbitraria, que debe ser normal a la dirección de la plomada.
<b>Cota de terreno</b>	Número en los planos topográficos, indica la altura de un punto sobre un plano de referencia.
<b>Curvas de nivel</b>	Líneas que en un mapa, unen puntos de la misma altitud.
<b>Ecología</b>	Ciencia que estudia las relaciones de los seres vivos entre sí y con su entorno.
<b>Erosión</b>	Desgaste de la superficie terrestre por agentes externos, como el agua o el viento.
<b>Estación</b>	Cada uno de los puntos en el que se coloca el instrumento topográfico en cualquier operación de levantamiento planimétrico o de nivelación.

<b>Estribos</b>	Varillas transversales de hierro que resisten los esfuerzos de corte en el alma de la viga.
<b>Fauna</b>	Conjunto de los animales de un país o región.
<b>Formaleta</b>	Armazón provisional que sostiene un elemento de construcción mientras se está ejecutando, hasta que alcanza resistencia propia suficiente.
<b>Flujo</b>	El número de partículas que pasan a través de una superficie por unidad de tiempo.
<b>Geodesia</b>	Ciencia matemática que tiene por objeto determinar la figura y magnitud del globo terrestre o de gran parte de él y construir los mapas correspondientes.
<b>Microorganismo</b>	Materia viviente pequeñísima.
<b>Patógeno</b>	Que causa enfermedad.
<b>Planimetría</b>	Consiste en la proyección del terreno sobre un plano horizontal.
<b>Planificación</b>	Plan general, metódicamente organizado y frecuentemente de gran amplitud, para obtener un objetivo determinado, tal como el desarrollo armónico de una ciudad.

## RESUMEN

El problema del tráfico se ha incrementado a nivel mundial, esto implica que no es un problema solamente de Guatemala y como consecuencia directa de esto es el denominado tráfico parado que consiste en la acumulación de vehículos en zonas especializadas. Dicho problema también afecta a la ciudad universitaria, pues el diseño de los aparcamientos no se da abasto en las diferentes facultades y no solamente en la facultad de ingeniería. A través del tiempo se han tratado de planificar para el futuro, distintos proyectos de aparcamientos pero no se ha logrado visualizar realmente la forma correcta de construir dichos proyectos.

En este trabajo de graduación se realizó una propuesta de aparcamiento para la facultad de ingeniería, de esta forma aliviar los problemas que afrontan los estudiantes, esperando que otros estudiantes propongan soluciones como por ejemplo edificios de aparcamiento en dicha facultad, tomando en cuenta la ecología del lugar y que se realicen estudios de impacto ambiental, estudios de la urbanización de la universidad y de esta forma no generar problemas de otras índoles como por ejemplo accidentes de tránsito o congestionamiento a nivel universitario.

Este trabajo de graduación pretende ser un trampolín para que las autoridades universitarias propongan soluciones a corto, mediano y largo plazo a las distintas facultades de la universidad, creando leyes y normas, velando que éstas se respeten. Los proyectos que se realicen deben ser supervisados, de tal modo que no generen problemas a los servicios que tiene la universidad como por ejemplo drenajes sanitarios, pluviales, agua potable, electricidad, etc.

## OBJETIVOS

- **General**

Definir y analizar la necesidad de nuevas áreas de estacionamiento (parqueo) para obtener mayor capacidad y así mejorar la fluidez del tránsito en base a un diseño adecuado y funcional causando el menor impacto posible en las condiciones actuales de jardinería.

- **Específicos**

1. Obtener la información necesaria para resolver el problema de estacionamiento en la facultad.
2. Encontrar en el estacionamiento una verdadera respuesta a los objetivos en la facultad y proporcionar una sensación de seguridad para evitar pérdida de tiempo que repercuta en el desarrollo docente.
3. Colaborar con las personas que utilizan el parqueo de la facultad de ingeniería.
4. Proponer el proyecto sin que se vea afectada la ecología del lugar.
5. Plantear el proyecto de forma tal, que no ocasione problemas viales.

## INTRODUCCIÓN

El contenido de este estudio se basa en la problemática del tránsito vehicular en la Facultad de Ingeniería, que en los últimos años se ha incrementado no sólo en la facultad sino en toda la Universidad de San Carlos de Guatemala debido al incremento de alumnos y del personal que labora en dicha área, para esto se realizan estudios topográficos, urbanísticos, de impacto ambiental. Con esto se pretende dar un carácter profesional a este proyecto.

Además se realizarán investigaciones del crecimiento poblacional en la facultad, tomando en cuenta el como era la demanda del parqueo cinco años atrás, como es en la actualidad y la proyección en cinco a diez años en el futuro, utilizando datos estadísticos, y tomando un muestreo a nivel facultad.

Se hará un diseño arquitectónico de las nuevas instalaciones usando los datos topográficos, tomando en cuenta el movimiento de tierras (corte, relleno), compactación, pavimentación, distribución de alumbrado eléctrico en la zona, drenaje (colocación de cunetas y tubos de concreto o PVC).

También una estimación de los costos que esto conlleva y junto con una buena planificación se espera realizar un buen trabajo para beneficio de todo el personal de la Facultad de Ingeniería de la Universidad San Carlos de Guatemala. Además se plantearan otras opciones que ayuden a aliviar dicho problema como por ejemplo realizar torres de edificios de parqueo y también parqueo subterráneo, con el fin de aliviar el problema del parqueo de la Facultad de Ingeniería



# **1. IMPACTO AMBIENTAL, SOCIAL Y CULTURAL**

## **1.1. Impacto ambiental**

Término que define el efecto que produce una determinada acción humana sobre el medio ambiente.

Es fundamental tener claro, qué es el medio ambiente y cómo se relaciona el tema con la vida cotidiana, nuestro entorno y qué comprende. La interacción de los seres vivos con elementos naturales y artificiales, todo esto en un ecosistema natural que se encuentra en equilibrio, es decir, que cualquier cambio que se le ocasione al sistema repercutirá positiva o negativamente.

### **1.1.1. Identificación del impacto ambiental**

Es necesario considerar que cualquier actividad sobre el ambiente de un territorio dado, lo transforma, provocando impactos positivos o negativos, los cuales se determinan de conformidad al efecto que se cause en el lugar. El propósito de este estudio es garantizar la calidad del entorno de la urbanización; por lo que a continuación se identifican aquellas actividades que pretenden ser riesgos al ambiente del área en estudio.

El proyecto consiste en la construcción de 243 parqueos para automóviles.

## **1.1.2. Impactos positivos y negativos**

### **1.1.2.1. Impactos positivos**

Los impactos positivos son aquellos que lejos de damnificar al proyecto lo benefician, tal es la construcción de los parqueos que aliviarán a muchos usuarios dándole comodidad, accesibilidad a un lugar donde dejar los automóviles, además se construirá de tal forma que le dé una vista agradable al paisaje circundante, esto implica que se habilitará una zona donde se puedan sembrar árboles, pues el área está desprovista de ellos.

### **1.1.2.2. Impactos negativos**

Los impactos negativos son los que damnifican a una área específica en función de las actividades de la comunidad universitaria, como la posible contaminación que se produzca en el área por emanación de gases que producen los vehículos, también la basura que los usuarios produzcan en el lugar, el ruido de maquinaria a la hora de la construcción, además el excedente de tierra cuando se haga movimientos de tierra en el área. Se tendrá que analizar si estas actividades verdaderamente son fuente de impactos negativos para el proceso de construcción del proyecto.

#### **a. Impactos negativos potenciales identificados**

- Pérdida de vegetación arbórea por construcción de parqueos.
- Impactos en el suelo.
- Emanación de polvo.
- Provocación de ruidos por la maquinaria.

- Derrame de desechos sólidos y líquidos en el área.
- Impacto visual.

#### **b. Impacto en el medio socioeconómico**

Los siguientes impactos se consideran entre los más importante:

- Mayor capacidad en parqueos.
- Mejor acceso a la universidad.
- Generación de empleo ante la contratación de mano de obra.
- Daños al paisaje circundante.
- Contaminación de desecho tóxico al ambiente.
- Control del tráfico desordenado.
- Control de robos mediante seguridad en el parqueo

#### **c. Impactos externos hacia el proyecto**

Los conductores que llegan a parquearse dañan lo que es el área verde existente, provocando que cuando llueve se erosione con facilidad el suelo, además destrucción parcial del bordillo y derrame de aceite y grasa en el pavimento, provocando con esto accidentes de los vehículos que circulen en la cinta asfáltica. Creación de colas de carros al ingresar a los parqueos existentes en la facultad de ingeniería.

#### **d. Impactos del proyecto hacia el exterior**

Cuando los camiones de volteó entren o salgan con tierra y material selecto para relleno y derramen en el trayecto del botadero o banco de materiales la tierra o selecto, provocando con esto malestar a la población circundante a dichos trayectos, y si el trabajo se hace en época de invierno el lodo que se ocasioné al circular los caminos en el trayecto.

##### **1.1.2. Estudio del impacto sobre la flora del área**

Guatemala tiene una riqueza forestal amplia, empero anualmente se pierde 1,71% de esa diversidad, pues las autoridades no tienen el cuidado de nuestros bosques, por tal razón es importante tener el cuidado respectivo en cada actividad o proyecto de realizar un estudio del impacto que pueda tener dicha actividad sobre el ecosistema del arreate central y área aledaña al parque “Las ardillas”.

Las áreas que fueron deforestadas tienden a erosionarse rápidamente, por tal razón se debe sembrar árboles donde se necesiten para proteger los predios. Los árboles cumplen una función muy importante, necesitan bióxido de carbono, retienen el agua y evitan la erosión de los suelos; esto implica que teniéndolos se evite la erosión de los suelos y se amplíen áreas verdes.

La flora de la zona en estudio se encuentra totalmente mermada, aún las áreas con pendientes mayores del 30% están totalmente desprovistas de vegetación y por consiguiente de fauna.

Las características actuales del terreno son las siguientes: existen sólo algunos árboles y arbustos, pues por muchos años fueron descuidados, desprotegiéndolos de la siembra de árboles y no se tiene un plan para forestación del área.

#### **1.1.2.1. Cobertura forestal**

Por la posición geográfica y las características de la zona donde se encuentra el terreno, éste es propio de coníferas, especialmente pinos de diferentes variedades, en particular el parque ecológico “Las ardillas” que es una reserva que tiene a su cargo la Universidad San Carlos de Guatemala. En el área donde se construirán los parqueos no existe cobertura forestal, estando desprovista de vegetación y siendo vulnerable a erosionarse muy rápidamente, por esta razón, es imperativa la siembra de árboles, ya que según el plan de acción forestal para Guatemala (PAFG 1991) señala que el 70% del país posee vocación forestal.

#### **1.1.2.2. Uso actual del suelo**

En la topografía del predio sólo se encuentra arbustos y algunos árboles, en ciertas áreas no hay árboles, por esta razón es necesario tener un plan a corto plazo, para reforestar y evitar que la erosión siga deteriorando el área. Es necesario sembrar grama para la retención del agua de lluvia y que no dañe el suelo.

### **1.1.3. Estudio del impacto sobre la fauna del área**

La fauna de la zona en estudio se encuentra totalmente mermada desde hace por lo menos 15 ó 20 años, el área está desprovistas de vegetación y por consiguiente de fauna. Las características actuales del terreno son: pastos, arbustos y algunos árboles.

En le predio del parque ecológico “Las ardillas” se encuentra escasamente fauna, consiste en algunas especies de pájaros, ardillas, conejos, lagartijas y otros.

### **1.1.4. Respecto del paisaje**

Por ser el proyecto de parqueos y cambios en el área verde, el impacto en el paisaje será el cambio en el uso del suelo, pues cambia de terreno, se trabajará para que se integre la imagen urbana al lugar.

Por la ubicación que tiene el terreno en el extremo sur de la meseta de la ciudad de Guatemala, el sitio cuenta con vistas panorámicas significativas hacia la cadena volcánica del volcán de Pacaya, el volcán de Agua y el volcán de Fuego, pero en general no cambiará significativamente el panorama, pues actualmente los vehículo se estacionan en áreas aledañas al proyecto.

### **1.1.5. Posible contaminación del ambiente**

#### **1.1.6.1. Impacto del suelo**

Entre los impactos al suelo puede mencionarse: excavación, relleno, compactación, erosión y sucesivamente deforestación del área en cuestión. Cuando este construido el proyecto el derrame de aceite en dicha área y basura que ocasionen los ocupantes de los vehículos.

#### **1.1.6.2. Impacto por ruidos**

El ruido que se ocasiona en la extracción y procesamiento de los materiales es un impacto adverso que produce la maquinaria y equipo. Se genera ruido de relativa intensidad, aunque tolerable para el ser humano. Los más afectados en este sentido, son los operadores de maquinaria pues son ellos los que están todo el tiempo de trabajo con estas máquinas. Los operarios deberán utilizar equipo adecuado de seguridad. Se sabe que los y las estudiantes y docentes de la universidad no saldrán afectados directamente por el ruido, pues se encuentran alejados del área de trabajo y en los alrededores no existen viviendas que puedan salir afectadas, hay que tomar en cuenta que estos efectos son temporales.

#### **1.1.6.3. Impacto en la calidad del aire**

En el proceso de movimientos de tierra se genera polvo a la hora de cortar o rellenar ciertas áreas, pero también en el proceso se humedece el suelo y esto evita que se eleven partículas al aire en general es muy poco el impacto del proyecto hacia el aire, tomando en cuenta que estos efectos son temporales.

## **1.2. Efectos sociales**

Los efectos sociales que se generan actualmente son muy importantes de analizar pues son los que benefician o perjudican a los usuarios del futuro proyecto de parqueos.

### **1.2.1. Pérdida de objetos en el vehículo**

Los vehículos no cuentan con ninguna protección dentro de la ciudad universitaria, razón por la cual debe tomarse medidas correctivas a largo plazo para que esto no siga sucediendo.

#### **1.2.1.1. Por dejarlo fuera de un parqueo autorizado**

Es un problema generalizado la pérdida de los vehículos y artículos que se queden dentro del mismo, esto es un mal necesario, pues las personas tienen que presentarse a sus labores diarias en un tiempo estipulado y con tal de no llegar tarde a su destino, dejan el vehículo en lugares de riesgo.

De esta forma dan la oportunidad de que les roben, pues los malhechores tienen todo el tiempo que requieren para sustraer con libertad y esto por falta de seguridad. Este es un problema social generalizado, del cual no se libra los estudiantes y personal docente de la Universidad de San Carlos de Guatemala; en todo el perímetro de parqueos del campus universitario se tiene este problema actualmente y la solución que ha dado las autoridades de esta casa de estudio, es que en cada parqueo de las distintas facultades se tenga seguridad, no siendo así para las personas que dejan su vehículo fuera de dichos parqueos. Con el fin de aliviar este problema se pensó en este proyecto, que una vez realizado se le proporcione seguridad y alumbrado en el área del parqueo teniendo en el proyecto una garita para el personal de seguridad.



### **1.2.1.2. Pérdida del vehículo en sí**

La pérdida del vehículo es una consecuencia de la falta de seguridad y de áreas de parqueos en cualquier lugar de nuestra ciudad, sólo en la universidad la pérdida es actualmente de un promedio diario de 17 vehículos, algunos aparecen y otros no; el vehículo es un patrimonio de las personas que con esfuerzo lo compran y muchas veces ni lo han cancelado totalmente. Es por estas razones que se presenta un diseño adecuado que cuente con todos los servicios y que sea funcional este proyecto de parqueos tiene como fin la seguridad y comodidad en la Facultad de Ingeniería.

### **1.2.2. Daños al vehículo por subirse al bordillo**

El uso inadecuado de las áreas actuales para parquarse genera una lista de problemas a los vehículos y por ende a sus propietarios, uno de estos consiste en que con el afán de estacionar el vehículo el piloto se sube a los bordillos y de esta forma dañan el vehículo y los bordillos de los arriates.

### **1.1.2.3. Daños de las partes mecánicas**

Los daños a las partes mecánicas del vehículo se generan por no haber un área de parqueos, por esta razón se estacionan en cualquier parte del boulevard principal y muchas veces no respetan los bordillos que se encuentran ubicados en los costados de la carpeta asfáltica, se suben en ellos ocasionando que se fracturen los mismos y además sufren esfuerzos los vehículos ocasionando que se deterioren las partes mecánicas del mismo, generando al propietario molestias y gastos que son una consecuencia de este mal hábito.

### **1.2.3. Costo de oportunidad**

Es lo que se deja de realizar por hacer otras actividades. Por no tomarse las medidas necesarias por parte de las autoridades de la universidad y de la facultad de ingeniería, las personas estacionan sus vehículos en cualquier lugar, en áreas donde no es adecuado estacionarlos, esto implica que en su momento no se han presentado alternativas o proyectos por parte de estudiantes o autoridades universitarias y permitiendo así daños a la infraestructura de de la universidad, y de los propios usuarios.

Es por esto que se ha dejado de realizar actividades que beneficien a la sociedad universitaria dejando que los usuarios realicen sus propias actividades. Además por estar esperando ingresar a los parqueos de la facultad pierden clases magistrales que repercuten en el rendimiento académico.

#### **1.1.2.4. Análisis de los problemas que se pueden evitar construyendo el parqueo**

Aliviar los problemas de las personas que utilizan su vehículo es lo primordial de esta propuesta de parqueos. Para que las autoridades encargadas de aprobar proyectos en la Universidad San Carlos de Guatemala y específicamente de la facultad de ingeniería tengan una propuesta de parqueos y la analicen, se les presenta este proyecto y los problemas que se pueden evitar realizando el mismo. Los beneficios de tener un parqueo en la facultad de ingeniería son:

- Lugar donde dejar el vehículo.
- Mejor acceso a la universidad.

- Eliminar en parte el caos que se genera dejando libre las vías de circulación de el tránsito vehicular.
- Evitar robos a los vehículos o robo del vehículo.
- Control del tráfico desordenado.
- Suministrar seguridad.
- Evitar colas de vehículos para entrar a la Facultad de Ingeniería.

### **1.3. Efectos culturales**

#### **1.3.1. Efectos psicológicos de las personas en estas situaciones**

La psicología es el estudio científico de la conducta y la experiencia, de cómo los seres humanos y los animales sienten, piensan, aprenden y conocen para adaptarse al medio que les rodea. La psicología moderna se ha dedicado a recoger hechos sobre la conducta y la experiencia, y a organizarlos sistemáticamente, elaborando teorías para su comprensión. Estas teorías ayudan a conocer y explicar el comportamiento de los seres humanos y en alguna ocasión incluso a predecir sus acciones futuras, pudiendo intervenir sobre ellas.

Se han realizado estudios a las personas en situaciones de tráfico y estas entran en un estado ansioso y de desesperación, mayormente si hay calor. Estos estudios se realizan en horas pico. En Guatemala no cambia la situación, por ejemplo cuando están esperando su turno para poder ingresar a la facultad y pasan 45 minutos promedio para poder ingresar a los parqueos de la facultad, muchos de ellos pierden sus clases magistrales perdiendo el interés por recibir dichas clase y por ende el curso y más adelante como consecuencia deserción del curso que toman a esas horas.

## **1.3.2. Estudio de la educación vial de las personas**

### **1.3.2.1. Seguridad vial**

Se entiende por seguridad vial, reducción del riesgo de accidentes y lesiones en las carreteras, lograda a través de enfoques multidisciplinarios que abarcan ingeniería vial y gestión del tráfico, educación y formación de los usuarios de las carreteras y diseño de los vehículos.

En el acceso a la universidad por ejemplo cuando se modificaron las vías hubo accidentes a falta de señalización e información adecuada para la personas.

### **1.3.2.2. Cifras de accidentes**

En las carreteras de todo el mundo mueren al año al menos medio millón de personas y unos 15 millones sufren lesiones. Las cifras de heridos varían mucho según la población y la densidad del tráfico, así como el grado de aplicación de las medidas preventivas y correctivas.

Por lo general, se producen más muertes en las carreteras rurales, donde la velocidad es más elevada que en las zonas urbanas, pero las lesiones graves que precisan estancia en un hospital son al menos el doble en las vías urbanas, donde el tráfico es más problemático.

Por lo que se refiere a la distancia recorrida, los motoristas, los ciclistas y los peatones tienen más riesgo de muerte o lesiones.

### **1.3.2.3. Factores que contribuyen a los accidentes**

La mayor parte de los accidentes son debidos a errores humanos; el mal estado de la calzada y los fallos del vehículo, en menor medida, son las otras dos causas de accidentes. Los principales errores humanos son: velocidad excesiva para las condiciones de la carretera, no ceder el paso en los cruces, distancia de seguridad demasiado reducida, adelantamientos indebidos y percepción o enjuiciamiento equivocados de la situación que se presenta. El deterioro de la percepción como consecuencia del consumo de alcohol es otro factor de importancia. Las deficiencias de la carretera que son factores básicos de los accidentes son: mal diseño del trazado y del control en los cruces, señalización inadecuada, mala iluminación de la vía, superficies resbaladizas y obstrucciones por vehículos mal estacionados. Los principales fallos del vehículo se deben a defectos en neumáticos, frenos y luces, consecuencia casi siempre de un inadecuado mantenimiento.

### **1.3.2.4. Medidas correctivas**

En ingeniería, educación y legislación se han desarrollado importantes medidas correctivas orientadas a mejorar la seguridad vial. Se refieren tanto a la seguridad primaria (reducción de accidentes) como a la seguridad secundaria (lesiones menos graves). La investigación ha desempeñado un papel esencial en la comprobación y evaluación de estas medidas, a fin de garantizar el uso más eficaz posible de los recursos.

### **1.3.2.5. Ingeniería vial**

Son ya muchos los países que aplican medidas de bajo coste para resolver los accidentes. La reducción de accidentes que se consigue es notable, y las ventajas económicas son varias veces el coste de las medidas en su primer año de aplicación. Algunos sistemas que han tenido éxito son los cambios del trazado en cruces para definir con más claridad las prioridades, el uso más generalizado de marcas en la carretera para delimitar los carriles, y zonas de parada para los vehículos que van a efectuar un giro, mejora en la resistencia al deslizamiento sobre superficies húmedas, iluminación más uniforme en las calles y señales de orientación, información y aviso más visibles y legibles.

En algunos países se ha demostrado que se consiguen mejores resultados cuando se adopta un enfoque sistemático para resolver el problema de la reducción de accidentes, y en los procedimientos se han incluido partes de las carreteras y zonas enteras. La gestión o administración de la seguridad en las áreas urbanas ha logrado una reducción del 15% de las lesiones en una zona completa, estableciendo en primer lugar una jerarquía de vías según su función: para tráfico de tránsito, distribución local del tráfico y acceso a zonas residenciales. A continuación se han aplicado las medidas de seguridad oportunas según las necesidades: reducir los conflictos y facilitar los desplazamientos, controlar la velocidad y el aparcamiento o estacionamiento de vehículos, reservar zonas a peatones y ciclistas en las vías más utilizadas, y establecer una velocidad de 30 km/h en determinadas zonas, como zonas residenciales o de juego. En este último caso se añaden medidas de mejora medioambiental y de reducción del tráfico.

### **1.3.2.6. Medidas de protección**

Las medidas de protección más comunes son el cinturón de seguridad. El empleo del cinturón de seguridad reduce el riesgo de muerte y de lesiones graves en un 45%. La publicidad ha tenido un papel fundamental a la hora de aumentar su empleo, pero para conseguir un efecto absoluto es preciso el respaldo de la legislación. En la actualidad casi todos los países tienen leyes que obligan a utilizar el cinturón de seguridad, y en algunos se ha logrado una tasa de cumplimiento del 90%. Otras medidas de protección que están consiguiendo respaldo son la utilización del casco en motos y bicicletas, el uso de barreras protectoras contra choques en la zona central de las vías de alta velocidad y recubrir los objetos rígidos de los laterales de la carretera. Se han conseguido muchos avances en la búsqueda de una mayor protección para los peatones y los ciclistas que tienen contacto con vehículos de motor, pero aún no se han explotado a conciencia algunas posibilidades prometedoras.

### **1.3.2.7. Aplicación de las leyes de tráfico o tránsito**

La aplicación de las leyes tiene un papel de peso en la mejora de la seguridad vial. La actuación de la policía en este sentido es más eficaz cuando cuentan con la ayuda de la tecnología y cuando las leyes parecen aceptadas por la mayoría de los usuarios. Las reducciones más notables del número de accidentes como consecuencia de la aplicación de la ley están relacionadas con la conducción y el alcohol.

### **1.3.2.8. Educación y formación**

En este campo no son tan obvias las pruebas de la reducción de lesiones, ya que las medidas correctivas son a largo plazo y resultan más difíciles de evaluar. No obstante, hay claras indicaciones de la conveniencia de programas escolares en los que participen los padres y de las ventajas de incluir en el plan de estudios la educación para la seguridad vial. Hay iniciativas más recientes con un nuevo enfoque de la educación y la formación de los conductores jóvenes, puesto que hoy se reconoce que la formación basada en el conocimiento no es suficiente: formar para percibir los peligros y cambiar las actitudes se consideran elementos importantes para conseguir unos conductores más prudentes.



## **2. ESTUDIO TOPOGRÁFICO**

### **3.1 Aspectos generales**

#### **3.1.1 Topografía**

En cartografía y geodesia, es la representación de los elementos naturales y humanos de la superficie terrestre. Esta ciencia determina los procedimientos que se siguen para representar esos elementos en los mapas y cartas geográficas.

#### **3.1.2 Geodesia**

Ciencia matemática que tiene por objeto determinar la forma y dimensiones de la Tierra, muy útil cuando se aplica con fines de control, es decir, para establecer la ordenación de tierras, los límites de suelo edificable o verificar las dimensiones de las obras construidas. La topografía de los terrenos, los elementos naturales y artificiales como embalses, puentes y carreteras, se representan en los mapas gracias a los levantamientos geodésicos. Las mediciones en un estudio topográfico son lineales y angulares, y se basan en principios de geometría y trigonometría tanto plana como esférica. En la actualidad, se utilizan satélites artificiales para determinar la distribución irregular de masas en el interior de la tierra, así como su forma y dimensiones a partir de las irregularidades en sus órbitas.

### **3.1.3 Instrumentos de medida**

Las longitudes horizontales se miden con cintas calibradas y, a veces, con sistemas electrónicos que registran el tiempo que tardan en desplazarse, entre dos puntos, las ondas de luz o radio. Las mediciones de longitudes verticales se realizan con una mira vertical graduada para determinar las diferencias de nivel y de altitud. El nivel de ingeniero consiste en un telescopio montado sobre un trípode plegable, equipado con un nivel de burbuja y una retícula que se utiliza para ver las graduaciones en la mira. Los ángulos horizontales y verticales se miden con un teodolito, telescopio montado sobre un trípode plegable con un limbo vertical y otro horizontal, cuyos círculos graduados indican los ángulos en grados, minutos y segundos.

### **3.1.4 Sistema de posicionamiento global**

Sistema de Posicionamiento Global, conocido también como GPS, es un sistema de navegación basado en 24 satélites, que proporcionan posiciones en tres dimensiones, velocidad y tiempo, las 24 horas del día, en cualquier parte del mundo y en todas las condiciones climáticas. Al no haber comunicación directa entre el usuario y los satélites, el GPS puede dar servicio a un número ilimitado de usuarios.

Al ser un sistema que supera las limitaciones de la mayoría de los sistemas de navegación existentes, el GPS consiguió gran aceptación entre la mayoría de los usuarios. Desde los primeros satélites, se ha probado con éxito en las aplicaciones de navegación habituales. Como puede accederse a sus funciones de forma que se puede alcanzar con equipos pequeños y baratos, el GPS ha fomentado muchas aplicaciones nuevas.

Los satélites GPS llevan relojes atómicos de alto grado de precisión. La información horaria se sitúa en los códigos de transmisión mediante los satélites, de forma que un receptor puede determinar en cada momento en cuánto tiempo se transmite la señal. Esta señal contiene datos que el receptor utiliza para calcular la ubicación de los satélites y realizar los ajustes necesarios para precisar las posiciones. El receptor utiliza la diferencia de tiempo entre el momento de la recepción de la señal y el tiempo de transmisión para calcular la distancia al satélite. El receptor tiene en cuenta los retrasos en la propagación de la señal debidos a la ionósfera y a la tropósfera. Con tres distancias a tres satélites y conociendo la ubicación del satélite desde donde se envió la señal, el receptor calcula su posición en tres dimensiones.

Sin embargo, para calcular directamente las distancias, el usuario debe tener un reloj atómico sincronizado con el GPS. Midiendo desde un satélite adicional se evita que el receptor necesite un reloj atómico. El receptor utiliza cuatro satélites para calcular la latitud, la longitud, la altitud y el tiempo.

### **3.1.5 Estación total**

Se conocen con este nombre los instrumentos que combinan un teodolito electrónico y un medidor electrónico de distancias con su correspondiente microprocesador. Así, con una estación total se puede determinar la longitud y la dirección de cada visual en forma muy exacta y muy rápida, por lo cual se le da también el nombre de “taquímetro electrónico”, además, el microprocesador generalmente sirve para calcular los componentes horizontales y verticales de la distancia, lo mismo que para hallar el azimut de la visual y, con ellos, las coordenadas horizontales y verticales del punto buscado; los resultados se pueden almacenar o enviar a una impresora para hacer el dibujo.

Como los teodolitos electrónicos simples, las estaciones totales tienen un teclado mediante el cual se dan las órdenes de control. Hay algunas que, incluso, reciben órdenes a control remoto que se llaman “estaciones totales robotizadas”

Estas estaciones totales, como los demás teodolitos y niveles, tienen muchos elementos de vidrio, como lentes y prismas, que las hace muy frágiles y costosas; a esto se añade que los elementos electrónicos son muy delicados. Por tal razón se recomienda que el empaque y traslado de estos instrumentos se haga con sumo cuidado porque resultan generalmente muy costosos los desperfectos que presentan por el mal manejo que se les ha dado.

### **3.1.6 Medidas en el plano**

Los estudios topográficos planos consideran cualquier pequeño segmento del terreno o del agua como un plano horizontal. Tales mediciones suelen proyectarse y calcularse en un sistema de coordenadas rectangular horizontal, con una orientación norte-sur y este-oeste, aunque la cuadrícula puede estar orientada en una dirección arbitraria que resulte más conveniente que la geográfica real. A partir de una estación o punto de origen de coordenadas asignadas, se mide la distancia horizontal hasta otro punto y después hasta otro, haciendo un itinerario, para finalmente acercarse de nuevo al punto original o a cualquier otro punto de coordenadas conocidas. Una sucesión de estas líneas o recorridos conforma una línea quebrada o poligonal. Los ángulos horizontales entre estaciones sucesivas se miden con un teodolito en cada estación o vértice. Por tanto, a partir de una dirección inicial conocida o asignada arbitrariamente, pueden calcularse las direcciones sucesivas. Para determinar las coordenadas de las estaciones en la poligonal se utilizan cálculos de geometría y trigonometría plana.

La distancia al norte o al sur de una línea poligonal es su longitud multiplicada por el coseno del ángulo de dirección; la distancia al este o al oeste del itinerario de una línea poligonal es su longitud multiplicada por el seno del ángulo de dirección. Las coordenadas permiten trazar los ejes a cualquier escala en una cuadrícula, y esto puede servir para el posterior trazado o control de otros detalles dibujados en un mapa o carta geográfica, (llamado en nuestro medio, plano).

En lugar de una poligonal puede utilizarse una triangulación, midiendo sólo una línea de base, pero calculando después todos los ángulos en una cadena de triángulos y las coordenadas de los vértices sucesivos. En la actualidad, el avance de la distanciometría electrónica permite observar todos los ángulos y todos los lados. La elección de la poligonal o de la triangulación dependerá del tipo de terreno en el que se este trabajando.

### **3.1.7 Levantamientos catastrales**

Los levantamientos catastrales del terreno se realizan para establecer los límites de su extensión, colocando indicadores y postes en los vértices para determinar las coordenadas de dichos puntos y obtener así, la información necesaria del área y sus límites. Estas medidas tienen que constar en los datos de escritura de un terreno, y también son necesarias para trazar y reflejar en un gráfico las áreas de la propiedad. Los levantamientos topográficos de propiedades se realizan con un elevado grado de precisión, colocando en las esquinas mojón o poste de piedra permanentes visibles y recuperables. Estos indicadores son convenientes para el registro público de la propiedad y para asegurar el título de propiedad correcto para el propietario legítimo del terreno. Además de las técnicas de levantamiento topográfico, los topógrafos o agrimensores deben conocer la legislación sobre la propiedad; la ley exige, generalmente, que estos profesionales estén registrados.

### **3.1.8 Levantamiento topográfico**

Los levantamientos topográficos son tridimensionales y utilizan técnicas de levantamiento geodésico plano y otras especiales para establecer un control tanto vertical como horizontal. La configuración del terreno y de los elementos artificiales o naturales que hay en él se localizan a través de medidas que se representan en una hoja plana para configurar un mapa topográfico. Las curvas de nivel, que unen puntos de igual altitud, se utilizan para representar las altitudes en cualquiera de los diferentes intervalos medidos en metros.

Muchos mapas topográficos se realizan gracias a la fotogrametría aérea; utilizan pares estereoscópicos de fotografías tomadas en levantamientos y, más recientemente, desde satélites artificiales. En las fotografías deben aparecer las medidas horizontales y verticales del terreno. Estas fotografías se restituyen en modelos tridimensionales para preparar la realización de un mapa a escala. Se requieren cámaras adecuadas y equipos de trazado de mapas muy precisos para representar la verdadera posición de los elementos naturales y humanos, y para mostrar las alturas exactas de todos los puntos del área que abarcará el mapa. En un plano topográfico la altitud se representa mediante curvas de nivel, que proporcionan una representación del terreno fácil de interpretar.

### **3.1.9 Levantamiento topográfico para la construcción**

Las mediciones de ingeniería establecen puntos de control mediante poligonales, líneas de base u otros métodos con el fin de obtener la información necesaria para los diseños de obras de ingeniería (levantamientos) y para posicionar los elementos constructivos, basándose en los planos del proyecto que utilizan esos puntos de control (replanteos).

Los levantamientos topográficos y los mapas a los que dan lugar proporcionan información sobre la localización horizontal y sobre las altitudes, necesarios para diseñar estructuras como edificios, embalses, canales, carreteras, puentes, tendidos eléctricos o colectores. Para levantar los planos de estas obras se parte de los mismos puntos de control utilizados en los levantamientos topográficos originales.

Los levantamientos geodésicos de construcciones implican la orientación y supervisión de mediciones de ingeniería que se coordinan en el levantamiento de planos y en la construcción de cualquier estructura.

### **3.2 Planimetría**

Sólo toma en cuenta la proyección del terreno sobre un plano horizontal imaginario que, se supone, es la superficie media de la tierra. La planimetría considera la proyección del terreno sobre un plano horizontal. Esta proyección se denomina “base productiva” y es la que se considera cuando se habla del área de un terreno. Las distancias se toman sobre esta proyección.

Los métodos empleados en topografía son estrictamente geométricos y trigonométricos. Se determinan las líneas rectas y ángulos para formar figuras geométricas, el terreno se considera como un polígono y se trata de calcular su área.

La planimetría abarca todos los trabajos topográficos efectuados para obtener la representación gráfica del terreno, suponiendo que no existe la curva terrestre; sobre un plano horizontal y a esta representación o proyección se le denomina plano.

Para elaborar un plano, es necesario ejecutar en el campo dos clases de mediciones:

- Medidas de distancias horizontales
- Medidas de ángulos horizontales

### **3.2.1 Inventario arbóreo del área afectada**

Se debe efectuar un levantamiento de los árboles que se encuentran en el área para saber cual es la ubicación de estos en el lote y tenerlos en un inventario pues se deben reponer en áreas específicas o en áreas verdes.

Es importante la ubicación exacta de los árboles en el polígono para tener en cuenta si son afectados directamente en la construcción de los parqueos o se pueden salvar de ser talados, de allí la importancia de un inventario arbóreo en cualquier tipo de construcción, de este tema ya se habló en el capítulo uno y del estudio de impacto ambiental que es indispensable realizar.

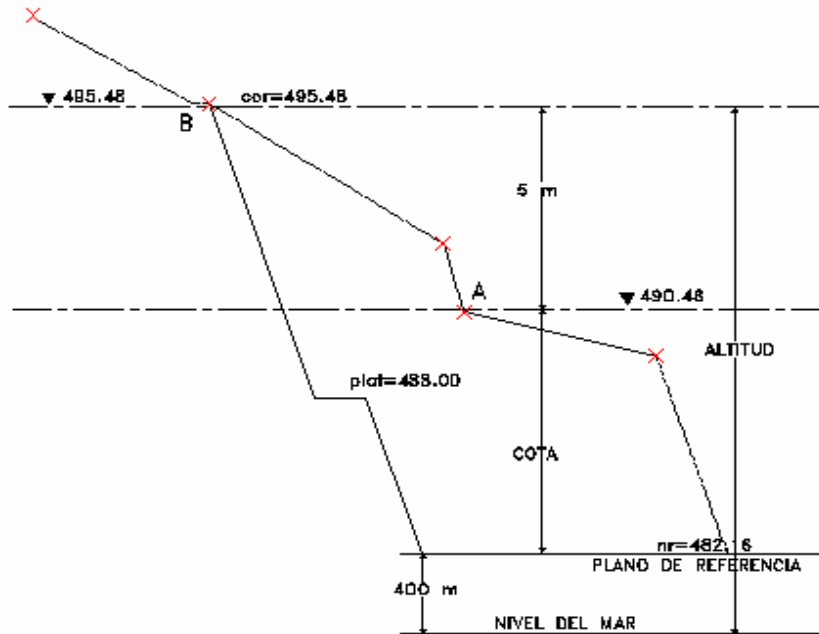
### **3.3 Altimetría**

La altimetría considera las diferencias de nivel existentes entre puntos de un terreno o de una construcción. Para conocer estas diferencias de nivel hay que medir distancias verticales directas o indirectamente, operación que se denomina nivelación.

Las distancias verticales, que se miden a partir de una superficie de nivel o plano de referencia arbitraria, que debe ser normal a la dirección de la plomada, se denomina cota. Cuando el plano de referencia coincide con el nivel del mar, las distancias verticales medidas a partir de dicho plano se denominan altitudes o alturas.



Figura 1. Cotas y altitudes



(COTA DE A = 90.48 m; ALTITUD DE A = 490.48 m)  
(COTA DE B = 95.48 m; ALTITUD DE B = 495.48 m)

La superficie de nivel que se toma como referencia, bien sea esta real o imaginario, se llama DATUM.

Denominándose BM a un punto de carácter más o menos permanente, del cual se conocen su localización y su elevación. Su cota, que ha sido determinada previamente por una nivelación de precisión o adoptada de manera arbitraria, sirve de base para efectuar la nivelación.

Como en muchos casos tan sólo es necesario conocer diferencias de nivel entre los diversos puntos de un terreno, se le puede asignar al plano de referencia una altura que sirve de base para calcular las cotas de dichos puntos y las diferencias de nivel entre ellos.

### **3.3.1 Clases de nivelación**

Nivelación geométrica: para realizarla se utilizan los niveles y las miras. Es la más usada en obras civiles.

Nivelación trigonométrica: se hace utilizando el teodolito (para medir ángulos verticales) y la cinta (para medir distancias horizontales). Se usan fórmulas trigonométricas en los cálculos. Con los medidores electrónicos de distancias (MED) se facilita mucho esta nivelación.

Nivelación barométrica: las alturas de los puntos se obtienen mediante fórmulas empíricas a partir de las presiones atmosféricas, que se miden con barómetros. Hay barómetros metálicos especiales, estos dan directamente la altura y se llaman altímetro. En ingeniería civil casi no se usan porque son de poca precisión.

### **3.4 Estudios del suelo**

Suelo, cubierta superficial de la mayoría de la superficie continental de la Tierra. Es un agregado de minerales no consolidados y de partículas orgánicas producidas por la acción combinada del viento, el agua y los procesos de desintegración orgánica.

Los suelos cambian mucho de un lugar a otro. La composición química y la estructura física del suelo en un lugar dado están determinadas por el tipo de material geológico del que se origina, por la cubierta vegetal, por la cantidad de tiempo en que ha actuado la meteorización, por la topografía y por los cambios artificiales resultantes de las actividades humanas.

Las variaciones del suelo en la naturaleza son graduales, excepto las derivadas de desastres naturales. Sin embargo, el cultivo de la tierra priva al suelo de su cubierta vegetal y da mucha de su protección contra la erosión del agua y del viento, por lo que estos cambios pueden ser más rápidos. Los agricultores han tenido que desarrollar métodos para prevenir la alteración perjudicial del suelo debida al cultivo excesivo y para reconstruir suelos que ya han sido alterados con graves daños.

El conocimiento básico de la textura del suelo es importante para los ingenieros que construyen edificios, carreteras y otras estructuras sobre y bajo la superficie terrestre.

### **3.4.1 Naturaleza de los suelos**

Los componentes primarios del suelo son:

- Compuestos inorgánicos, no disueltos, producidos por la meteorización y la descomposición de las rocas superficiales.
- Los nutrientes solubles utilizados por las plantas.
- Distintos tipos de materia orgánica, viva o muerta
- Gases y agua requeridos por las plantas y por los organismos subterráneos.

La naturaleza física del suelo está determinada por la proporción de partículas de varios tamaños. Las partículas inorgánicas tienen tamaños que varían entre el de los trozos distinguibles de piedra y grava hasta los de menos de 1/40.000 centímetros. Las grandes partículas del suelo, como la arena y la grava, son en su mayor parte químicamente inactivas; pero las pequeñas partículas inorgánicas, componentes principales de las arcillas finas, sirven también como depósitos de los que las raíces de las plantas extraen nutrientes.

El tamaño y la naturaleza de estas partículas inorgánicas diminutas determinan en gran medida la capacidad de un suelo para almacenar agua, vital para todos los procesos de crecimiento de las plantas.

La parte orgánica del suelo está formada por restos vegetales y restos animales, junto a cantidades variables de materia orgánica amorfa llamada humus. La fracción orgánica representa entre el 2% y el 5% del suelo superficial en las regiones húmedas, pero puede ser menos del 0.5% en suelos áridos o más del 95% en suelos de turba, (turba: material orgánico compacto de color pardo oscuro y muy rico en carbono, que se forma como resultado de la putrefacción y carbonización parciales de la vegetación).

El componente líquido de los suelos, denominado por los científicos solución del suelo, es sobre todo agua con varias sustancias minerales en disolución, cantidades grandes de oxígeno y dióxido de carbono disueltos. La solución del suelo es muy compleja y tiene importancia primordial al ser el medio por el que los nutrientes son absorbidos por las raíces de las plantas. Cuando la solución del suelo carece de los elementos requeridos para el crecimiento de las plantas, el suelo es estéril.

Los principales gases contenidos en el suelo son el oxígeno, el nitrógeno y el dióxido de carbono. El primero de estos gases es importante para el metabolismo de las plantas porque su presencia es necesaria para el crecimiento de varias bacterias y de otros organismos responsables de la descomposición de la materia orgánica. La presencia de oxígeno también es vital para el crecimiento de las plantas ya que su absorción por las raíces es necesaria para sus procesos metabólicos.

### **3.4.1.1 Materia orgánica del suelo**

El término general utilizado para definir la mezcla compleja de materia orgánica del suelo es humus. No es una mezcla estable de sustancias químicas, es más bien una mezcla dinámica, en constante cambio, que representa cada etapa de la descomposición de la materia orgánica muerta, desde la más simple a la más compleja. El proceso de descomposición está causado por la acción de un gran número de bacterias y hongos microscópicos. Estos microorganismos atacan y digieren los compuestos orgánicos complejos que constituyen la materia viva, reduciéndola a formas más simples que las plantas pueden usar como alimento. Un ejemplo típico de acción de las bacterias es la formación de amoníaco a partir de proteínas animales y vegetales.

Unas bacterias oxidan el amoniaco para formar nitritos, y otras actúan sobre los nitritos para constituir nitratos, un tipo de compuesto del nitrógeno que puede ser utilizado por las plantas. Algunas bacterias son capaces de atraer, o extraer, nitrógeno del aire de forma que quede disponible en el suelo. Incluso partes no descompuestas del humus, o que sólo han experimentado descomposición parcial, contribuyen a la fertilidad del terreno dando al suelo una textura más ligera y porosa.

Bajo condiciones naturales, así como en zonas que no han sido nunca perturbadas por cultivo o deforestación, hay un equilibrio entre la cantidad de humus destruido por descomposición total y la materia añadida por la putrefacción de plantas y de cuerpos animales. Donde se practica la agricultura o donde se altera el equilibrio de los procesos naturales, bien por los humanos, bien por accidentes naturales como el fuego, se pierde la estabilidad y se reduce el contenido orgánico del suelo hasta que se alcanza un nuevo equilibrio.

### **3.4.1.2 Identificación de los suelos en el campo**

Para un control adecuado de los suelos, se necesita su correcta identificación. La falta de tiempo o de medios hace que frecuentemente sea imposible el realizar detenidos ensayos para poderlos clasificar. Así pues, la habilidad de identificarlos en el campo por simple inspección visual y, su examen al tacto, son importantes, ya que frecuentemente se deben tomar esenciales decisiones basadas en este reconocimiento. Aún cuando el tiempo y los medios permitan ensayos de laboratorio, se hace un examen al tomar la muestra, con el fin de describir el suelo adecuadamente.

### **3.4.1.3 Principales tipos de suelos**

Para su identificación todos los suelos pueden agruparse en cinco tipos base: grava, arena, limo, arcilla y materia orgánica; y varias de sus combinaciones. En la naturaleza, los suelos raramente existen por separado como tipos base, sino que se encuentran como compuestos. La identificación y clasificación de suelos en el campo se basa en el reconocimiento de los tipos base de suelos y de las características de los compuestos.

### **3.4.2 Descripción general de los tipos de base**

- a) La grava: está formada por grandes granos minerales con diámetros mayores de 1/4 de pulgada (6.35mm) aproximadamente. Las piezas grandes se llaman piedras, y cuando son mayores de 10 pulgadas (25.4 cm) se llaman rocas.

- b) La arena: se compone de partículas minerales que varían aproximadamente desde 1/4 de pulgada (6.35mm) a 0.002 pulgadas (0.05 mm) en diámetro.
- c) El limo: consiste en partículas minerales naturales, más pequeñas de 0.002 pulgadas (0.05 mm), las cuales carecen de plasticidad y tienen poca o ninguna resistencia en seco.
- d) La arcilla: contiene partículas de tamaño coloidal que producen su plasticidad. La plasticidad y resistencia en seco están afectadas por la forma y la composición mineral de las partículas.
- e) La materia orgánica: consiste, bien en vegetales parcialmente descompuestos, como sucede en la turba, o en materia vegetal finamente dividida, como sucede en los limos orgánicos y en las arcillas orgánicas.

### **3.5 Estudio de corte y relleno del área**

#### **3.5.1 Movimiento de tierras**

Es una de las actividades más importantes en la construcción de una obra civil, debido a su incidencia en el costo de la misma. Por lo tanto, el movimiento de tierras deberá ser lo más económico dentro de los requerimientos del proyecto.

### 3.5.2 Diseño de sub-rasante

La sub-rasante es la que define el volumen del movimiento de tierras; por lo que el buen criterio en la selección de la misma será lo que brinde una mayor economía. En otras palabras, el proyectista debe perseguir el diseñar la sub-rasante más económica; entiéndase por sub-rasante más económica, aquella que ocasiona el menor costo de construcción de la obra (menor movimiento de tierras).

Para efectuar el diseño de sub-rasante en un tramo, hay que cerciorarse de contar con la siguiente información:

- Haber definido el ancho de los parqueos (la sección típica).
- Alineamiento horizontal del tramo.
- Perfil longitudinal del tramo.
- Secciones transversales.
- Especificaciones necesarias.
- Datos de la clase del terreno.
- Haber determinado puntos obligados.
- El diseñador, de preferencia, deberá haber realizado una inspección en el lugar .

La sub-rasante se proyectará sobre el perfil longitudinal del terreno, el proceso de selección de rasante es por medio de tanteo, reduciéndose el número de estos, únicamente con la experiencia del diseñador.



### 3.5.2.1 Coeficiente de contracción e hinchamiento

Al balancear cortes con rellenos se necesitará más material de corte para un relleno, debido a los cambios volumétricos sufridos por los materiales durante las diversas fases de la construcción, es decir, qué volumen ocupará un metro cúbico de terreno natural al cortarlo y qué volumen ocupará al colocarlo en un relleno debido a esto, se da el coeficiente que servirá para realizar estas conversiones que varían de acuerdo con diversos factores; tales como: clase de suelo, humedad contenida y formas de excavación; todo esto se podrá determinar mediante ensayos de laboratorio, se obtendrá así el coeficiente de una manera técnica y precisa. De acuerdo con el coeficiente se podrá determinar el relleno con la siguiente relación:

$$R = \frac{C}{(1 - coef)}$$

Donde:

R = relleno                      C = corte                      Coef = coeficiente de  
contracción.

### 3.5.3 Condiciones topográficas

Las condiciones topográficas de la región determinan tres tipos de terreno:

- a. **Terreno llano:** es aquel cuyo perfil tiene pendientes longitudinales pequeñas y uniformes a la par de una pendiente transversal escasa. En este tipo de terreno, generalmente la sub-rasante quedará en relleno casi paralela al terreno, con una elevación suficiente para dar cabida a las estructuras de drenaje y para quedar a salvo de la humedad propia del suelo.

- b. **Terreno ondulado:** es aquel cuyo perfil tiene cimas y depresiones de cierta magnitud, la pendiente transversal del terreno no es mayor de alrededor del 45%. En este tipo de terreno, se diseñará una sub-rasante ondulada, como factores de diseño se tomarán las pendientes específicas que permitan compensar los rellenos con los cortes.
  
- c. **Terreno montañoso:** su perfil obliga a grandes movimientos de tierra debido a lo accidentado del terreno. La pendiente transversal del mismo es mayor del 45%. En la mayoría de tramos, se emplearán pendientes máximas en este tipo de terreno, existen grandes movimientos de tierra y pocos tramos donde existe balance.

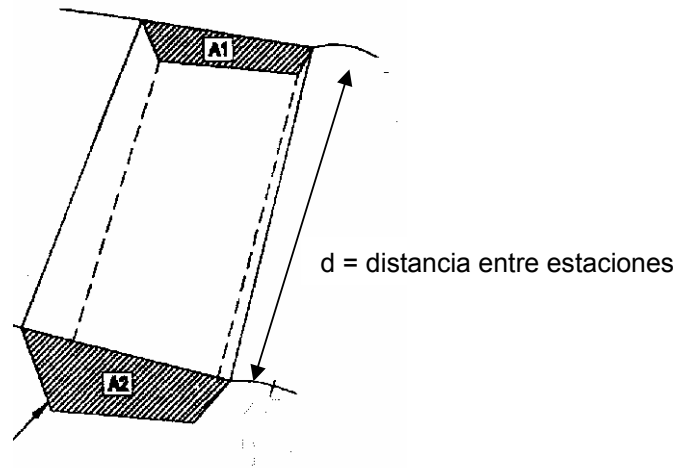
#### 3.5.4 Formación de prismoides

Un prismoide, es una figura geométrica irregular que consta de dos planas o caras y una distancia longitudinal que las une.

Cada uno de estos prismoides está limitado en sus extremos por dos superficies paralelas verticales representadas por las secciones de construcción; y lateralmente por los planos de los taludes, de la sub-corona y del terreno natural.

El cálculo del volumen de un prismoide se obtiene de la semisuma de las áreas laterales por la distancia entre las estaciones.

Figura 2. **Cálculo de volumen por prismoides**



Sección típica

El volumen de un prismaide está dado por la fórmula:

$$V = \frac{(A_1 + A_2)}{2} \cdot d$$

Donde:

A1 = área superior de la estación

A2= área inferior de la estación

d = distancia entre las dos áreas.

#### **3.5.4.1 Cálculo de áreas en secciones transversales**

Para fines de presupuesto y pago de la obra, es preciso determinar los volúmenes tanto de corte como de relleno. Para lograr lo anterior, es necesario calcular el área de las distintas porciones consideradas en el proyecto de la sección de construcción.

Dentro de los distintos procedimientos empleados para este fin, los dos siguientes son los más comunes:

#### **2.5.4.1.1 Método gráfico o del planímetro**

Por la rapidez en su operación y por la precisión que proporciona, el planímetro es el instrumento que más se presta para la determinación de las áreas. De los distintos tipos existentes, el polar de brazo ajustable es el más empleado.

Dibujadas las secciones transversales del camino a escalas convenientes, generalmente 1,100 horizontal y vertical, se miden sus áreas para determinar los volúmenes de tierra que se va a mover.

Para determinar el área, se fija el polo en el punto conveniente y se coloca la guía trazadora en un cero de la sección, se toma la lectura inicial y se sigue el perímetro de la figura con la guía hasta volver al punto de partida, se hace una nueva lectura. La diferencia entre estas lecturas, multiplicada por una constante, será el área buscada.

#### **2.5.4.1.2 Método analítico**

Ya que las secciones transversales están ploteadas en papel milimetrado, se puede determinar las coordenadas para los puntos que determinarán el área, referidas a la línea central; y luego, encontrar el área por el método de las determinantes.

Figura 3. **Sección típica**

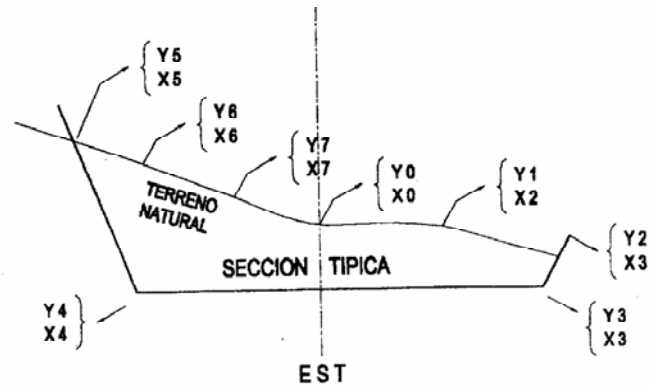


Tabla I. **Cálculo de área para sección típica**

$$\text{ÁREA} = (SXY - SYX)/2$$

X	Y
X <sub>0</sub>	Y <sub>8</sub>
X <sub>1</sub>	Y <sub>1</sub>
X <sub>2</sub>	Y <sub>2</sub>
X <sub>3</sub>	Y <sub>3</sub>
X <sub>4</sub>	Y <sub>4</sub>
X <sub>5</sub>	Y <sub>5</sub>
X <sub>6</sub>	Y <sub>6</sub>
X <sub>7</sub>	Y <sub>7</sub>
X <sub>0</sub>	Y <sub>8</sub>
S(XY)	S(YX)

### 3.5.5 Diseño y cálculo de la línea de balance

Por medio de la línea de balance se logra establecer la cantidad de tierra a mover, para luego, determinar el costo del movimiento de tierras; por lo que del buen criterio en el diseño dependerá que se obtenga una mayor economía.

### 3.5.5.1 Diseño de la línea de balance

Para diseñar la línea de balance de un tramo, el proyectista deberá contar con la información siguiente:

- El alineamiento horizontal del tramo.
- El perfil longitudinal con la sub-rasante diseñada.
- El balance plateando
- Las secciones transversales.
- Datos de calidad del terreno.
- Localización de bancos de materiales

### 3.5.5.2 Cálculo de la línea de balance

Después de calcular los volúmenes se procede al cálculo de los valores de balance, que combinada con el diseño de la línea de balance, permitirá calcular las cantidades finales de movimiento de tierras.

El balance debe tener una cota inicial la cual puede variar en base al terreno y a la longitud del proyecto, pero para que no existan valores negativos, se acostumbra usar un valor inicial de 100,000 metros cúbicos. Al valor inicial o al de la sección transversal anterior se le suma el volumen de corte afectado por el coeficiente de variabilidad volumétrica de contracción y a esto, se le resta el volumen de relleno de la sección considerada. A continuación se presenta la fórmula.

$$Bi = Ba + (C + (1 - Coef) - R)$$

Donde:

Bi = balance en cualquier estación	Ba = balance anterior
C = corte	R = relleno
Caef. = coeficiente de contracción o hinchamiento	

Tabla II. Cálculo de movimientos de tierra

CORTE Y RELLENO EN PLATAFORMAS DE PARQUEOS												
ESTACIONES			C-1	C-2	R-1	R-2	ÁREA DE	ÁREA DE	DISTANCIA	VOLUMEN	VOLUMEN	
			EST. ACTUAL		EST. POST.		CORTE	RELLENO		DE CORTE	DE RELLENO	
			CORTE		RELLENO		M <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	m	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	
			EST. ACTUAL		EST. POST.							
0+000	A	0+010	1.100	0.030	0.000	0.890	0.565	0.445	10.000	5.650	2.514	
0+010	A	0+020	0.030	0.090	0.890	0.850	0.060	0.870	10.000	0.600	0.522	
0+020	A	0+030	0.090	0.300	0.850	2.200	0.195	1.525	10.000	1.950	2.974	
0+030	A	0+040	0.300	0.230	2.200	0.120	0.265	1.160	10.000	2.650	3.074	
0+040	A	0+050	0.230	0.420	0.120	3.140	0.325	1.630	10.000	3.250	5.298	
0+050	A	0+060	0.420	0.250	3.140	2.150	0.335	2.645	10.000	3.350	8.861	
0+060	A	0+070	0.250	0.750	2.150	3.220	0.500	2.685	10.000	5.000	13.425	
0+070	A	0+080	0.750	0.590	3.220	3.780	0.670	3.500	10.000	6.700	23.450	
0+080	A	0+090	0.590	1.240	3.780	1.500	0.915	2.640	10.000	9.150	24.156	
0+090	A	0+100	1.240	0.750	1.500	1.380	0.995	1.440	10.000	9.950	14.328	
0+100	A	0+110	0.750	0.520	1.380	1.280	0.635	1.330	10.000	6.350	8.446	
0+110	A	0+120	0.520	0.480	1.280	0.920	0.500	1.100	10.000	5.000	5.500	
0+120	A	0+130	0.480	0.410	0.920	0.760	0.445	0.840	10.000	4.450	3.738	
0+130	A	0+140	0.410	0.450	0.760	1.090	0.430	0.925	10.000	4.300	3.978	
0+140	A	0+150	0.450	0.670	1.090	1.300	0.560	1.195	10.000	5.600	6.692	
0+150	A	0+160	0.670	0.280	1.300	1.250	0.475	1.275	10.000	4.750	6.056	
0+160	A	169.35	0.280	0.560	1.250	1.410	0.420	1.330	9.350	3.927	5.223	
169	A	0+180	0.560	0.730	1.410	1.500	0.645	1.455	10.000	6.450	9.385	
0+180	A	0+190	0.730	0.630	1.500	1.130	0.680	1.315	10.000	6.800	8.942	
0+190	A	0+200	0.630	0.180	1.130	1.540	0.405	1.335	10.000	4.050	5.407	
0+200	A	0+214.35	0.180	0.560	1.540	0.950	0.370	1.245	14.350	5.310	6.610	
0+214.35	A	0+220	0.560	0.560	0.950	1.330	0.560	1.140	10.000	5.600	6.384	
0+220	A	0+230	0.560	0.350	1.330	1.790	0.455	1.560	10.000	4.550	7.098	
0+230	A	0+240	0.350	0.470	1.790	0.980	0.410	1.385	10.000	4.100	5.679	
0+240	A	0+250	0.470	0.260	0.980	0.990	0.365	0.985	10.000	3.650	3.595	
0+250	A	0+260	0.260	0.480	0.990	1.370	0.370	1.180	10.000	3.700	4.366	
0+260	A	0+270	0.480	0.500	1.370	1.690	0.490	1.530	10.000	4.900	7.497	
0+270	A	0+280	0.500	0.130	1.690	1.160	0.315	1.425	10.000	3.150	4.489	
0+280	A	0+290	0.130	1.390	1.160	0.650	0.760	0.905	10.000	7.600	6.878	
0+290	A	0+300	1.390	1.870	0.650	0.420	1.630	0.535	10.000	16.300	8.721	
0+300	A	0+310	1.870	1.870	0.420	0.420	1.870	0.420	10.000	18.700	7.854	
0+310	A	0+315.41	1.870	1.310	0.420	1.190	1.590	5.410	5.410	8.602	46.536	
										<b>TOTAL</b>	<b>186.09</b>	<b>277.67</b>

### **3.5.6 Ensayos de la sub-rasante para considerar relleno**

Para este estudio se realizaran cuatro estudios básicos del suelo los cuales son:

- Compactación proctor
- Relación de soporte de California (C.B.R.)
- Análisis granulométrico
- Límites de *Atterberg*

#### **3.5.6.1 Compactación proctor**

El ensayo proctor permite conocer las características de compactación de un suelo: humedad óptima y densidad máxima. Existen dos tipos de análisis: proctor estándar y proctor modificado.

En esta práctica se trabaja con el ensayo proctor modificado, por ser el más usado en laboratorio.

##### **2.5.6.1.1 Equipo**

- a. Balanza de 17 kg. de capacidad
- b. Balanza de 0.1 g de precisión
- c. Bandeja de metal
- d. Molde de compactación de  $1/30 \text{ pie}^3$
- e. Apisonador de 10 lb y caída de 18:
- f. Horno con temperatura controlada a  $110^\circ\text{C}$
- g. Tamiz No. 4
- h. Rodillo de madera
- i. Regla de acero
- j. Espátula



#### **2.5.6.1.2 Muestra**

- a. Se seca al aire una muestra representativa del suelo, que contenga más o menos 3 kg de material que pase el tamiz No. 4.
- b. El suelo se pulveriza, rodillándolo con un cilindro de madera sobre una superficie plana, cuidando de desmenuzar bien los terrones, pero sin romper las partículas individuales de suelo.
- c. Se pasa la muestra por el tamiz No. 4 y se descarta la porción retenida.

#### **2.5.6.1.3 Procedimiento**

En una bandeja, se mezcla el suelo con la cantidad de agua suficiente para formar una más húmeda, que sea ligeramente coherente después de apretarla con la mano. Se debe cuidar se no humedecer demasiado el suelo.

Se determina la tara del molde de compactación, incluyendo la plancha de base. Luego póngale el collar de extensión.

Se coloca el espécimen, compactando el suelo dentro del molde en cinco capas sucesivas de igual grosor, a manera de obtener un espesor total compactado de aproximadamente 6”.

Para compactar cada una de las cinco capas mencionadas, se procede como se explica a continuación:

Se coloca en el molde una porción desuelo, de forma que al nivelar su superficie presionando suavemente con la mano, se obtenga un espesor de un poco más de dos pulgadas de suelo flojo.

Se coloca el apisonador con su guía sobre el suelo en el molde. Se tira del mango hacia arriba, hasta que el pisón haga tope en la guía. Se suelta el mango para que el pisón caiga libremente sobre el suelo. Se cambia de lugar la guía. Se tira nuevamente el mango del pisón y se deja caer.

Se repite los golpes de pisón, cubriendo sistemáticamente toda la superficie del suelo en el molde, hasta completar un total de 25 golpes.

Al terminar de compactar la quinta capa, el suelo compactado deberá tener su superficie a un nivel ligeramente arriba de la unión entre el molde propiamente dicho y el collar de extensión.

Cuidadosamente se separa el collar de extensión del molde sin disturbar el suelo compactado. Con un cuchillo espátula se enrasa la superficie de la muestra, formando una superficie plana que coincida con el borde superior del molde. Se rectifica la superficie con una regla metálica.

Se obtiene el peso del molde conteniendo la muestra compactada, se anota en el formulario de registro respectivo.

Se toma las muestras de suelo necesarias de la parte superior e inferior de la probeta de suelo compactado, para determinación de contenido de humedad mediante el secado al horno

Se repite con esta mezcla mas húmeda los pasos del 1 al 9.

Se repite todo el proceso con la mezcla cada vez más húmeda, hasta que el peso del espécimen del suelo compactado en el molde empiece a decrecer. Se recomienda hacer un mínimo de cuatro determinaciones gravimétricas con diferentes contenidos de humedad.

#### **2.5.6.1.4 Cálculos**

- Calcular: peso unitario húmedo del material, contenido de humedad y peso unitario seco del material compactado en el molde, para cada tanteo usando el formato correspondiente. También en este formato, grafique la curva de peso unitario seco en función del contenido de humedad, y obtenga los valores de humedad óptima y peso unitario seco máximo.
- En la misma gráfica represente la curva de saturación del suelo analizado suponiendo que  $GS = 2.6$ .

Figura 4. Ensayo de compactación

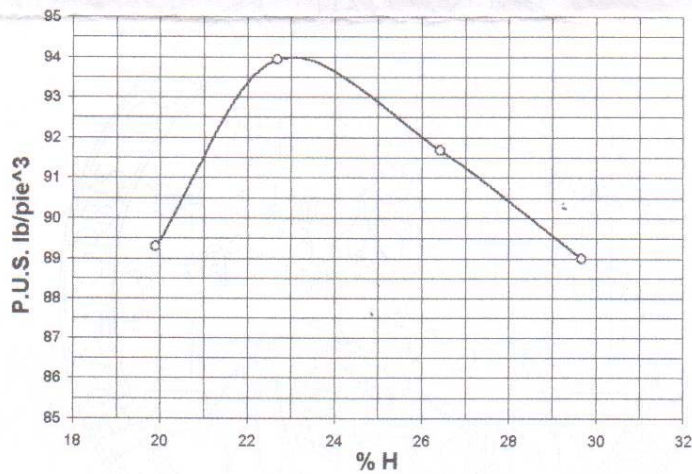


CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



INFORME No.: 088 S.S. O.T. No.: 17416  
 Interesado: DOMINGO JAVIER SIPAQUE A.  
 Asunto: ENSAYO DE COMPACTACIÓN. Proctor Estándar: ( ) Norma:  
 Proctor Modificado: (X) Norma: A.A.S.T.H.O. T-180  
 Proyecto: TRABAJO DE GRADUACION  
 Ubicación: Ciudad Universitaria Zona 12, Guatemala.  
 Fecha: 01 de abril de 2004

GRAFICA DE DENSIDAD SECA-HUMEDAD RELATIVA



Muestra No.: 1  
 Descripción del suelo: Arena arcillosa color café.  
 Densidad seca máxima  $\gamma_d$ : 1.506 t/m<sup>3</sup> 94 lb/pe<sup>3</sup>  
 Humedad óptima Hop.: 23.0 %  
 Observaciones: Muestra proporcionada por el interesado.

Atentamente,

Vo. Bo.:

Ing. Francisco Javier Quiñonez de la Cruz  
DIRECTOR CII/USAC



Inga. Flor de María González Culajay  
Jefe Sección Mecánica de Suelos

FACULTAD DE INGENIERIA -USAC  
Edificio T-5, Ciudad Universitaria zona 12  
Teléfono directo 476-3992. Planta 443-9500 Ext. 1502. FAX: 476-3993  
E-mail: cii@ing.usac.edu.gt

### **3.5.6.2 Relación de Soporte de California (C.B.R.)**

El C.B.R. se expresa como un porcentaje del esfuerzo requerido para hacer penetrar un pistón en el suelo que se ensaya, en relación con el esfuerzo requerido para hacer penetrar el mismo pistón hasta la misma profundidad de una muestra patrón de piedra triturada bien graduada.

El C.B.R. generalmente se determina para 0.1" y 0.2" de penetración o sea dividiendo el esfuerzo para cada penetración entre un esfuerzo de 1,000 lbs/pulg<sup>2</sup> y uno de 1,500 lbs/pulg<sup>2</sup> respectivamente. De estos valores se usa el que sea mayor, generalmente el de 0.1" de penetración. El C.B.R., es pues, un índice del valor o capacidad de soporte de un suelo.

Los ensayos de C.B.R. se pueden efectuar sobre las muestras compactadas en el laboratorio, sobre muestras inalteradas obtenidas en el terreno y sobre los suelos en el propio sitio (C.B.R. de campo).

Con el fin de duplicar en el laboratorio la condición más crítica que pueda presentarse en el terreno, las muestras para ensayo del C.B.R. se sumergen en agua varios días hasta obtener su saturación. Aquí se describirá el proceso de C.B.R. sobre muestra alterada, compactada en el laboratorio y saturada. El problema principal consiste en preparar en el laboratorio una muestra que tenga, prácticamente, la misma densidad y humedad que se proyecta alcanzar en el sitio donde se construirá el pavimento, para la cual se deben hacer tres probetas sobre muestras, a diferentes grados de compactación, a la humedad óptima y después se elabora un diagrama lectura de penetración – profundidad de penetración, de donde se puede determinar el C.B.R. a la densidad deseada. Cada muestra deberá utilizarse una sola vez, es decir, que no deberá usarse material que haya sido previamente compactado.

#### **2.5.6.2.1 Equipo**

- a. Prensa para C.B.R. con capacidad de 6,000 lbs y un pistón circular de 1.95" de diámetro (área 3 pulg<sup>2</sup>) y no menos de 4" de largo.
- b. Micrómetro con sensibilidad 0.01" para medir la penetración
- c. Recipiente o pileta para sumergir las muestras en sus moldes
- d. Equipo usado para compactación Proctor
- e. 3 moldes de 6" para C.B.R. con placa de soporte perforada
- f. 3 discos espaciadores de 2" de espesor
- g. Placa de bronce, perforada, con su vástago para medir el hinchamiento
- h. Trípode con micrómetro de 0.01" para el hinchamiento
- i. Sobrepesas anulares con un peso de 5 lbs c/u.

#### **2.5.6.2.2 Preparación de la muestra**

- a. Se pulverizan 30 libras aproximadamente con el rodillo; se pasa el material por el tamiz de  $\frac{3}{4}$ " y se desechan las partículas retenidas en este tamiz; el material desechable es reemplazado por un peso igual de material, pero con partículas que sean retenidas en el tamiz de  $\frac{1}{4}$ " y que pasen el tamiz  $\frac{3}{4}$ ".
- b. Se determina la humedad óptima del material siguiendo el método de compactación que el instructor indique.
- c. Al material que sobró de la determinación de la humedad óptima (20 lbs aproximadamente) se le mezcla una cantidad suficiente de agua calculada para producir el contenido de humedad necesario para obtener el máximo peso unitario seco (humedad óptima). Se debe prevenir la evaporación.

- d. Se pesan con aproximación de 0.01 lbs, tres moldes de C.B.R. con sus respectivas placas soporte y discos espaciadores. Las placas de soporte (bases) del molde deben tener 28 perforaciones de 1/8" de diámetro.
- e. Se compactan en cinco capas, con el martillo de 10 lbs y 18" de caída, las tres muestras en los moldes preparados, usando para el primero 65 golpes por capa, para el segundo 30 golpes por capa y para el tercero 10 golpes por capa. Se deben tomar muestras de humedad, para cada molde, con anticipación a su compactación. Cada capa debe ser de 1" de espesor después de compactado y la última capa debe estar 1/2" más arriba de la unión del molde con su collarín. La humedad de las muestras así compactadas no debe ser ni mayor ni menor, en 0.5% de la humedad óptima, de otra manera se debe repetir el ensayo.
- f. Se retira el collarín de extensión y se rasa la superficie del molde hasta dejarlo completamente nivelado y se pesa el molde junto con la muestra compactada, y la base de soporte.
- g. Se coloca un filtro de papel sobre la placa de soporte y luego se voltea el molde con la muestra compactada (el espacio dejado por el disco espaciador queda lógicamente en la parte superior y se coloca sobre la placa de soporte). La muestra esta lista para ser sumergida.

#### **2.5.6.2.3 Suelos de alta plasticidad**

Para estos suelos que sufren grandes cambios volumétricos cuando se sumergen, se determina la humedad y el peso unitario más satisfactorios que se deben usar en la compactación; estos valores con aquellos que dan el menor cambio volumétrico.

Para estos suelos el tiempo de saturación debe ser más largo, hasta 8 días según el caso.

#### **2.5.6.2.4 Medición de los cambios volumétricos (expansión o hinchamiento)**

Con el fin de duplicar en el laboratorio las condiciones de saturación que se presentan en el campo, la muestra preparada, como se indica anteriormente, se sumerge en un recipiente. Se colocan, sobre la muestra, sobre pesos de 5 lbs con el fin de representar el espesor del material (pavimento) que soportaría la muestra. Cada sobrepeso de 5 lbs representa aproximadamente un espesor de 3" de material. Por lo tanto, sí se desea calcular el número de sobrepesos necesarios, se estima el espesor en pulgadas del material que la muestra va a soportar y se divide en tres partes. Sin embargo, nunca se deben usar menos de 10 lbs de sobrepeso que es lo más usual o sea que se colocan dos sobrepesos de 5 lbs cada uno.

- a. Se coloca un filtro de papel sobre la superficie de la muestra compactada, luego la placa perforada con su vástago y sobre ésta, los sobrepesos requeridos.
- b. Se coloca un micrómetro junto con el trípode que sirva para sostenerlo; se marca sobre el molde la posición inicial de los soportes del trípode con el fin de colocarlos en la misma posición cada vez que se haga una lectura; luego se quita el trípode y el extensómetro.



- c. Se sumerge la muestra en el recipiente y se deja allí durante 4 días o más, hasta que esté completamente saturada y no tenga más cambios volumétricos. Se debe colocar el trípode y el extensómetro todos los días y tomar una lectura.
- d. Al cabo de los 4 días (o más) se saca el molde del agua, se seca y se deja escurrir por espacio de 15 minutos. Cuando se trata de materiales granulares, que no presentan mayor hinchamiento, el tiempo de saturación se puede reducir a 2 días.
- e. Se quitan los sobrepesos y se pesa la muestra saturada, con el fin de apreciar la cantidad de agua absorbida por la muestra y ésta se encontrará lista para la penetración del pistón.
- f.  $\% \text{ de hinchamiento} = \frac{(\text{Lectura final} - \text{Lectura inicial})}{\text{Altura inicial total de la muestra}} * 100$
- g. Se colocan de nuevo los sobrepesos sobre la muestra saturada.
- h. Se coloca la muestra sobre la plataforma de la prensa del C.B.R.. La muestra debe estar centrada con el pistón. Luego se levanta la plataforma por medio del gato hasta que el pistón esté en contacto con la muestra y se esté aplicando una carga; luego se vuelve a colocar en cero el indicador de la carga.
- i. Se coloca el micrómetro también en cero.
- j. Se aplica la carga por medio del gato de la prensa del C.B.R. a una velocidad de 0.05" por minuto; se toman lecturas de la carga aplicada a 0.025, 0.050, 0.075, 0.1, 0.2, 0.3 ; pulgadas de penetración del pistón, si las

cargas son muy grandes se puede llegar sólo hasta la carga especificada para la prensa.

- k. Se saca la muestra de la prensa del C.B.R. y se toma una muestra de humedad alrededor del orificio dejado por el pistón.

#### **2.5.6.2.5 Cálculo**

Los esfuerzos se calculan de acuerdo con la curva de calibración del anillo de carga, para las penetraciones de 0.025, 0.050, 0.075, 0.1, 0.2, 0.3 pulgadas. El área del pistón es generalmente de 3 pulgadas cuadradas, pero conviene comprobar esto. Se puede elaborar una tabla para facilitar el trabajo.

#### **2.5.6.2.6 Curva**

Luego se dibuja una curva en la que se usa como abcisa la penetración del pistón en pulgadas y como ordenada la lectura del anillo de carga y sólo determinar el esfuerzo y C.B.R. para el valor ya corregido a 0.1" y 0.2" de penetración.

#### **2.5.6.2.7 Corrección del C.B.R.**

Este desplazamiento se hace generalmente conectado por medio de una recta, los puntos de la curva situados encima de la concavidad, que queden aproximadamente en línea recta o pasando una tangente a la curva por su punto de inflexión, prolongando dicha recta hasta que se intercepte el eje de las abcisas; este punto de intersección será el 0 corregido.

Figura 5. Ensayo de Razón Soporte California – CBR



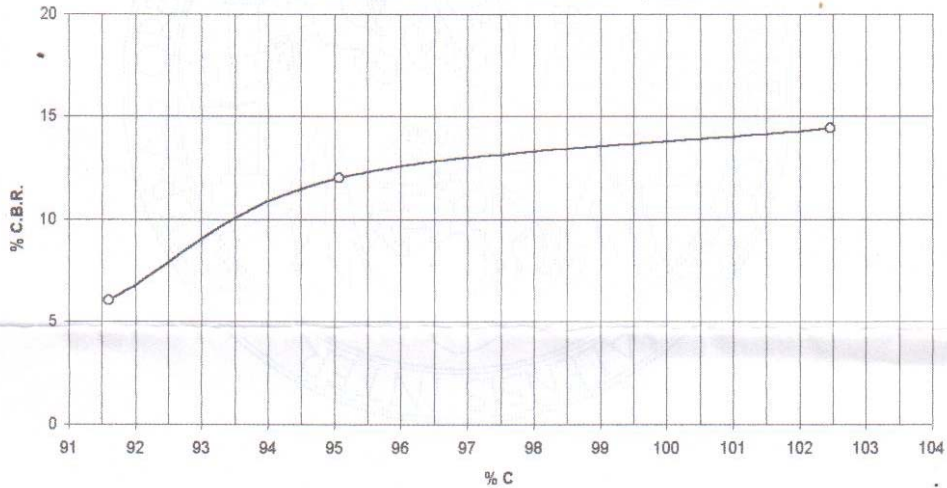
CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



INFORME No.: 089 S.S. O.T. No.: 17416  
 Interesado: DOMINGO JAVIER SIPAQUE A.  
 Asunto: Ensayo de Razón Soporte California (C.B.R.) Norma: A.A.S.H.T.O. T-193  
 Proyecto: TRABAJO DE GRADUACION  
 Ubicación: Ciudad Universitaria Zona 12  
 Descripción del suelo: Arena arcillosa color café.  
 Muestra No.: 1  
 Fecha: 01 de abril de 2004

PROBETA No.	GOLPES No.	A LA COMPACTACION		C (%)	EXPANSION (%)	C.B.R. (%)
		H (%)	$\gamma_d$ kg/m <sup>3</sup>			
1	10	24.4	1467.4	91.60	1.1	6.1
2	30	24.4	1523.0	95.07	0.9	12.0
3	65	24.4	1641.4	102.46	0.7	14.4

GRAFICA DE % C.B.R.-% DE COMPACTACION



Vo. Bo.:

Ing. Francisco Javier Quiñonez de la Cruz  
DIRECTOR CII/USAC

Atentamente,



Inga. Flor de María González Culajay  
Jefe Sección Mecánica de Suelos

### **3.5.6.3 Análisis granulométrico**

El análisis granulométrico de un suelo consiste en separar y clasificar por tamaños los granos que lo componen.

Existen dos tipos de análisis granulométricos:

- Por tamices: seco o lavado por el tamiz No. 200
- Por sedimentación

En estas prácticas vamos a desarrollar el análisis por tamices en seco.

#### **2.5.6.3.1 Equipo**

- a. Juego de tamices con mallas de 1 ½", ¾", 3/8", # 4, # 10, # 40, # 200, recipiente de fondo y tapadera.
- b. Balanzas
- c. Horno a temperatura controlada, a 110°C
- d. Brocha
- e. Bandejas y cápsulas
- f. Rodillo o pisón de madera

#### **2.5.6.3.2 Muestra**

- a. Preparación de muestra

Se seca la muestra en una bandeja al horno. Después se deja enfriar, se pulveriza rodillado los grumos o terrones con el cilindro de madera sobre una superficie plana y lisa, cuidando de desmenuzar bien los terrones sin romper las partículas individuales del suelo.

Se pesa la muestra con la bandeja anotando el peso obtenido en el formulario de registro respectivo, en el renglón de peso bruto seco (PBS).

#### **b. Tamizado de muestra**

Se coloca el juego de tamices en orden progresivo del tamiz 1 ½" al tamiz No. 200, con el recipiente de fondo abajo. Se vacía el material sobre los tamices y se coloca la tapadera.

Se agita todo el juego de tamices horizontalmente con movimientos de rotación y verticalmente con golpes ocasionales. El tiempo de agitado depende de la cantidad de finos de la muestra, pero por lo general no debe ser menor de 15 minutos. Esta operación se facilita empleando el agitador mecánico de laboratorio.

Se quita la tapadera y se separa la malla de 1 ½" vaciando la fracción de suelo que ha sido retenida en la malla sobre un papel limpio. A las partículas que han quedado trabadas entre los hilos de la malla, no hay que forzarlas a pasar a través de la misma; inviértase el tamiz y con la ayuda de una brocha o un cepillo de alambre, despréndalas y depositelas sobre el papel.

Se pesa cuidadosamente la fracción de la muestra obtenida en el numeral 6 y se pone en una bandeja o cápsula. Se guarda esta fracción de muestra hasta el final de la prueba, para poder repetir las pesadas en caso de error.

Se hace las pesadas de las fracciones que pasan por cada tamiz comenzando con el recipiente de fondo. Todos los pesos que pasan son acumulativos, se anotan en el formulario de registro en la columna correspondiente.

#### **2.5.6.3.3 Cálculo**

Se suma los pesos que pesan por cada malla y se verifica este total con el peso de la muestra se colocó originalmente en el juego de tamices. Si el error es mayor que 1%, entonces vuélvase a pesar cada fracción. Si el error es menor que 1%, entonces se corrige acordemente la fracción más grande.

Se determina los porcentajes del material que pasa por cada malla en relación al peso seco de la muestra original.

Con estos datos, se gráfica la curva granulométrica en un papel semilogarítmico: en las coordenadas con escala aritmética, se anotan los porcentajes de material que pasa por las aberturas de las mallas, las cuales hipotéticamente corresponden al diámetro de las partículas.

#### **2.5.6.3.4 Diámetro efectivo (D10)**

Diámetro por el cual para el 10% de las partículas de un suelo y se determina gráficamente de la curva granulométrica.

##### **a. Coeficiente de uniformidad**

$$C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}}$$

donde:

Cu: coeficiente de uniformidad

D10: diámetro efectivo

D60: diámetro por el cual pasa el 10% de partículas, y se determina gráficamente de la curva granulométrica

#### **b. Coeficiente de graduación**

$$Cq = \frac{(D30)^2}{D10 * D60}$$

donde:

Cg= Coeficiente de graduación

D30: diámetro por el cual pasa el 30% de partículas, y se determina gráficamente de la curva granulométrica

#### **c. Porcentaje de grava, arena y finos**

Estos porcentajes se determinan a partir de la curva granulométrica o bien de los resultados de los porcentajes acumulativos que pasan por cada tamiz, en base a los criterios dimensionales de las partículas que se describen a continuación:

Grava: partículas con diámetros comprendidos en el rango entre 3"y 2mm.

Arena: partículas con diámetros comprendidos en el rango entre 2 mm y 0.75 mm.

Finos: partículas de limo y arcilla con diámetros inferiores a 0.075 mm.

#### **d. Descripción del suelo**

En base a los porcentajes de grava, arena y finos, describe el suelo, incluyendo su color.

Figura 6. Análisis granulométrico, con tamices y lavado previo



CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



INFORME No. 090 S.S. O.T. No. 17416

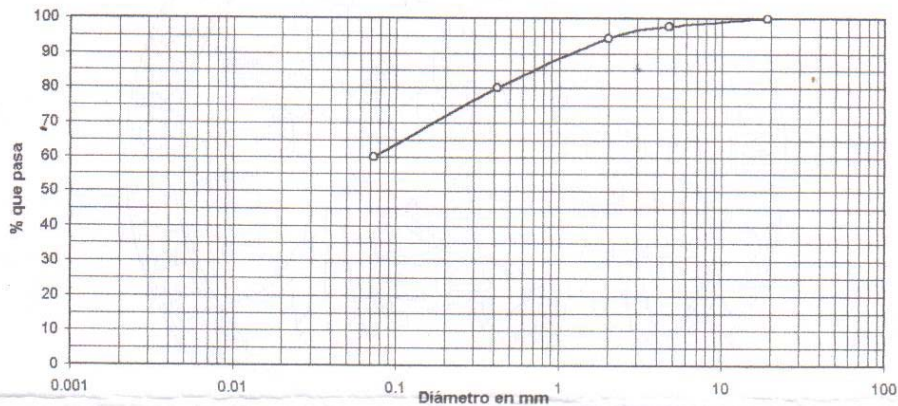
Interesado: DOMINGO JAVIER SIPAQUE A.  
Tipo de Ensayo: Análisis Granulométrico, con tamices y lavado previo.  
Norma: A.A.S.H.T.O. T-27  
Proyecto: TRABAJO DE GRADUACION  
Procedencia: Ciudad Universitaria Zona 12  
Fecha: 01 de abril de 2004  
Muestra No. 1

Análisis con Tamices:		
Tamiz	Abertura (mm)	% que pasa
3/4"	19.05	100.00
4	4.76	97.69
10	2.00	94.27
40	0.42	79.94
200	0.074	60.01

% de Grava: 2.3  
% de Arena: 37.7  
% de Finos: 60.0

Análisis por Sedimentación:	
Diámet. mm.	% que pasa

Gs:



Descripción del suelo: Arcilla arenosa color café.  
Clasificación: S.C.U.: CL P.R.A.: A-7-6  
Observaciones: Muestra proporcionada por el interesado.

Atentamente,

Vo. Bo.   
Ing. Francisco Javier Quiñones de La Cruz  
DIRECTOR CI/USAC.



Inga. Flor de María González Culajay  
Jefe Sección Mecánica de Suelos



#### 3.5.6.4 Límites de *Atterberg*

Las propiedades plásticas de los suelos limosos y arcillosos pueden ser analizadas a través de pruebas empíricas o bien por el ensayo de límites de *Atterberg* o límites de consistencia como también se le conoce. Dentro de los primeros, se puede citar los análisis de identificación preliminar de suelos finos: dilatancia, resistencia en seco, tenacidad y sedimentación. Los límites de *Atterberg* son:

- Límite líquido
- Límite plástico

Un suelo arcilloso con un alto contenido de humedad, posee una consistencia semi-líquida; al perder agua por evaporización va aumentando su resistencia hasta alcanzar una consistencia plástica. Al continuar el secado llega a adquirir un estado semi-sólido y se agrieta o desmorona al ser deformado.

Al intervalo de contenido de humedad en el cual un suelo posee consistencia plástica se le denomina intervalo plástico. El límite líquido es el contenido de humedad de un suelo en el límite superior al intervalo plástico. El límite plástico es el contenido de humedad de un suelo en el límite inferior del intervalo plástico.

La transición de un estado a otro del suelo, en la realidad es gradual y por lo tanto resulta difícil fijarle límites al intervalo plástico, sin embargo a través de los trabajos de *Atterberg* se logró establecer procedimientos estandarizados que permiten estimar dichas fronteras del estado plástico del suelo.

#### **2.5.6.4.1 Muestra**

Los análisis de consistencia se hacen solamente con la porción de suelo que pasa el tamiz No. 40.

Esta porción se obtiene ya sea pasando el material por la malla número 40, en seco, o bien, por un proceso de lavado, más lento pero más preciso. En esta práctica sólo se empleará el primer procedimiento.

#### **2.5.6.4.2 Equipo**

- a. Aparato de Casagrande para límite líquido, incluyendo el ranurador de la muestra.
- b. Placa de vidrio de 20 \* 20 cm aproximadamente.
- c. Cápsula de porcelana.
- d. Tamiz No. 40.
- e. Recipiente con tara para secar muestras en el horno.
- f. Mortero y majador con protector de hule.
- g. Horno con termostato.
- h. Balanza con 0.01 g e precisión.

#### **2.5.6.4.3 Preparación de la muestra**

- a. Del material que pasa por la malla número 4 se desmenuzan 150 g en un mortero sin llegar a triturar los granos
- b. Se pasa el material a través del tamiz No. 40 desechando el retenido
- c. Se pone en una cápsula el material que pasa el tamiz No. 40

- d. Se agrega agua y con una espátula se mezcla bien hasta obtener una pasta homogénea, suave y espesa

#### **2.5.6.4.4 Procedimiento “Ajuste del aparato de casagrande”**

- a. Antes del ensayo, el aparato debe ajustarse para que la copa tenga una altura de caída de 10 cm. exactamente. Esta distancia se mide con el calibrador que viene incorporado al mango del ranurador.
- b. En la parte inferior de la copa del aparato, se marca una cruz con lápiz, en el centro de la huella que se forma al golpear con la base.
- c. Se da vuelta a la manija hasta que la copa se levante a su mayor elevación y tomando como punto de referencia la cruz marcada, se verifica la distancia entre ésta y la base con la ayuda del calibrador.
- d. Se aflojan los tornillos de fijación y se gira el tornillo de ajuste hasta que la distancia sea exactamente de 1 cm. Luego se aprietan los tornillos de fijación.

#### **2.5.6.4.5 Límite Líquido (LL)**

- a. Inmediatamente antes de efectuar el ensayo, la pasta se remezcla trabajándola con la espátula hasta que su consistencia sea uniforme.
- b. Se coloca una parte del material de la cápsula (entre 50 a 80 g) en la copa del aparato de Casagrande, y con la espátula se aplan a manera de dejar su superficie horizontal, y su espesor máximo de  $\frac{1}{2}$ ".

- c. Se coloca la punta del ranurador en el borde superior de la muestra, con el ranurador perpendicular a la superficie de la copa.
- d. Se divide la muestra desplazando el ranurador por el centro de la misma, e inclinando el ranurador de manera que éste permanezca perpendicular a la superficie inferior de la copa.

Nota:

- Para arcilla con poco o nulo contenido de arena, la ranura deberá hacerse por medio de un movimiento suave y continuo.
- Cuando se trata de arcillas arenosas, limos poco plásticos o suelos orgánicos, el ranurador no podrá correrse a través de la pasta sin dañar los lados de la ranura. En este caso, se corta la ranura con una espátula y se chequean las dimensiones con el ranurador.
- El ranurador deberá limpiarse con un trapo, antes de que se seque el material adherido.
- Después de asegurarse de que la copa y la base estén limpias y secas, se da vuelta a la manija a razón de dos golpes por segundo, contando el número de golpes requerido para que se cierre el fondo de la ranura en una distancia de  $\frac{1}{2}$ " ( $\pm 13$  mm ).
- Se toman entre 20 y 30 g de la porción de la muestra próxima a la ranura, y se colocan en un tarro con tara. Se pesa el tarro con una precisión de 0.01 g, anotando en peso en el formulario de registro respectivo. Una vez pesado el tarro con la muestra, se introduce en el horno.

- Se agrega más agua a la pasta y se mezcla perfectamente con la espátula. Con esta pasta, se repiten los pasos del 1 al 5.
- Se repite el proceso con la pasta cada vez mas húmeda, hasta completar un total de 3 tanteos.
- Es conveniente comenzar con la muestra a una consistencia correspondiente dentro de un número de golpes próximo a 35, y después agregar agua para obtener en los siguientes tanteos un número de golpes bien distribuidos entre 15 y 35.
- Al día siguiente, se secan las muestras del horno, se tapan y se dejan enfriar en el secador. Se pesan, anotando el peso en el renglón correspondiente del formulario de registro.
- Con los datos anotados en el formulario del registro, se hacen los cálculos necesarios para obtener el contenido de agua o de humedad relativo, correspondiente a cada número de golpes.
- En el gráfico semi-logarítmico se plotean los puntos con las ordenada siguientes: el número de golpes en el eje de abcisas a escala logarítmica, y el contenido de humedad como ordenada a escala aritmética. La curva de escurrimiento será la recta que una o que pase lo más cerca posible de los puntos ploteados.
- El contenido de humedad que corresponda a 25 golpes en la línea de escurrimiento se define como el límite líquido.

#### 2.5.6.4.6 Límite plástico

- Una porción de la pasta usada en el ensayo de Límite Líquido, se deja secar hasta que alcance una consistencia tal que el material no se adhiera a las manos, pero que pueda formarse un cilindro delgado rodándolo con la palma de la mano.
- Se toma la mitad de la muestra aproximadamente y se rueda con la palma de la mano sobre una superficie limpia y lisa, como la de una placa de vidrio, hasta formar un cilindro de 1/8" de diámetro y de unas 4" de largo.
- Se amasa la tira y se vuelve a rodillar repitiendo la operación del numeral 2, tantas veces como se necesite para reducir la humedad gradualmente por evaporización, hasta que el cilindro se empiece a endurecer.
- El límite plástico se alcanza cuando el cilindro se agrieta y se rompe al ser rodillado.
- Una vez se alcanza el límite plástico, se parte el cilindro y se ponen fragmentos en un recipiente con tara; se pesa en la balanza con 0.01 g de precisión y se pone al horno para obtener el contenido de humedad.
- Se repite el proceso con la otra mitad de la muestra para comprobación de la primera determinación.
- Con los datos obtenidos se calcula el contenido de humedad relativa. Si la diferencia entre los dos valores de humedad relativa no es mayor que 2, entonces se promedian; en caso contrario se repite la determinación.
- El promedio es el valor del límite plástico.

#### 2.5.6.4.7 Cálculo de índices

Con los resultado de los límites de *Atterberg* se pueden calcular los índices de plasticidad y consistencia, de la manera siguiente:

- **Índice de plasticidad**

$$IP = LL - LP$$

donde:

IP: Índice de Plasticidad

LL: Límite Líquido

LP: Límite Plástico

- **Índice de consistencia**

$$I_c = \frac{LL - w}{IP}$$

donde:

Ic: Índice de Consistencia

w: Humedad natural del suelo (humedad *in-situ*)

Figura 7. **Ensayo de límites de Atterberg**



**CENTRO DE INVESTIGACIONES DE INGENIERIA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**



INFORME No. 091 S.S.

O.T. No. 17,416

Interesado: DOMINGO JAVIER SIPAQUE A.  
Proyecto: TRABAJO DE GRADUACION  
Asunto: ENSAYO DE LIMITES DE ATTERBERG  
Norma: AASHTO T-89 Y T-90

Ubicación: Ciudad Universitaria Zona 12, Guatemala.

FECHA: 01 de abril de 2004

**RESULTADOS:**

ENSAYO No.	MUESTRA No.	L.L. (%)	I.P. (%)	C.S.U. *	DESCRIPCION DEL SUELO
1	1	48.9	20.5	CL	Arcilla color café.

(\*) C.S.U. = CLASIFICACION SISTEMA UNIFICADO

Observaciones: Muestra tomada por el interesado.

Atentamente,

Vo. Bo.

Ing. Francisco Javier Quiñonez de la Cruz  
DIRECTOR CII/USAC



Inga. Flor de María González Culejay  
Jefe Sección Mecánica de Suelos



### **3.5.7 Análisis de resultados**

Según los datos que se dieron en el laboratorio no es posible utilizar el material del lugar como material de relleno, puesto que es material de alta plasticidad, con un porcentaje alto de finos, esto implica que es un suelo demasiado arcilloso, teniendo un índice de plasticidad de el 20.5%.

En base al análisis de laboratorio se hará un relleno estructural de material selecto con un peso de 95 libras por pie cúbico en capas de 30 centímetro hasta la altura de la sub-rasante compactada al 90% del proctor modificado, la base se hará de un espesor de 25 centímetros compactada al 95% de proctor modificado, el relleno se realizará en base a las secciones referidas en planos y solamente en las áreas de los parqueos. El relleno que se realizará es de 277.67 m<sup>3</sup> hasta altura de rasante. La carpeta asfáltica tendrá un espesor de 10 centímetros.



### **3. DISEÑO DE LA URBANIZACIÓN DEL ÁREA PARQUEOS**

#### **3.1 Demanda de cantidad de parqueo**

Se llama así a la necesidad existente de espacio físico para estacionar vehículos en un área determinada, se puede expresar en espacios individuales para estacionar. Como la demanda de estacionamiento varía con el tiempo, es preciso indicar la hora en que se manifiesta dicha demanda.

La demanda de estacionamiento es difícil de conocer y se mide principalmente, por la acumulación de vehículos estacionados y por el volumen de estacionamientos.

La acumulación de vehículos estacionados es simplemente el número de vehículos que se encuentran estacionados en un área determinada, durante un tiempo dado.

De un grupo de estudiantes encuestados el treinta por ciento tiene vehículo, el sesenta punto cinco por ciento se desplaza en transporte público y tan sólo un 0.5 lo hace por otro medio, de aquí la importancia de construir parqueos en la facultad de ingeniería.

##### **3.1.1. Análisis de cinco años atrás**

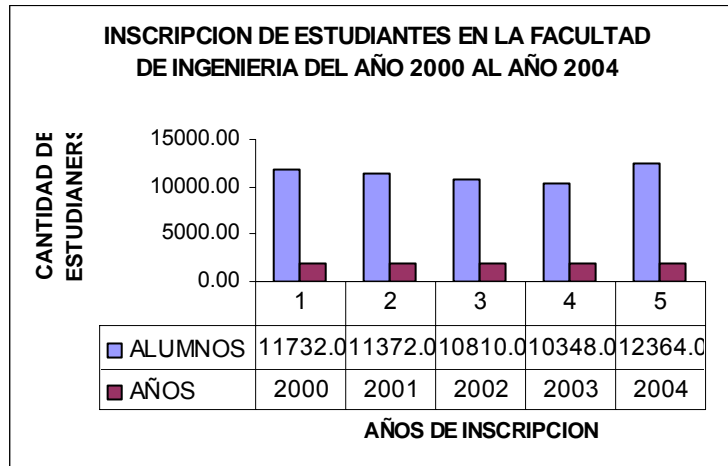
En el último año (2004) se ha incrementado la cantidad de parqueos que los estudiantes requieren para estacionarse, pues ha aumentado la cantidad de estudiantes en la facultad de ingeniería, de allí la necesidad de crear nuevos parqueos.

Especialmente en este año la cantidad de estudiantes que ingreso a la facultad de ingeniería se elevó considerablemente y esto tiene repercusiones en los parqueos. A continuación se muestra una tabla de la cantidad de estudiantes que ingreso a la facultad en los últimos cinco años, se puede ver que desde el año 2000 para el año 2003 fue decreciendo la cantidad de estudiantes, sólo fue para el año 2004 el asenso:

Tabla III. **Inscripción de estudiantes en los últimos 5 años en la Facultad de Ingeniería**

<b>ALUMNOS</b>	<b>AÑO</b>	<b>FACTOR DE TASA DE CRECIMIENTO GEÓMETICO</b>	<b>INCREMENTO DE ESTUDIANTES POR AÑO</b>
11732.00	2000	-0.040947713	
11372.00	2001	-0.040947713	-360.00
10810.00	2002	-0.040947713	-562.00
10348.00	2003	-0.040947713	-462.00
12364.00	2004	0.194820255	2016.00

Figura 8. **Inscripción de estudiantes en la Facultad de Ingeniería del año 2000 al año 2004**



Si para el año 2005 aumenta esta de estudiantes en la Facultad de Ingeniería el problema será serio en esta facultad y por lo tanto de debe formular alternativas de parqueos.

### 3.1.2 Análisis actual

En la actualidad se tiene el problema de poder adquirir un parqueo y va en aumento, pues los estudiantes tienen que realizar largas colas para ingresar al parqueo de la facultad.

Se realizó una encuesta para analizar actualmente este problema. Como se ha observado la cantidad de estudiantes es mayor en este año (2004), según la encuesta realizada el 30% de los estudiantes encuestados llega a la facultad de ingeniería con vehículo propio, esto implica que se tiene la necesidad de realizar más proyectos de parqueo en la facultad, pues se agudizará el problema de adquirir un parqueo en la facultad en los próximos años y de esta información se parte con que hay que realizar una proyección para los próximos cinco años y de esta forma proponer soluciones a corto y a largo plazo.

**3.1.2.1 Encuesta realizada a los estudiantes de la  
Facultad de Ingeniería**

- a) ¿Para llegar a la universidad, qué medio de transporte utiliza?  
Vehículo propio ----- Servicio urbano ----- Otros -----
- b) ¿Cómo clasificaría usted la capacidad de parqueo en la facultad?  
Bueno ----- Malo ----- Deficiente -----
- c) ¿A qué hora considera usted que es más difícil adquirir parqueo?  
08:00 a 12:00 ----- 14:00 a 16:00 -----  
16:00 a 18:00 ----- 18:00 a 21:00 -----
- d) ¿Cree usted que el parqueo en la facultad es seguro?  
Sí ----- No -----
- e) ¿Estaría usted dispuesto a pagar una cuota por un servicio más eficiente?  
Sí ----- No -----
- f) ¿Cree usted necesario que se otorgue más área para parqueo en la facultad?  
Sí ----- No -----
- g) ¿Qué le parece a usted la idea de un edificio para parqueos en la facultad?  
Buena ----- Mala -----

### 3.1.2.2 Resultados gráficos de la encuesta realizada a los estudiantes

Figura 9. Gráfica de pregunta a

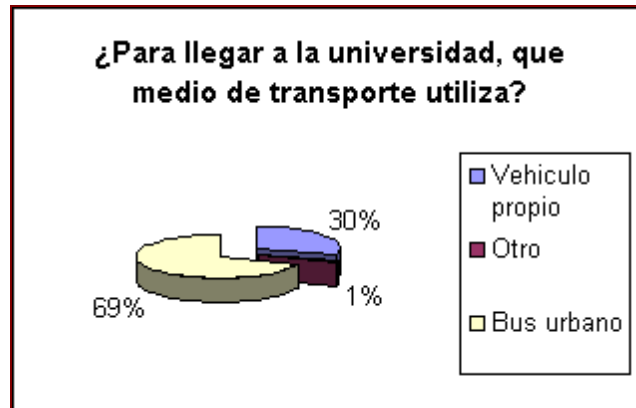


Figura 10. Gráfica de pregunta b

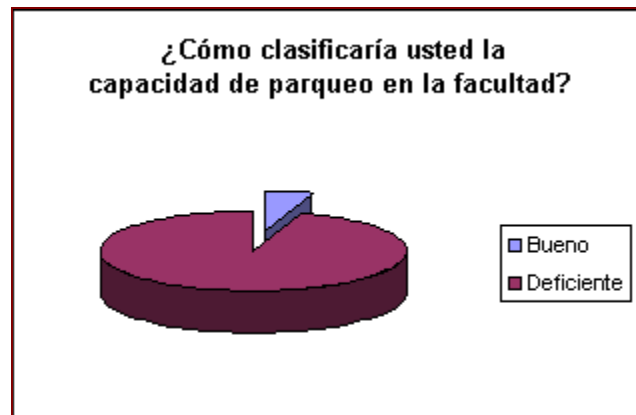


Figura 11. Gráfica de pregunta c

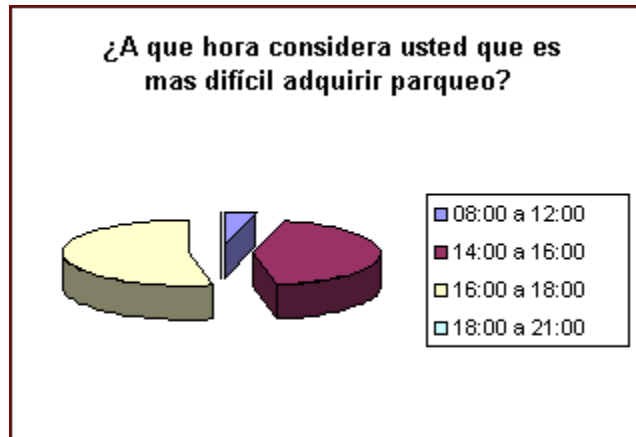


Figura 12. Gráfica de pregunta d

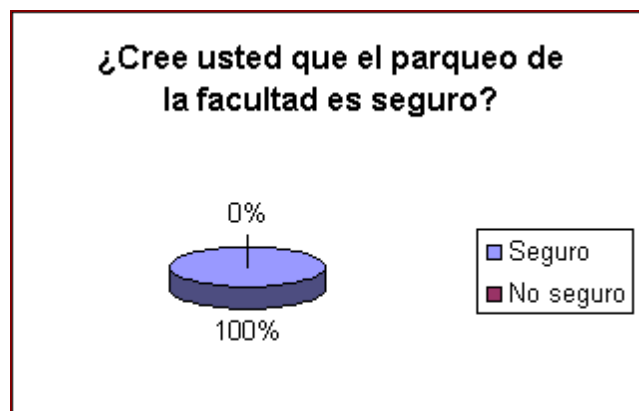




Figura 13. Gráfica de pregunta e

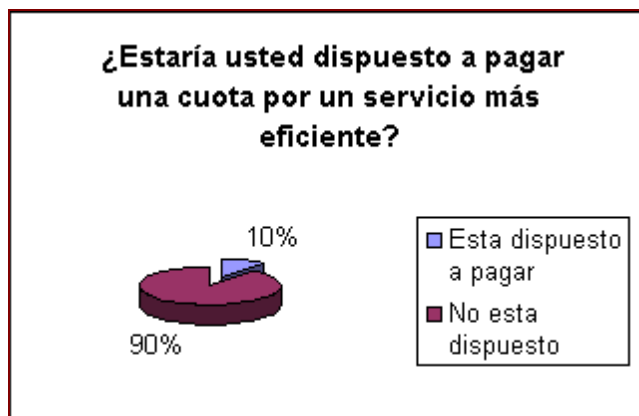


Figura 14. Gráfica de pregunta f

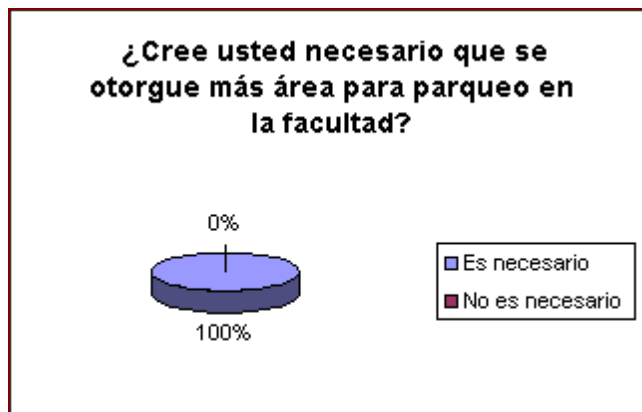
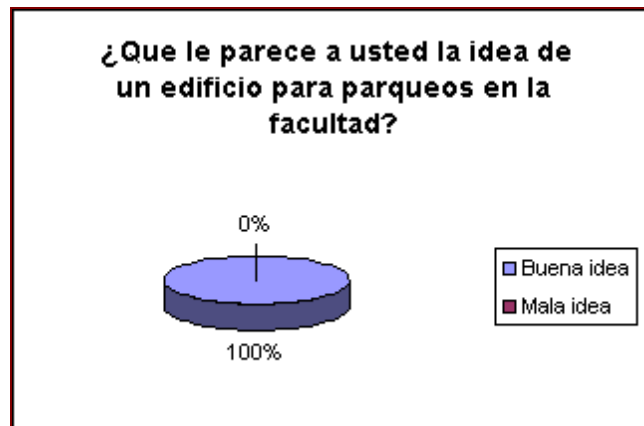


Figura 15. Gráfica de pregunta g



De la pregunta a, el 30% de las personas encuestadas tiene vehículo propio, esto muestra que en un futuro se agudizará el problema de los parqueos y se tiene la necesidad de crear nuevas áreas de parqueos, sin que esto ocasione un impacto importante al ecosistema de la facultad y de allí, la necesidad de realizar una adecuada planificación.

El parqueo de la facultad no se da abasto y por ende las personas ven dicha capacidad de parqueos malo.

Según la encuesta es más difícil adquirir parqueo desde las 14:00 horas hasta las 18:00 horas, y es razonable pues es cuando el 60% de los estudiantes que laboran llegan a recibir clases.

El 100% de los estudiantes cree que el parqueo de la facultad no es seguro para dejar objetos en los vehículos y en momento hasta tener algún problema con el robo del vehículo en sí, esto implica que se tiene la necesidad de mejorar la seguridad en la facultad.

El 10% de los estudiantes está dispuesto a pagar por un servicio más eficiente y tener personal de seguridad al servicio del área de parqueos, y el 90% no está dispuesto a pagar por dicho servicio, entonces se tiene la necesidad de realizar un plan por parte de la facultad para evitar actos delictivos.

El 100% de las personas encuestadas cree que se debe otorgar más área de parqueos a la facultad, y de esta forma se justifica realizar un estudio de planificación sobre el tema a corto plazo.

Al 100% de las personas encuestadas les parece la idea de un edificio de parqueos en la Facultad de Ingeniería, esto da paso a un estudio para realizar dicho proyecto en la facultad.

Según la información que se ha procesado se tiene serios problemas en la Facultad de Ingeniería y es urgente proponer soluciones a corto y largo plazo proponiendo diseños y tomar en cuenta los recursos que se tiene de espacio y de costos, para que no se generen inconvenientes fuertes en el futuro y esto afecte muy seriamente en el desenvolvimiento académico de los estudiantes en el futuro y no colapse la facultad.

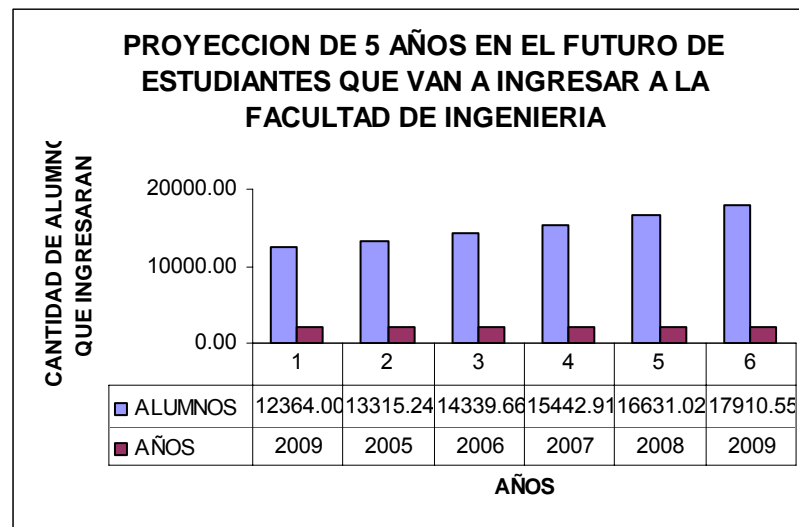
### **3.1.2. Análisis de cinco años en el futuro**

Se realizará un análisis de la demanda en el futuro de parqueos y de esto se espera que las autoridades tome muy en cuenta las propuestas de trabajos de graduación de estudiantes o de otras personas. En base a la población estudiantil en el pasado, en el presente, se hará una proyección.

Tabla IV. **Proyección de estudiantes que ingresaran a la Facultad de Ingeniería en los próximos cinco años**

ALUMNOS PROYECTADOS	AÑO	FACTOR DE TASA DE CRECIMIENTO GEÓMETICO
12364.00	2004	0.076936271
13315.24	2005	0.076936271
14339.66	2006	0.076936271
15442.91	2007	0.076936271
16631.02	2008	0.076936271
17910.55	2009	0.076936271

Figura 16. **Proyección de 5 años en el futuro de estudiantes que van a ingresar a la Facultad de Ingeniería**



## 3.2 Reglamentos locales

Se le denomina reglamento a toda norma dictada por la administración, y por lo tanto, con rango inferior al de la ley.

### 3.1.3. Reglamentos de la facultad

No hay ningún reglamento sobre parqueos en la facultad de ingeniería, solamente hay normas que creó la unidad de planificación de la facultad y por ende no se puede catalogar como leyes o reglamentos. Las normas son las siguientes:

- El parqueo de la Facultad de Ingeniería se abre a las 06:00 a.m. y se cierra a las 21:00 horas, de lunes a sábado, fuera de este horario no se permitirá el ingreso de ningún vehículo a dicha área.
- Previo a ingresar al estacionamiento, todo vehículo debe portar del lado izquierdo del vidrio delantero, la contraseña correspondiente que le acredita como miembro activo de la Facultad de Ingeniería, en cualquiera de los siguientes casos.

Tabla V. **Casos en los que corresponde derecho a parqueo según color de la calcomanía**

Trabajador docente y/o de investigación	verde
Trabajador del área administrativa de la facultad	morada
Estudiante inscrito en el ciclo 2004	rojo

- Al verificarse que el vehículo está autorizado para ingresar al parqueo, se le entregara al conductor una boleta de ingreso, la cual debe guardar y entregar a su egreso del parqueo es requisito indispensable para poder salir, hacer la entrega de la misma en perfecto estado.
- Todo usuario del estacionamiento respetará las áreas establecidas para las autoridades de la facultad y para los docentes.
- Debe evitarse el uso de bocinas estridentes, salidas ruidosas y equipos de sonido con alto volumen, para un mejor ambiente dentro de las instalaciones del parqueo.
- Todo usuario del paqueo debe mantener el debido respeto a los trabajadores de garita y personas de seguridad de la facultad de ingeniería.
- La circulación de los vehículos debe realizarse conforme a la señalización respectiva.
- El acceso de los vehículos será permitido de acuerdo al cupo establecido.
- El usuario estaciona el vehículo por su cuenta y riesgo.
- La Facultad de Ingeniería no se hace responsable por pérdida parcial o total de los vehículos, daños ocasionados a/o por terceros.

Serán objeto de sanciones, con la cancelación permanente del derecho al parqueo de la Facultad de Ingeniería aquellos usuarios a quienes se les compruebe su participación en cualquier irregularidad.

- Aquellos usuarios que se parqueen en forma incorrecta y ocupen más de un espacio de los señalizados para estacionar su vehículo.
- A quiénes se les sorprenda apartando lugares de parqueo, vedando la oportunidad de que otros compañeros ocupen determinado espacio dentro del parqueo.
- Aquellos usuarios que se les sorprende conduciendo a una velocidad mayor de 10 Km. hora, en el interior del parqueo.
- Cualquier usuario que sea sorprendido consumiendo licor y/o cualquier clase de drogas en el interior del parqueo.
- Todo usuario que agrede verbal o físicamente a los señores encargados de la garita de ingreso y egreso al parqueo, o a los agentes de seguridad que realicen rondas periódicas en el interior del mismo.

#### **3.1.4. Reglamentos de la universidad**

La dirección general de administración de la universidad de San Carlos de Guatemala no tiene ninguna ley ni reglamento que regule los parqueos dentro de la universidad, solamente se maneja las leyes de tránsito que están vigentes en la ciudad y con ello la señalización. Pero la dirección general de administración está trabajando para realizar un reglamento dentro de la universidad y esto ya fue aprobado por el Consejo Superior Universitario.

### **3.3 Geometría**

Se entiende por geometría a la rama de las matemáticas que se ocupa de las propiedades del espacio. En su forma más elemental, la geometría se preocupa de problemas métricos como el cálculo del área y diámetro de figuras planas y de la superficie y volumen de cuerpos sólidos.

#### **3.3.1 Área de capacidad de parqueo**

El área para que los vehículos puedan estacionarse tiene una capacidad tres mil seiscientos veintitrés punto cuarenta y dos metros cuadrados (3,623.42 m<sup>2</sup>), y puede dar espacio a 273 vehículo.

#### **3.1.2 Área verde**

El área verde tiene tres mil ochocientos cuarenta y ocho punto un metros cuadrados (3,848.1 m<sup>2</sup>).

#### **3.1.3 Área de circulación**

El área de circulación de los vehículos en el boulevard tiene seis mil trescientos ochenta y cuatro punto treinta (6,384.30).

#### **3.1.4 Área de reposición arbórea**

El área para reposición de los árboles que se corten tiene una capacidad de tres mil ochocientos cuarenta y ocho punto un metros cuadrados (3,848.1), y de aquí habrá más beneficios que pérdidas en tala de árboles pues se producirá un impacto positivo al sembrar más árboles.



## **4 PLANIFICACIÓN**

Es el Plan general, metódicamente organizado y frecuentemente de gran amplitud, para obtener un objetivo determinado, tal como el desarrollo armónico de una ciudad, el desarrollo económico, la investigación científica, el funcionamiento de una industria, etc.

### **4.1 Planificación y distribución de espacios**

Los automóviles estacionados son una inevitable consecuencia de todo tráfico motorizado; el denominado “tráfico parado” no es más que uno de los aspectos del tráfico en general. Hasta que sobrevino la motorización masiva, no constituyó ningún problema el “tráfico parado”. Hoy día ya no cabe imaginar ninguna discusión sobre ese tema en que no se plantee el problema del aparcamiento.

Los vehículos públicos para el transporte de pasajeros a cortas distancias no necesitan, en general puestos de estacionamiento en la vía pública, pues tales vehículos, con escasas excepciones, se mueven entre dos estaciones terminales sin estaciones intermedias y, en las interrupciones del servicio, se lleva a locales especiales o a cocheras emplazadas fuera de la vía pública. Las circunstancias varían con los coches particulares. Los automóviles particulares efectúan un número relativamente pequeño de servicios al año y tienen que permanecer aparcados durante intervalos más o menos prolongados o ser retirados de la circulación. De lo anterior, la necesidad de planificar y distribuir los parqueos para más o menos dar el mayor espacio posible a los usuarios de la facultad de ingeniería.

### 4.1.1 Puesto de aparcamiento

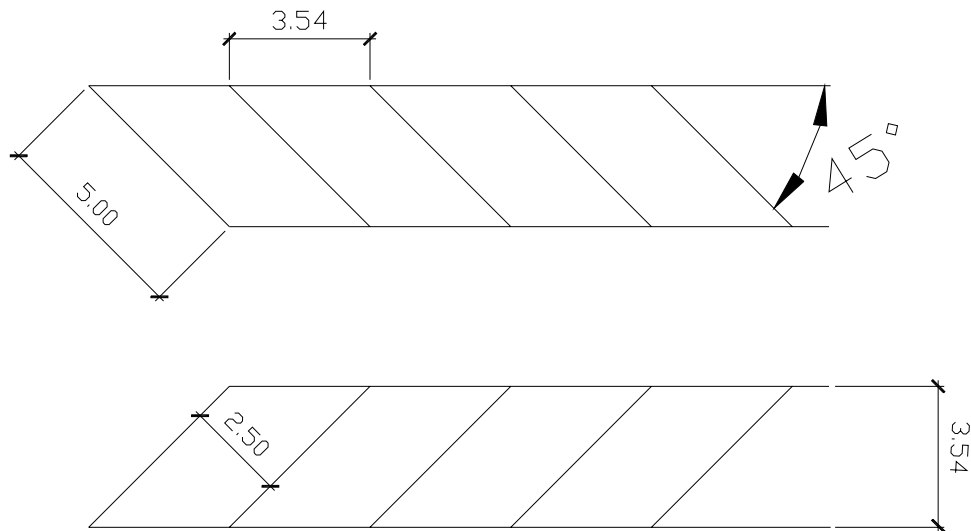
La superficie necesaria para un puesto de aparcamiento resulta de la superficie ocupada realmente por el vehículo, que en la hipótesis de un vehículo normal.

Tabla VI. **Distribución de parqueos**

Dimensiones estándar para aparcamiento de vehículos

	Lugar de aparcamiento	Para vehículos normales	Para vehículos grandes
No.			
1	Abierto por todos lados	5.00 x 2.30 m	5.50 x 2.40 m
2	Con pared en uno de los lados	5.00 x 2.50 m	5.50 x 2.65 m
3	Con pared en ambos lados	5.00 x 2.80 m	5.50 x 2.90 m

Figura 17. **Distribución de espacios**



#### **4.1.2 El espacio necesario para el aparcamiento**

Es muy difícil aventurar un pronóstico sobre las futuras necesidades de espacio para aparcamientos en las zonas más concurridas, porque aquellas dependerán en gran manera de la acertada reglamentación que rijan en el interior de la ciudad universitaria así como de la estructuración, el buen servicio de los transportes públicos. A pesar de los esfuerzos para limitar el tráfico de automóvil de estudiantes y empleados de la universidad en las vías no se podría impedir que en el futuro, junto a un gran número de vehículos utilizados para asuntos de transporte, haya un número sin duda creciente de automóviles que diariamente acudan a este centro estudiantil y, tanto por la mañana y como principalmente por la tarde y aún a lo largo del día, se incorporen al tráfico más vehículos que lleguen a realizar trámites a la universidad.

De todas maneras buen número de consideraciones indican que en la Facultad de Ingeniería nunca se llegará a disponer de espacio suficiente las inevitables limitaciones al tráfico vehicular tienen que ser tanto más sensibles cuanto más limitados sean los sitios disponibles. En muchos casos, las exigencias de espacio donde aparcar en el futuro ha rebasado las posibilidades estructurales del área que se tenía disponible.

#### **4.1.3 Donde dejar los vehículos parqueados**

En el presente se tiene problemas de parqueo no se diga en un futuro no lejano, esto implica distribuir desde ya los espacios o asignar áreas de parqueo dentro o fuera de la Facultad de Ingeniería e impulsar nuevas propuestas de investigación, para no dañar en el futuro la urbanización de la universidad de San Carlos de Guatemala.

Actualmente las personas dejan estacionados sus vehículos en lugares no aptos para esto y no de una forma correcta, restando esto espacios que sí se hubieran estacionado de forma correcta, creando de esta forma tráfico y en consecuencia caos vehicular.

#### **4.1.4 Puestos de aparcamiento en la vía pública**

Este trabajo de graduación propone utilizar el arriate central y parte aledaña al parque “Las ardillas” como ampliación al parqueo actual de la Facultad de Ingeniería distribuyendo de esta forma los espacios para que los vehículos no se estacionen en las vías públicas de la universidad. Los parqueos están diseñados de tal forma que sea fácil para los usuarios estacionar sus vehículos, contado con una garita para proporcionar vigilancia a los vehículos en sí.

#### **4.1.5 Puntos de vista sobre la planificación de los parqueos**

En los métodos para la conveniente planificación, dimensionados y forma de las vías públicas y con el fin de conseguir la debida fluidez del tráfico, se han hecho considerables progresos. En todas partes se han llevado a cabo importantes planificaciones a base de cuidadosos análisis del tráfico actual y de pronósticos suficientes seguros acerca del futuro. Sin embargo, para la planificación y el dimensionado del sitio necesario, así mismo para proyectar las correspondientes construcciones, no se dispone todavía de los datos que resulta de tales experiencias. Es un terreno nuevo e inexplorable todavía desde varios puntos de vista. Después de un cuidadoso estudio de las construcciones para aparcamiento realizadas en el extranjero y aún después de las experiencias llevadas a cabo, quedan todavía por aclarar definitivamente muchos puntos básicos de las siguientes cuestiones fundamentales:

- ¿Dónde es más conveniente construir los parqueos?
- ¿Qué forma de construir es la más ventajosa?
- ¿Quién debe ser el dueño de tales construcciones?
- ¿Debe de considerar su rentabilidad?
- ¿Cómo puede lograrse su financiación?

Ya se han pensado, proyectados y ejecutado las más variadas soluciones para las construcciones de aparcamientos. Sin embargo, son aún numerosos los proyectos que se redactaron en el transcurso de los años y que continuaran rehaciéndose nuevamente. A menudo son personas interesadas en el asunto las que propongan una determinada forma de construcciones para aparcamientos, ya sea un tipo especial de rampas, un particular dispositivo mecánico u otra cosa por el estilo, como la única solución aceptada para dar cobijo a los automóviles en los distritos comerciales o incluso como solución única del problema de aparcamiento. No obstante, hay que reconocer que no existen ninguna solución que resulte ideal par todos los casos. La solución conveniente para la construcción de aparcamientos depende en cada caso particular de diversos factores, por ejemplo:

- Situaciones, dimensiones y forma del terreno disponible.
- Naturaleza e intensidad del tráfico en las calles donde deben desembocar la entrada y salida del aparcamiento.
- Clases de usuarios que se esperan.
- Volúmenes de las oleadas de servicio a la entrada o la salida.
- Capacidad de alojamiento pretendida.
- Requisitos que exige la técnica del tráfico.
- Clases o forma de explotación.
- Cuantía del presupuesto previsto para la construcción, la conservación, las reparaciones o renovaciones y la explotación.

- Ingresos que se esperan.
- Memoria de financiamiento.

Estos y otros muchos factores tienen que entrar en consideración y ser debidamente ponderados a fin de encontrar para cada caso particular la solución conveniente y oportuna. El ingeniero proyectista debe estar familiarizado, para ello, con sus ventajas e inconvenientes, en base de los aparcamientos hasta ahora construidos.

La escasez de sitio para aparcamiento se deja sentir principalmente y con la máxima intensidad en los distritos comerciales, estudiantiles, hospitales y zonas céntricas. Es, pues, en esas zonas donde deben ser realizadas principalmente las planificaciones de los aparcamientos.

Entre el sitio necesario para aparcar el número de puestos existentes en la calle y en los parqueos públicos y privados que queden habilitados, hay casi siempre una importante diferencia que puede cubrirse aprovechando apropiadas superficies en varios planos, es decir, mediante la construcción de obras de aparcamientos.

Al considerar los puntos de vista esenciales para la planificación de dichas obras, es conveniente distinguir entre la planificación general y la de cada una de las obras en particular.

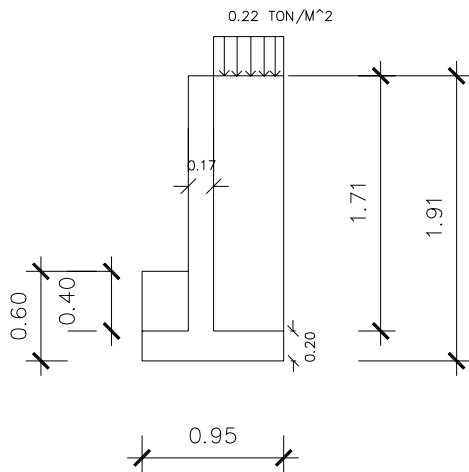
El objeto de la planificación general es la determinación del emplazamiento más conveniente y la capacidad de de las obras necesarias, teniendo siempre en cuenta la función que han de llenar las instalaciones según las necesidades locales a satisfacer. En la planificación general, se ha de tener en cuenta la situación, las dimensiones y forma presentes y futuras de los lugares disponibles, a fin de poder establecer los planes reales.

La planificación general y la planificación especial de tales construcciones no pueden ser llevadas a cabo según fórmulas o recetas fijas. Es difícil juzgar sobre la mayor o menor conveniencia de las diversas soluciones, ya que esto depende de la planificación de las instalaciones para el tráfico en las calles. Así por ejemplo, el dimensionado de una encrucijada de calles produce una determinada cantidad de tráfico por unidad de tiempo que hay que regular y constituye un problema técnico completamente definido. Tanto en la planificación general como en la particular o individual, además de las dimensiones y el curso cronológico del tráfico, desempeñan importantes papeles, otros datos cuya determinación previa es difícil e insegura, cuales son los promedios y máximos de ocupación de las instalaciones, la duración de los aparcamiento, los desplazamiento a pie que pueden admitirse como probables desde el local de aparcamientos y los puntos donde se dirigen los usuarios, la organización del sistema de tarifas, la rentabilidad, etc.

Para este proyecto se proponen los aparcamientos a un ángulo de cuarenta y cinco grados para aprovechar de mejor manera los espacios disponibles, y tomando en cuenta la dirección de las vías. En total se tienen 243 locales de aparcamientos en el área especificada.

### 4.1.6 Diseño estructural de muro de contención en los parqueos

Figura 18. Modelo del muro



MURO EN VOLADIZO

DATOS:

$$\delta_s = 1.52 \text{ TON/m}^3$$

$$\delta_c = 2.4 \text{ TON/m}^3$$

$$\phi = 30^\circ$$

$$\mu = 0.40$$

$$V_s = 21 \text{ TON/m}^3$$

$$F'C = 281 \text{ Kg/cm}^2$$

$$F_y = 2810 \text{ Kg/cm}^2$$

$$FCU = 1.70$$

$$\text{SOBRE CARGA} = 0.22 \text{ TON/m}^3$$

$$K_a = (1 - \sin 30) / (1 + \sin 30) = 0.33$$

$$K_p = (1 + \sin 30) / (1 - \sin 30) = 3$$

Cálculo de presiones horizontales a una profundidad h. del muro

$$P_p \delta_s = k_p \delta_s * h = 3 * 1.52 \text{ ton/m}^3 * 0.60 \text{ m} = 2.73 \text{ ton/m}^2$$

$$P_a \delta_s = k_a \delta_s * H = 1/3 * 1.52 \text{ ton/m}^3 * 1.91 \text{ m} = 0.95 \text{ ton/m}^2$$

$$P_q = k_a q = 1/3 * 0.22 \text{ ton/m}^2 = 0.073 \text{ ton/m}^2$$

Cálculos de las cargas totales

$$P_p \delta_s = 1/2 P_p \delta_s h = 1/2 * 2.73 \text{ ton/m}^2 * 0.60 \text{ m} = 0.81 \text{ ton/m}$$

$$P_a \delta_s = 1/2 P_a \delta_s H = 1/2 * 0.95 \text{ ton/m}^2 * 1.91 \text{ m} = 0.90 \text{ ton/m}$$

$$P_q = P_q H = 0.073 \text{ ton/m}^2 * 1.91 \text{ m} = 0.14 \text{ ton/m}$$



Los momentos en la base del muro serán

$$MP_{\delta s} = P_p \delta s h / 3 = 0.81 \text{ ton/m} * 0.60 / 3 \text{ m} = 0.16 \text{ ton-m/m}$$

$$MP_{a \delta s} = P_a \delta S H / 3 = 0.90 \text{ ton/m}^2 * 1.91 / 3 \text{ m} = 0.57 \text{ ton-m/m}$$

$$MP_q = P_q H / 2 = 0.139 \text{ ton/m}^2 * 1.91 / 2 \text{ m} = 0.13 \text{ ton-m/m}$$

Figura 19. **Áreas**

CALCULO DE AREAS DE LOS ELEMENTOS

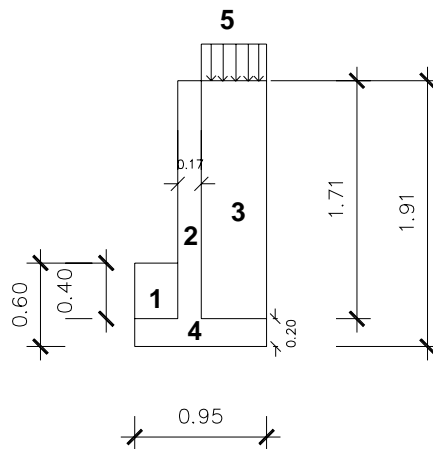


Tabla VII. **Momentos que actúan en el muro**

Figura	$\delta * A = W$ (Ton/m)	Brazo (m)	M (Ton-m)
1	$0.40 * 0.31 * 1.52 = 0.19$	$0.31 / 2 = 0.155$	0.029
2	$1.71 * 0.17 * 2.4 = 0.70$	$0.31 + 0.17 / 2 = 0.395$	0.28
3	$1.71 * 0.47 * 1.52 = 1.22$	$0.31 + 0.17 + 0.47 / 2 = 0.71$	0.87
4	$0.20 * 0.95 * 2.4 = 0.46$	$0.95 / 2 = 0.47$	0.22
5	$0.47 * 0.22 = 0.10$	$0.31 + 0.17 + 0.47 / 2 = 0.71$	0.071
$\Sigma W = 2.67$			$\Sigma M = 1.47$

Chequeo de estabilidad contra volteo

$$F_{sv} = \frac{\sum MR}{\sum M} = (MP\delta_s + Mw) / (M Pa\delta_s + Maq)$$

$$F_{sv} = (0.16 + 2.67) / (0.57 + 0.13) = 4.04 > 1.5 \text{ cumple contra volteo.}$$

Chequeo de estabilidad contra deslizamiento

$$F_{sd} = \frac{\sum PR}{\sum Paq} = (Pp\delta_s + \mu w) / (Pa\delta_s + Paq)$$

$$F_{sd} = (0.81 + 0.40 \cdot 2.67) / (0.90 + 0.14) = 1.80 > 1.5 \text{ cumple contra volteo.}$$

Chequeo de presión máxima bajo la base del muro

$$a = \frac{\sum M}{W} = (-M Pp\delta_s + Mw - Pa\delta_s - Maq) / w$$

$$a = \frac{\sum M}{W} = (-0.16 + 1.47 - 0.57 - 0.13) \text{ ton-m/m} / 2.67 \text{ Ton/m}$$

$$a = 0.22 \text{ m}$$

$$3a = 3 \cdot 0.22 = 0.66 \text{ m} > 0.95 \text{ m} = L$$

Como  $3a < L$  esto implica las presiones de terreno serán

$$q_{\text{máx.}} = w / (3/2 \cdot a \cdot b)$$

$$q_{\text{máx.}} = 2.67 \text{ Ton/m} / (3/2 \cdot 0.22 \cdot 0.95) \text{ m} = 8.51 \text{ ton/m}^2 < \text{vs}$$

$q_{\text{máx.}}$  no excede el valor soporte del suelo

Figura 20. **Esfuerzos cortantes**

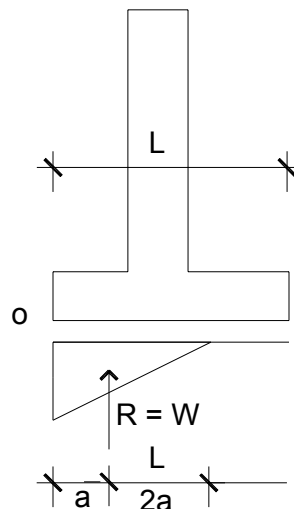
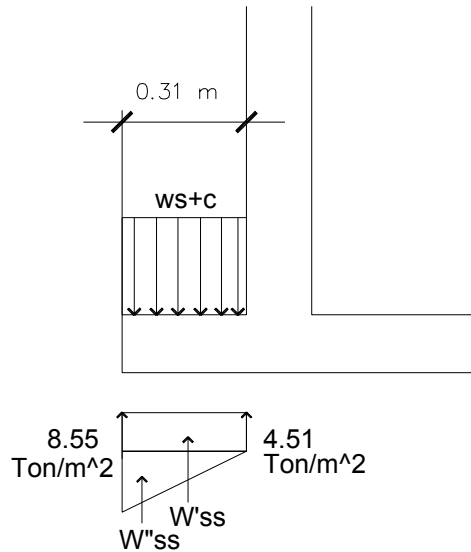


Figura 21. Esfuerzos cortantes en el pie



### Diseño del pie

#### Chequeo por corte

$$W \text{ suelo} + \text{cimiento} = W_s + c$$

$$W \text{ suelo} + \text{cimiento} = \delta_s \times D \text{ esp} \times L \text{ pie} + \delta_c \times t \text{ zap} \times L \text{ pie}$$

$$W \text{ suelo} + \text{cimiento} = 1.52 \text{ ton/m}^3 \times 0.40 \text{ m} \times 0.31 \text{ m} + 2.40 \text{ Ton/m}^3 \times 0.20 \text{ m} \times 0.31 \text{ m}$$

$$W \text{ suelo} + \text{cimiento} = 0.34 \text{ Ton/m}$$

$$W'ss = 4.51 \text{ Ton/m}^2 \times 0.31 \text{ m} = 1.40 \text{ Ton/m}$$

$$W''ss = (8.55 - 4.51) \text{ Ton/m}^2 \times 0.31 / 2 \text{ m} = 0.62 \text{ Ton/m}$$

#### Cálculo de peralte con varilla No. 3

$$d = t - \text{rec} - \phi/2 = (20 - 7.5 - .95/2) \text{ cm.} = 12.02 \text{ cm.}$$

#### Corte resultante

$$V_r = 0.85 \times 0.53 \times (f'_c)^{1/2} \times b \times d = 0.85 \times 0.53 \times (210)^{1/2} \times 100 \times 12.14 / 1000$$

$$V_r = 7.92 \text{ Ton/m}$$

Chequeo por corte

Corte rostro del muro

$$V_u \text{ rostro} = 1.7 (W'_{ss} + W''_{ss} - W_s + c) = 1.7(1.40 + .62 - .34) \text{ T/m}$$

$$V_u \text{ rostro} = 2.86 < V_r \text{ si chequea por corte.}$$

Chequeo por flexión

$$M_u \text{ rostro} = 1.7(W'_{ss} * L_{pie}/2 + W''_{ss} * L_{pie} * 2/3 - W_s + c * L_{pie}/2)$$

$$M_u \text{ rostro} = 1.7(1.4 * .31/2 + 0.62 * 2/3 * 0.31 - 0.34 * 0.31/2)$$

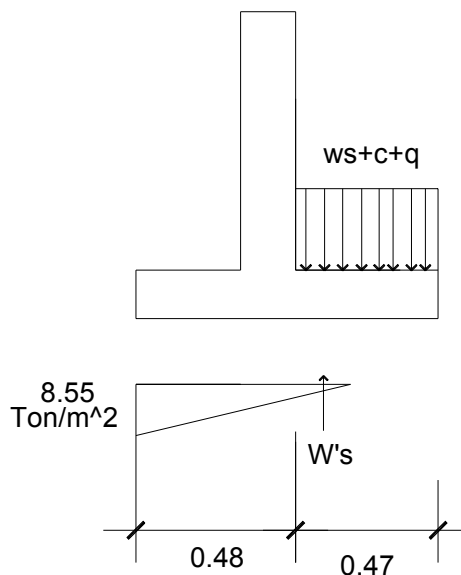
$$M_u \text{ rostro} = 0.50 \text{ ton-m/m}$$

Distribución de acero

Mu = 0.50 ton-m/m	d = 12.02 cm.
b = 100 cm.	F'c = 281 Kg. / cm. <sup>2</sup>
Fy = 2810 Kg. / cm. <sup>2</sup>	As mínimo = 6.03 cm. <sup>2</sup>
As requerido = 6.03 cm. <sup>2</sup>	Vr = 7.92 T/m

Colocar eslabones No. 3 @ 6.00 cm.

Figura 22. **Esfuerzos cortantes en el talón**



### Diseño del talón

$$q_s + c + q = \delta sH + \delta ct + q = 1.52 \text{ ton/m}^3 * 1.71 \text{ m} + 2.4 \text{ ton/m}^3 * 0.20 \text{ m} + 0.22 \text{ ton/m}^2$$

$$q_s + c + q = 3.30 \text{ ton/m}^2$$

$$W_s = qd * L / 2 = 4.51 \text{ ton/m}^2 * 0.47 \text{ m} = 1.06 \text{ ton/m}$$

$$W_s + c + q = q_s + c + q * L \text{ talon} = 3.30 \text{ ton/m}^2 * 0.47 / 2 \text{ m}$$

$$W_s + c + q = 0.77 \text{ ton/m}$$

### Chequeo por corte

$$V_u \text{ rostro} = 1.7 (W_s + c + q + W_s) = 1.7(0.77 + 1.06) \text{ T/m}$$

$$V_u \text{ rostro} = 3.11 \text{ T/m}$$

### Corte resultante

$$V_r = 0.85 * 0.53 * (f'_c)^{1/2} * b * d = 0.85 * 0.53 * (210)^{1/2} * 100 * 12.02 / 1000$$

$$V_r = 7.84 \text{ T/m}$$

$V_r > V_u$  rostro si resiste el corte actuante

### Chequeo por flexión

$$M_u = 1.7 (W_s + c + q * L \text{ talon} / 2 - W_s * 1/3 * L)$$

$$M_u = 1.7 (0.77 \text{ ton/m} * 0.47 / 2 \text{ m} - 1.06 \text{ ton/m} * 1/3 * 0.18 \text{ m})$$

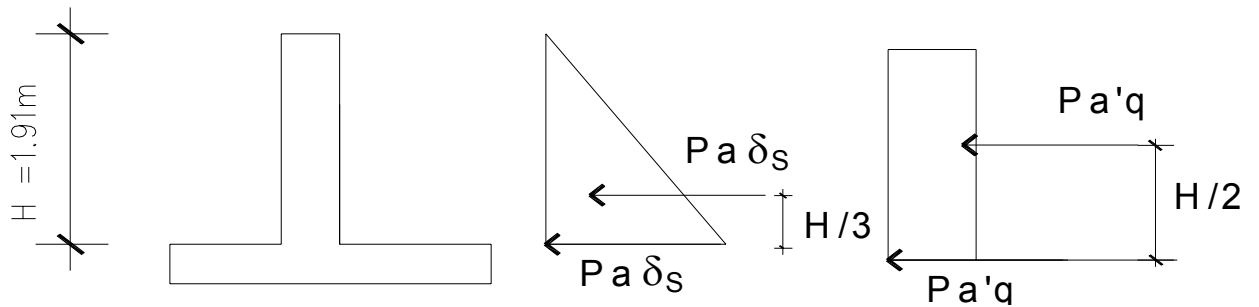
$$M_u = 0.20 \text{ ton-m/m}$$

### Distribución de acero

$M_u = 0.20 \text{ ton-m/m}$	$d = 12.02 \text{ cm.}$
$b = 100 \text{ cm.}$	$F'_c = 281 \text{ Kg. / cm.}^2$
$F_y = 2810 \text{ Kg. / cm.}^2$	$A_s \text{ mínimo} = 6.03 \text{ cm.}^2$
$A_s \text{ requerido} = 6.03 \text{ cm.}^2$	$V_r = 7.84 \text{ T/m}$

Colocar eslabones No. 3 @ 6.00 cm.

Figura 23. Esfuerzos producidos en la cortina



Diseño de la pantalla

$$Pa\delta_s = K_a \cdot \delta_s \cdot H = 1/3 \cdot 1.52 \text{ ton/m}^3 \cdot 1.91 \text{ m} = 0.506 \text{ ton/m}^2$$

$$Paq = K_a \cdot q = 1/3 \cdot 0.22 \text{ ton/m}^2 = 0.074 \text{ ton/m}^2$$

$$P'a\delta_s = P'a \cdot H/2 = 0.506 \text{ ton/m}^2 \cdot 1.91/2 \text{ m} = 0.966 \text{ ton/m}$$

$$P'aq = P'aq \cdot H = 0.074 \text{ ton/m}^2 \cdot 1.91 \text{ m} = 0.14 \text{ ton/m}$$

Chequeo por corte

$$Vu \text{ rostro} = 1.7 ( P'a\delta_s + P'aq ) = 1.7(0.966 + 0.14) \text{ T/m}$$

$$Vu \text{ rostro} = 1.88 \text{ T/m}$$

Cálculo de peralte con varilla No. 3

$$d = t - \text{rec} - \phi/2 = (17 - 7.5 - .95/2) \text{ cm.} = 9.00 \text{ cm.}$$

Corte resultante

$$Vr = 0.85 \cdot 0.53 \cdot (f'_c)^{1/2} \cdot b \cdot d = 0.85 \cdot 0.53 \cdot (210)^{1/2} \cdot 100 \cdot 9.00/1000$$

$$Vr = 5.87 \text{ Ton/m}$$

$Vr > Vu \text{ rostro}$  si reste el corte actuante

Chequeo por flexión

$$Mu \text{ rostro} = 1.7 (P' a \delta s^{1/3} H + P' a q H^2)$$

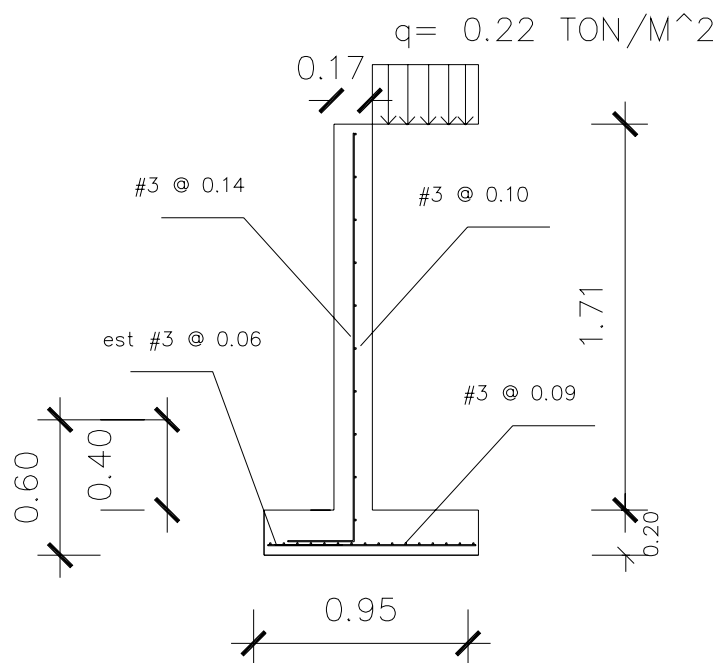
$$Mu \text{ rostro} = 1.7 (0.966 \text{ ton/m}^{1/3} \cdot 1.91 \text{ m} + 0.14 \text{ ton/m} \cdot 1.91^2 \text{ m})$$

$$Mu \text{ rostro} = 1.27 \text{ ton-m/m}$$

Distribución de acero

$Mu = 1.27 \text{ ton-m/m}$	$d = 9.00 \text{ cm.}$
$b = 100 \text{ cm.}$	$F'c = 281 \text{ Kg. / cm.}^2$
$Fy = 2810 \text{ Kg. / cm.}^2$	$As \text{ mínimo} = 4.52 \text{ cm.}^2$
$As \text{ requerido} = 4.52 \text{ cm.}^2$	$As \text{ por temperatura} = 6.49 \text{ cm.}^2$

Figura 24. **Distribución de acero en muro de contención**



## 4.2 Estudios de precipitación para la escorrentía

### 4.2.1 Escorrentía

Se denomina escorrentía superficial al agua procedente de la lluvia que circula por la superficie y se concentra en los cauces. La escorrentía superficial es función de las características topográficas, geológicas, climáticas y de vegetación de la cuenca y está íntimamente ligada a la relación entre aguas superficiales y subterráneas de la cuenca.

Las aguas que circulan en la escorrentía provienen de las precipitaciones, ya sean en forma de lluvia o granizo. El agua de escorrentía puede desplazarse en forma de manto, corrientes sin cauce fijo. En cualquier caso, son una parte importante del ciclo del agua, puesto que la conduce hasta el océano o los lagos, donde se evapora. Existen dos clases de corrientes naturales y artificiales.

### 4.2.2 Coeficiente de escorrentía

Se determinará de acuerdo con las curvas de escorrentía, y el porcentaje de impermeabilidad se calculará de acuerdo a la fórmula:

$$C = \frac{\sum C * A}{\sum A}$$

Donde:  $\sum A$  = suma de las áreas parciales

$\sum C * A$  = suma de los productos de las áreas parciales

multiplicado por su correspondiente valor de



impermeabilidad relativa.

Tabla VIII. **Valores de impermeabilidad relativa**

<i>Valores de C para superficies</i>	<i>Mínimo</i>	<i>Máximo</i>
Techos impermeables	0.70	0.95
Pavimentos de asfalto	0.70	0.95
Pavimentos de concreto	0.80	0.95
Pavimento de piedra o adoquín	0.75	0.85
Superficies metálicas	0.80	0.95
Superficies de tierra, patios, etc.	0.10	0.30
Parques, jardines y prados	0.05	0.25
Áreas boscosas	0.01	0.20
Zonas densamente pobladas	0.70	0.90

#### **4.2.3 Porcentaje de escorrentía**

Es la cantidad de agua que escurre, en función de la permeabilidad de la superficie del suelo.

#### **4.2.4 Inspección de campo**

Se debe de hacer un recorrido en el área para realizar una evaluación y de esto tomar decisiones importantes del proyecto en cuestión.

Pasos a seguir para realizar una inspección del área del proyecto

- Tipo de corriente
- Tipo de suelo del área en estudio
- Si cuenta con vegetación el área en estudio

- Puntos de erosión

#### **4.2.4.1 Intensidad de lluvia**

Es la cantidad de lluvia que cae en un área por unidad de tiempo, se expresa en milímetros por unidad de tiempo.

En la solución de los problemas relativos al drenaje y a otros análogos, lo primordial es calcular la intensidad máxima de los aguaceros interrumpidos, que generalmente tienen una duración de 20 minutos a 2 horas. No es económico diseñar ciertas obras hidráulicas, como alcantarillas, sistemas de drenajes urbanos y agrícolas, etc. Para la precipitación más intensa que puede ocurrir en el caso de una duración indefinida se debe buscar protección contra un aguacero tipo, protección que balancee las consideraciones de costo de sobre-dimensionamiento en las obras, y los estragos debidos a un violento aguacero, ocasional debido a una insuficiente estimulación.

Para la racional solución de problemas de drenaje es necesario determinar las intensidades máximas de lluvia con una frecuencia específica, es decir, con probabilidad de una vez cada 5, 10, 15, 20 años etc.

La observación simple demuestra que la intensidad máxima  $I_{max} = dh/dt$  de un aguacero, entendida como una altura de precipitación ( $dh$ ) en un intervalo de tiempo ( $dt$ ) es tanto mayor cuando más corto es su duración, pero para los estudios de drenaje de pequeñas superficies es indispensable precisar ese punto conforme a las observaciones efectuadas.

Para cuencas grandes el caudal en juego dependerá de las observaciones pluviométricas efectuadas en muchos puntos en problema de variación de la precipitación media máxima en el conjunto de la cuenca, visto en función del área de esta última, se introducirán naturalmente.

Por regla general, cuanto más grande sea la cuenca más débil será la intensidad máxima media a considerar, pues la intensidad local disminuye cuando se aleja del eje de desplazamiento del aguacero.

El análisis de la intensidad media máxima de la lluvia en una estación (lluvia local) ha sido objeto de numerosos estudios en el campo de cortos aguaceros tempestuosos y violentos que condicionan la dimensión de las alcantarillas y otras obras de drenaje urbano.

No existe ninguna norma que indique al diseñador que tormenta considerar, aunque en la práctica generalmente se considera una tormenta que pueda ocurrir cada 10 ó 15 años. El proyecto también puede considerar una tormenta de 5 a 20 años en áreas residenciales y otras de 15 a 20 años en áreas comerciales.

Para una duración  $dt$  (intervalo de referencia), tomada en el curso de un aguacero, la intensidad máxima ( $I_m$ ) disminuye al aumentar tiempo. Para una máxima intensidad, las lluvias que ocasionan el caudal máximo en un punto de la red de drenaje son aquellas en las cuales la duración de la precipitación es por lo menos igual al tiempo que necesita el agua para escurrir desde el punto más lejano aguas arriba de la cuenca, hasta el punto considerado (tiempo de concentración) tiempo que varía con respecto a la extensión, la geología y la topografía de la red. En el caso en que la lluvia continuará indefinidamente con la misma intensidad más allá del tiempo de concentración, el caudal en el punto considerado permanecerá.

#### 4.2.4.2 Intensidad de lluvia en Guatemala

Intensidad de lluvia es el espesor de la lámina de agua por unidad de tiempo y es medida en mm/hora. Para el caso del área metropolitana se determinará por medio de las fórmulas existentes, de acuerdo a la siguiente forma:

Zona Pacífica, para tuberías menores de 1.50mts de diámetro, de concreto:

$$I = \frac{6889.10}{t + 39.50}$$

Zona Pacífica, para tuberías mayores de 1.50mts. de diámetro, de concreto:

$$I = \frac{5915.70}{t + 35.80}$$

Zona Atlántica, para tuberías menores de 1.50 mts. de diámetro, de concreto:

$$I = \frac{4604.50}{t + 24.20}$$

Zona Atlántica, para tuberías mayores de 1.50 mts de diámetro, de concreto:

$$I = \frac{4603.60}{t + 23.20}$$

donde t = tiempo de concentración en minutos, y será determinado en tramos consecutivos de acuerdo con la fórmula:

$$t_2 = \frac{t_1 + L}{60v_1}$$

Donde:

$t_l$  = es el tiempo de concentración en el tramo anterior en minutos.

L = longitud del tramo anterior en metros

V1 = velocidad a sección llena en el tramo anterior en m/seg

En tramos concurrentes  $t_l$  se tomará igual al del tramo de mayor tiempo de concentración.

#### **4.2.4.3 Cálculo del área de descarga**

##### **4.2.4.3.1 Método racional**

En el método racional se asume que el caudal máximo para un punto dado se alcanza cuando el área tributaria esta contribuyendo con su escorrentía superficial durante un periodo de precipitación máxima.

Formula del método racional:

$$Q = \frac{CIA}{360}$$

Q = Caudal de diseño en m<sup>3</sup>/seg.

A = Área drenada de la cuenca en hectáreas.

I = intensidad de lluvia en mm/hora. ( consultar en el INSIVUMEH)

C = Coeficiente de escorrentía

##### **4.2.4.3.2 Cálculos hidráulicos**

Q = en m<sup>3</sup>/seg.

A = 3623.42 m<sup>2</sup> = 0.36 Ha

I = 7997/(t+30)<sup>1.161</sup> mm/hora (datos de INSIVUMEH)

I = 7997/(5+30)<sup>1.161</sup>

$I = 128.90 \text{ mm/hora}$

Tiempo de lluvia 5 minutos

$C = 0.85$

$Q = CIA/360 = 0.85 * 128.90 \text{ mm/hora} * 0.36 \text{ Ha}/360$

$Q = 0.11 \text{ m}^3/\text{seg.}$

El caudal que se produce por lluvias en el área de los parqueos es pequeño y no produce impacto a los drenajes existentes.

### **4.3 Instalaciones eléctricas**

Como energía, en los parqueos se usan generalmente la corriente eléctrica, tanto para el alumbrado como para el funcionamiento de los dispositivos de protección, en la universidad hay alumbrado público en las áreas donde se parquean los vehículos, pero son insuficientes por tal razón se recomienda colocar alumbrado en el arriate central a cada 50 metros para que los usuarios tengan más iluminación y a su vez seguridad tanto de las personas como de los vehículos en sí.

#### **4.4 Pavimentación**

Pavimento es un sistema de revestimiento que conforma el suelo transitable de cualquier espacio construido. Los pavimentos se apoyan sobre elementos estructurales sensiblemente horizontales, como los terrenos estabilizados, soleras, losas y forjados. Las principales funciones que desempeñan son el aislamiento y la ornamentación, pero al mismo tiempo deben resistir las abrasiones y los punzonamientos (esfuerzos cortantes) producidos por el paso de personas o vehículos, la caída de objetos y la compresión de los elementos que se apoyan. Además, muchos pavimentos tienen que ser inmunes a la acción de agentes químicos, como agua, aceites, sales o ácidos, a las agresiones de seres vivos e incluso a la propia energía solar.

Los diversos tipos de suelos se clasifican, atendiendo al método de construcción, en continuos y discontinuos. Los continuos, extendidos en grandes superficies, suelen fabricarse con piedras artificiales como morteros hidráulicos, hormigones o gravas asfaltadas.

Entre los más comunes se encuentran los recubrimientos asfálticos de carreteras y autopistas o los pavimentos industriales de hormigón. Los revestimientos de suelos discontinuos o modulares, por el contrario, abarcan toda la gama conocida de materiales, desde la piedra natural y artificial hasta los diversos plásticos, pasando por maderas, telas, metales y otros conglomerados mixtos. Los entarimados, las moquetas, los adoquinados, los suelos de baldosas, los de chapas de acero o los de linóleo se incluyen entre estos pavimentos discontinuos.

#### **4.4.1 Concreto hidráulico**

Material artificial utilizado en ingeniería que se obtiene mezclando cemento Pórtland, agua, algunos materiales bastos como la grava y otros refinados, y una pequeña cantidad de aire.

El hormigón es casi el único material de construcción que llega en bruto a la obra. Esta característica hace que sea muy útil en construcción, ya que puede moldearse de muchas formas. Presenta una amplia variedad de texturas y colores y se utiliza para construir muchos tipos de estructuras, como autopistas, calles, puentes, túneles, presas, grandes edificios, pistas de aterrizaje, sistemas de riego y canalización, rompeolas, embarcaderos y muelles, aceras, silos o bodegas, actorías, casas e incluso barcos.

Otras características favorables del hormigón son su resistencia, su bajo costo y su larga duración. Si se mezcla con los materiales adecuados, el hormigón puede soportar fuerzas de compresión elevadas. Su resistencia longitudinal es baja, pero reforzándolo con acero y a través de un diseño adecuado se puede hacer que la estructura sea tan resistente a las fuerzas longitudinales como a la compresión.



#### **4.4.1.1 Composición**

Los componentes principales del hormigón son pasta de cemento Pórtland, agua y aire, que puede entrar de forma natural y dejar unas pequeñas cavidades o se puede introducir artificialmente en forma de burbujas. Los materiales inertes pueden dividirse en dos grupos: materiales finos, como puede ser la arena y materiales bastos, como grava, piedras o escoria. En general, se llaman materiales finos si sus partículas son menores que 6,4 mm y bastos si son mayores, pero según el grosor de la estructura que se va a construir el tamaño de los materiales bastos varía mucho. En la construcción de elementos de pequeño grosor se utilizan materiales con partículas pequeñas, de 6,4mm. En la construcción de presas se utilizan piedras de 15 cm. de diámetro o más. El tamaño de los materiales bastos no debe exceder la quinta parte de la dimensión más pequeña de la pieza de hormigón que se vaya a construir.

Al mezclar el cemento Pórtland con agua, los compuestos del cemento reaccionan y forman una pasta aglutinadora. Si la mezcla está bien hecha, cada partícula de arena y cada trozo de grava queda envuelta por la pasta y todos los huecos que existan entre ellas quedarán rellenos. Cuando la pasta se seca y se endurece, todos estos materiales quedan ligados formando una masa sólida.

En condiciones normales el hormigón se fortalece con el paso del tiempo. La reacción química entre el cemento y el agua que produce el endurecimiento de la pasta y la compactación de los materiales que se introducen en ella requiere tiempo. Esta reacción es rápida al principio, pero después es mucho más lenta. Si hay humedad, el hormigón sigue endureciéndose durante años. Por ejemplo, la resistencia del hormigón vertido es de 70.307 g/cm<sup>2</sup> al día siguiente, 316.382 g/cm<sup>2</sup> una semana después, 421.842 g/cm<sup>2</sup> al mes siguiente y 597.610 g/cm<sup>2</sup> pasados cinco años.

Las mezclas de hormigón se especifican en forma de relación entre los volúmenes de cemento, arena y piedra utilizados. Por ejemplo, una mezcla 1:2:3 consiste en una parte por volumen de cemento, dos partes de arena y tres partes de agregados sólidos. Según su aplicación, se alteran estas proporciones para conseguir cambios específicos en sus propiedades, sobre todo en cuanto a resistencia y duración. Estas relaciones varían de 1:2:3 a 1:2:4 y 1:3:5. La cantidad de agua que se añade a estas mezclas es de 1 a 1,5 veces el volumen de cemento. Para obtener hormigón de alta resistencia el contenido de agua debe ser bajo, sólo el suficiente para humedecer toda la mezcla. En general, cuanta más agua se añada a la mezcla, más fácil será trabajarla, pero más débil será el hormigón cuando se endurezca.

Cuando la superficie del hormigón se ha endurecido requiere un tratamiento especial, ya sea salpicándola o cubriéndola con agua o con materiales que retengan la humedad, capas impermeables, capas plásticas, arpillera húmeda o arena. También hay pulverizadores especiales. Cuanto más tiempo se mantenga húmedo el hormigón, será más fuerte y durará más. En época de calor debe mantenerse húmedo por lo menos tres días, y en época de frío no se debe dejar congelar durante la fase inicial de endurecimiento.

Para ello se cubre con una lona alquitranada o con otros productos que ayudan a mantener el calor generado por las reacciones químicas que se producen en su interior y provocan su endurecimiento.

#### **4.4.1.2 Asfalto**

Asfalto, sustancia negra, pegajosa, sólida o semisólida según la temperatura ambiente; a la temperatura de ebullición del agua tiene consistencia pastosa, por lo que se extiende con facilidad. Se utiliza para revestir carreteras, impermeabilizar estructuras, como depósitos, techos o tejados, y en la fabricación de baldosas, pisos y tejas.

El asfalto se encuentra en depósitos naturales, pero casi todo el que se utiliza hoy es artificial, derivado del petróleo. Para pavimentar se emplean asfaltos de destilación, hechos con los hidrocarburos no volátiles que permanecen después de refinar el petróleo para obtener gasolina y otros productos. En la fabricación de materiales para tejados y productos similares se utilizan los asfaltos soplados, que se obtienen de los residuos del petróleo a temperaturas entre 204 y 316 °C. Una pequeña cantidad de asfalto se craquea a temperaturas alrededor de los 500 °C para fabricar materiales aislantes.

#### **4.4.1.3 Adoquín**

Adoquín, pieza de piedra labrada de forma prismática que, dispuesta junto a otras, se utiliza para empedrar una superficie, consiguiendo un suelo firme para una carretera, camino o espacio abierto de una ciudad (calle, plaza o parque). El tamaño de un adoquín en un modelo estándar se sitúa alrededor de 20 x 10 x 15 cm, un sólido fácilmente manejable por un hombre con una mano. Las caras laterales están un poco achaflanadas para que el encaje entre piezas quede asegurado en su colocación. Esta operación se lleva a cabo haciendo descansar los adoquines sobre un lecho de arena, que posteriormente se riega con una lechada de cemento que actúa de ligante entre las juntas y aglutina las piezas.

El material por excelencia para la elaboración de adoquines es el granito, muy abundante en la naturaleza. El granito ofrece resistencia al desgaste producido por el tráfico peatonal y rodado, y presenta facilidad para ser trabajado. No obstante, también se utiliza basalto, cuarcita o pórfido para la elaboración de adoquines.

Los adoquines empezaron a utilizarse de una forma sistemática en el siglo XVIII para pavimentar calzadas, siendo afamados y abundantes los canteros franceses ante la demanda generada de pavimento para la construcción de los grandes bulevares urbanos de la época napoleónica, ampliamente dimensionados para permitir la circulación de la artillería por la ciudad.

En la actualidad se utilizan más como objeto de recuperación de una artesanía perdida, y la mayoría de las veces se usan en recintos peatonales y no para el tráfico rodado. Al mismo tiempo, se ha sustituido el adoquín de piedra natural por un equivalente artificial fabricado con cemento y otras pastas o resinas, a los que incluso se puede añadir un colorante para mejorar el aspecto estético.

#### **4.5 Señalización**

La señalización en cualquier carretera, camino o para el parqueo propuesto es indispensable, no sólo para la protección de los peatones sino que también para evitar accidentes en dichas áreas, para esto se tomaron las señalizaciones que están siendo utilizadas en Guatemala por el Ministerio de Comunicaciones y Obras Publicas. Estas señales son utilizadas en las vías públicas de todo el país y de esta forma garantiza un trabajo con todas las condiciones de seguridad (ver apéndice).

#### **4.6 Drenajes**

Extracción del agua superficial o subterránea de una zona determinada por medios naturales o artificiales. El término drenaje suele aplicarse a la eliminación del exceso de agua con canales, desagües, zanjas, alcantarillas y otros tipos de sistemas para recoger y transportar agua con ayuda de bombas o por la fuerza de la gravedad.

Los proyectos de drenaje llegan a suponer operaciones a gran escala de recuperación y protección de pantanos, tierras sumergidas o expuestas a inundaciones frecuentes. Estos proyectos suelen consistir en sistemas de zanjas y diques de drenaje, y a menudo se emplean bombas para elevar el agua hasta la red de drenaje.

En drenajes a gran escala, en los que resulta esencial el buen funcionamiento de las salidas de agua para proteger las propiedades cercanas, es frecuente ampliar los canales naturales de la corriente para conseguir una capacidad de desagüe suficiente, y excavar drenajes principales y laterales, como zanjas o canales abiertos, para conducir el agua drenada por los sistemas de desagüe de los campos a estos canales ampliados. En este sistema, los drenajes conectados siguen las vías naturales de desagüe de la superficie de la zona, interceptando la escorrentía superficial que tiene lugar en periodos de grandes lluvias.

La base de todo drenaje es la construcción de un canal adecuado y accesible por el que pueda correr el agua de la superficie o del subsuelo. Para ello se pueden utilizar zanjas abiertas, pero no siempre son aconsejables ya que se atascan a menudo con sedimentos y vegetación. Más frecuentes son los drenajes subterráneos, sobre todo en tierras de labranza, siendo el más eficaz el llamado drenaje de tejas, que consiste en una cañería hecha de secciones huecas de tejas de barro o cemento, enterrada a uno o dos metros de profundidad. El exceso de agua en la tierra se filtra en la cañería a través de agujeros en las tejas.

En drenajes de tierras más o menos llanas lo más frecuente es practicar un desagüe principal en un extremo lateral del terreno, y diversos desagües transversales conectados al principal.

Los desagües laterales pueden ir en sentido paralelo al principal, confluyendo al final de la parte baja del terreno. Las características especiales de cada suelo condicionan la distancia entre los drenajes laterales y su profundidad. Los drenajes laterales pueden ubicarse a una distancia de 5 a 100 m entre sí y a una profundidad no mayor de un metro.

Para evitar que el agua procedente de tierras más altas alcance zonas más bajas, se suelen construir drenajes de interceptación o contención. Consisten en diques o drenajes subterráneos que atraviesan las pendientes, para interceptar el agua y desviarla antes de que alcance las tierras bajas.

Los drenajes suelen funcionar por la fuerza de la gravedad, pero en zonas bajas no siempre se pueden tener los desagües lo bastante bajos para que el agua discurra de forma natural. Cuando no se puede utilizar la fuerza de la gravedad se emplean bombas para llevar el agua de los sistemas de drenaje a canales que a menudo están situados a un nivel superior que las tierras drenadas. Éstas suelen hundirse al disminuir su contenido de humedad, aumentando la dificultad del drenaje de las zonas bajas. Cuando el suelo descansa en basamentos portadores de aguas subterráneas, como la grava, el drenaje subterráneo se efectúa bombeando el agua desde los manantiales para disminuir el nivel de agua del suelo.

Se diseñaron los parqueos con una pendiente negativa del 2% con el fin de desfogar el agua hacia los drenajes del colector principal ya que es caudal que producen no es significativo y lo soporta muy bien el colector principal de drenajes pluviales de la universidad en este sector.





## **5 PRESUPUESTO EN BASE AL DISEÑO**

Se denomina así, a la previsión de gastos e ingresos para un determinado proyecto. El presupuesto es un documento que permite establecer prioridades y evaluar la consecución de sus objetivos.

### **5.1 Cálculo de cantidades de trabajo**

El cálculo de cantidades de trabajo depende del diseño del proyecto y se toma independientemente cada renglón, por ejemplo fundición de metros lineales de bordillo terminado, metros cuadrados de banqueteta terminada o metro cuadrado de fundición de pavimento de concreto hidráulico, etc. La iniciación de toda obra, cualquiera sea su naturaleza, exige para su normal y rápido desarrollo la preparación de una serie de documentos que en su conjunto se designa con el nombre de proyecto. Es así como se puede decir también, que proyecto es la documentación detallada, en cálculos, planos y escritos, de la obra a realizarse. Dicha documentación costa:

- De cálculos, exigidos por las imprescindibles comprobaciones técnicas en especial de las estructuras resistentes y capacidades de ellas así como de todo elemento integrante de las obras.
- De planos, dibujos y diagramas, representaciones gráficas de las distintas partes de las obras y trabajos por ella requeridos.

- De una serie de planillas, fichas complementarias, fichas explicativas de las obras y trabajos, como son las planillas de terminado de obra, planillas de detalles por gremio o especialidades, planillas de cómputos métricos, etc.

## **5.2 Costos de material**

La confección del presupuesto de una obras antes de su ejecución es sin duda, uno de los trabajos más importantes del ingeniero de él se deducen en primer lugar conclusiones acerca de su responsabilidad y de la posibilidad y conveniencia de su ejecución, al mismo tiempo que en la inmensa mayoría de los casos sirve de base para el contrato con el constructor encargado de la ejecución de la obra.

Sin embargo, en la práctica se observa con frecuencia que esta determinación previa del costo es muy insegura, pues los precios calculados por distintos interesados ofrecen discrepancias muy importantes, y además, por regla general, no coinciden con el costo real de la ejecución obtenido a posteriori. La razón de estas diferencias reside principalmente en la diversidad de circunstancias que concurren en la ejecución de las obras y en los diversos criterios al apreciarlas, pero también en el desconocimiento de la técnica de calcular los precios y en la carencia de datos adecuados.

No basta para hacer un presupuesto en tener una colección de precios de materiales, jornales, máquinas, etc., ni guiarse por fórmulas o especulaciones teóricas, ni tampoco el seguir de una manera absoluta los resultados obtenidos en otras obras, para hacer un estudio que corresponda verdaderamente a las circunstancias del caso, es necesario naturalmente, de la experiencia, práctica, ante todo del conocimiento de la formación de los precios a partir de sus

componentes parciales y de la importancia relativa de los distintos factores que influyen en ellos.

Trata ante todo de facilitar la formación de los presupuestos de las diversas obras dentro del campo de la ingeniería. Para ello se analizará los componentes parciales de los diferentes precios unitarios, la formación de esos componentes, las circunstancias que influyen sobre ellos y la mejor manera de relacionar los consumos de material y trabajo con el rendimiento obtenido. Además se indicará y distribuirá una serie de valores numéricos para el cálculo del costo de las diversas unidades que serán siempre expresados en consumo de material o de trabajo, y no como ha ocurrido hasta aquí con frecuencia, en dinero ya que los datos prácticos sólo pueden utilizarse con provecho cuando son completamente independientes del precio de los materiales y jornales.

Aparte de las indicaciones para realizar el presupuesto, se realizará algunos valores numéricos, de consumo de materiales y de mano de obra, así como de gastos y de rendimientos de las máquinas. Como ya hemos indicado, tales números no tienen otro valor que el de normas para el estudio, pues la diversidad de las obras de ingeniería es tal, que no es posible que esos valores numéricos sean aplicables a todas.

Costos fácilmente estimados:

- Determinar las instalaciones
- Equipo
- Herramientas
- Materiales colocados en la obra
- Mano de obra
- Subcontratos
- Seguros e impuestos
- Gastos generales y ganancias

Costos de difícil estimación:

- Terracerías
- Trabajos de concreto
- Trabajos de acero
- Trabajo de mampostería
- Trabajos de carpintería

### **5.3 Mano de obra**

La dirección de la obra recae en el ingeniero constructor, en el contratista o el maestro de obra, obligándose a seguir la responsabilidad del trabajo; aprovechar los materiales y la adecuada organización que permita a cada operario desenvolverse sin tropecios y sin que su actividad se vea interrumpida por falta de espacio, de herramientas o de los materiales necesarios y a seleccionar la manos de obra de cuya facilidad o rendimiento depende en sumo grado el resultado final, la personalidad que dirige es el motor cuyo esfuerzo y capacidad norma, por así decirlo la producción; es la mente que con la debida anticipación planea las diferentes etapas de trabajo, reduciendo al mínimo los factores adversos o imprevistos los rasgos que pueden tener consecuencia fatales.

Saber mandar o no saberlo hacer es una cosa muy importante, pero otra muy distinta es mandar o no poder mandar. Hay quién sabe hacerlo y quién no, pero también hay quién manda o quién no manda. Hay dirigentes de inteligencia bastante clara para llegar a comprender lo que conviene o no conviene a los demás y que a pesar de todo, no tiene la energía necesaria para proferir la orden, por falta de valor mental o físico; son aquellos que temen dar

órdenes simplemente por no exponerse a que sean desobedecidas, manteniendo entre tanto a la empresa sin órdenes, sin reglas, sin dirección.

La mano de obra, o sea los operarios a cuyo cargo se encuentra directamente la ejecución de la obra, afecta grandemente los resultados y frecuentemente da origen a fuertes discrepancias. El trabajo de construcción amerita mano de obra especializada, circunstancia que no se logra la mayor parte de las veces sino de una manera parcial; presentándose frecuentemente el caso de que los albañiles sean al mismo tiempo armadores, electricistas, plomeros, y en algunos casos hasta carpinteros y pintores. Las empresas de construcción con suficiente volumen de obra, se encuentran en condiciones de seleccionar la mano de obra de sus servicios, obteniendo el fruto de una mejor calidad de construcción, logrando sus operarios mejores salarios y obteniendo, aunque sea paradójico, una gran economía en tiempo y en dinero. El desperdicio excesivo en los materiales cuando se presenta, si bien está vinculado con la mala administración de la obra, también se debe en gran parte a la capacidad de la mano de obra.

En el ramo de la construcción como en cualquier actividad que emprende el hombre, el elemento humano es el factor preponderante que norma su desarrollo, que no interfiera o contradiga las leyes naturales.

## 5.4 Comparativo de tipo de pavimento

### 5.4.1 Rígido

Tabla IX. Presupuesto pavimento rígido

Área = 3623.42 m<sup>2</sup>

Espesor de = 0.12 m.

Volumen de concreto = 434.81 m<sup>3</sup>

Descripción	Unidad	Cantidad	Materiales	
Material			p.u.	Total Mat.
Costo de pavimento rígido (concreto)	m <sup>3</sup>	434.81		
Concreto 3000 psi	m <sup>3</sup>	434.81	Q 610.00	Q 265,234.34
Colocación de concreto en el área	m <sup>2</sup>	3623.4	Q 24.00	Q 86,962.08

<b>TOTAL</b>	<b>Q 352,196.42</b>
--------------	---------------------

### 5.4.2 Semi-rígido

Tabla X. Presupuesto pavimento semi-rígido

Área = 3623.42 m<sup>2</sup>

Adoquín

Largo = 0.24 m

Ancho = 0.22 m

Espesor = 0.10 m.

Rendimiento = 20 unidades / m<sup>2</sup>

Descripción	Unidad	Cantidad	Materiales	
Material			p.u.	Total Mat.
Costo de pavimento semi-flexible (adoquín)	m <sup>2</sup>	3623.42		
Adoquín	u	72468.40	Q 2.70	Q 195,664.68
Concreto	m <sup>3</sup>	3.98	Q 610.00	Q 2,427.80
Colocación	m <sup>2</sup>	3623.42	Q 20.00	Q 72,468.40
Selecto	m <sup>3</sup>	47.10	Q 40.00	Q 1,884.18

<b>TOTAL</b>	<b>Q 272,445.06</b>
--------------	---------------------

### 5.4.3 Flexible

Tabla XI. Presupuesto pavimento flexible

Área = 3623.42 m<sup>2</sup>

Espesor = 0.10 m.

Volumen de asfalto = 434.81 m<sup>3</sup>

Peso específico del asfalto = 2.5

Toneladas de asfalto = 1087.03

Material secante = 0.005 m de espesor

Descripción	Unidad	Cantidad	Materiales	
Material			p.u.	Total mat.
Costo de pavimento flexible (carpeta asfáltica)	m <sup>3</sup>	434.81		
Imprimación	m <sup>2</sup>	3623.42	Q 7.25	Q 26,269.80
Granceado	ton.	90.59	Q 560.00	Q 50,730.40
Asfalto	m <sup>2</sup>	3623.42	Q 52.00	Q 188,417.84
Material secante	m <sup>3</sup>	18.12	Q 95.00	Q 1,721.12

<b>TOTAL</b>	<b>Q 267,139.16</b>
--------------	---------------------



## 5.4.4 Costo general de proyecto

Tabla XII. Presupuesto general

UNIVERSIDAD SAN CARLOS DE GUATEMALA  
 FACULTAD DE INGENIERÍA  
 PARQUEOS EN ÁREA DEL ARRIATE  
 CENTRAL Y ÁREA VERDE ALEDAÑA AL  
 PARQUE " LAS ARDILLAS" COMO  
 AMPLIACIÓN AL ÁREA DE PARQUEO ACTUAL  
 DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA

### PRESUPUESTO DE CONSTRUCCIÓN

No.	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	UNIT. SIN IVA	COSTO SIN IVA
1	TRAZO TOPOGRÁFICO	m2	13,855.73	0.78	Q 10,845.80
2	LIMPIEZA, CARGA Y ACARREO	m2	3,623.42	2.86	Q 10,345.59
3	CORTE, CARGA Y ACARREO	m3	186.09	24.87	Q 4,627.64
4	RELLENO CON MATERIAL SELECTO	m3	277.67	96.05	Q 26,671.56
5	CONSTRUCCIÓN DE CIMIENTO	ml	240.00	511.55	Q 122,772.86
6	CONSTRUCCIÓN DE CORTINA	ml	240.00	622.95	Q 149,509.00
7	PAVIMENTO FLEXIBLE	m3	434.81	548.55	Q 238,517.11
8	VIBRADORES	u	8.00	735.00	Q 5,880.00

<b>TOTAL DIRECTO</b>	<b>COSTO</b>	<b>Q 569,169.57</b>
INDIRECTOS	10%	56,916.96
IMPREVISTO	5%	28,458.48
HONORARIOS	5%	28,458.48
		<b>Q 683,003.48</b>
	IVA	81,960.42
<b>PRECIO FINAL</b>		<b>Q 764,963.90</b>

ACTIVIDADES	CÁLCULOS		MATERIALES			MANO DE OBRA				TOTAL
	CANT	U	DESCRIPCIÓN	P.U.	VALOR	TIPO	DÍAS	SALARIO X DÍA	VALOR	
1 TRAZO TOPOGRÁFICO	13,855.73	m <sup>2</sup>				ALB	0	70.00	0	
	25.00	pie tablar	MADERA	3.50	88	CHAPIADORES	8	40.00	320	
	2.00	bolsa	CAL	28.00	56					
	2.00	curto	PINTURA ROJA	18.50	37					
	15.00	día	CUADRILLA DE TOPOGRAFÍA	750.00	11,250					
						Prestaciones		100%	320	
			<b>TOTALES CON IVA</b>		11,431				640	
			<b>TOTALES SIN IVA</b>		10,206				640	10,846
2 LIMPIEZA, CARGA Y ACARREO limpieza 0.30 m	3,623.42	m <sup>2</sup>				ALB	0	70.00	0	
	3,623.42	m <sup>2</sup>	LIMPIEZA	3.00	10,870	AYUD	8	40.00	320	
						Prestaciones		100%	320	
			<b>TOTALES CON IVA</b>		10,870				640	
			<b>TOTALES SIN IVA</b>		9,706				640	10,346
3 CORTE CARGA Y ACARREO DE MATERIAL NO APTO	186.09	m <sup>3</sup>				ALB	0	70.00	0	
	186.09	m <sup>3</sup>	CORTE	8.00	1,489	AYUD	8	40.00	320	
	186.09	m <sup>3</sup>	CARGA	8.00	1,489					
	186.09	m <sup>3</sup>	ACARREO	8.00	1,489					
						Prestaciones		100%	320	
			<b>TOTALES CON IVA</b>		4,466				640	
			<b>TOTALES SIN IVA</b>		3,988				640	4,628
4 RELLENO CON MATERIAL SELECTO	277.67	m <sup>3</sup>				ALB	0	70.00	0	
	277.67	m <sup>3</sup>	RELLENO	105.00	29,155	AYUD	8	40.00	320	
						Prestaciones		100%	320	
			<b>TOTALES CON IVA</b>		29,155				640	
			<b>TOTALES SIN IVA</b>		26,032				640	26,672
5 CONSTRUCCIÓN DE CIMIENTO	240.00	ml				ALB	45	70.00	3,150	

zanjeo = 307.80 m <sup>3</sup>	2,654.00	var.	hierro No. 3	22.15	58,796	AYUD	23	40.00	920	
	112.86	m <sup>3</sup>	concreto	600.00	67,716					
	243.00	lb.	alambre de amarre	3.50	851					
	3.42	u	palas	35.00	120					
	3.42	u	piochas	40.00	137					
	3.42	u	carretas	225.00	770					
					Prestaciones		100%	4,070		
			<b>TOTALES CON IVA</b>		128,389				8,140	
			<b>TOTALES SIN IVA</b>		114,633				8,140	122,773

6 CONSTRUCCIÓN DE CORTINA	240.00	ml				ALB	90	70.00	6,300	
	1,060.00	var.	hierro No. 3	22.15	23,483	AYUD	135	40.00	5,400	
	172.00	m <sup>3</sup>	concreto	600.00	103,200					
	270.00	lb.	alambre de amarre	3.50	945					
	0.75	u	palas	35.00	26					
	0.75	u	piochas	40.00	30					
	0.75	u	carretas	225.00	169					
	3.00	galón	moviton (aditivo para concreto)	75.00	225					
	2,880.00	pie tablar	tabloncillo 1.5"x12"x10'	3.30	9,504					
	90.00	pie tablar	párales 3"x4"x9'	3.30	297					
	325.00	lb.	clavo	4.20	1,365					
	59.00	galón	diesel (desenconfante)	12.00	708					
	54.00	u	triques (apuntalar tabloncillo)	10.00	540					
			alquiler por mes							
		5.00	fletes	ripio	150.00	750	Prestaciones		100%	11,700
			<b>TOTALES CON IVA</b>		141,242				23,400	
			<b>TOTALES SIN IVA</b>		126,109				23,400	149,509
7 PAVIMENTO FLEXIBLE Carpeta asfáltica	434.81	m <sup>3</sup>				ALB		70.00	0	
	1.00	global	concreto asfáltico	267,139.16	267,139	AYUD		40.00	0	
						Prestaciones		100%	0	
				<b>TOTALES CON IVA</b>		267,139				0
			<b>TOTALES SIN IVA</b>		238,517				0	238,517

8	VIBRADORES	8.00	u	concreto asfáltico	560.00	5,600	ALB	4	70.00	280		
		10.00	tonelada				AYUD	4	40.00	160		
					Prestaciones					100%	440	
					<b>TOTALES CON IVA</b>					5,600	880	
					<b>TOTALES SIN IVA</b>					<b>5,000</b>	<b>880</b>	<b>5,880</b>

## CONCLUSIONES

- 1 Se realizó un estudio detallado del ecosistema en dicha área y por lo tanto el proyecto no dañará sustancialmente a la flora existente, lejos de eso se promoverá la siembra de nuevos árboles.
- 2 Con esta propuesta se tendrá la información básica para que los estudiantes propongan nuevas áreas de parqueos y además proyectos variados con el fin de mejorar el rendimiento académicos de los estudiantes de la universidad.
- 3 Los drenajes pluviales en el sector en estudio son suficientes para drenar el agua de lluvia que se produce en el área de los parqueos.
- 4 Los nuevos parqueos que se construyan ayudaran a aliviar en parte el problema de los estudiantes para adquirir un estacionamiento.
- 5 Con este proyecto ordenado se evitaran accidentes de tránsito que se ha vuelto un problema para los pilotos y peatones.
- 6 Se realizó un levantamiento topográfico de clase uno con el fin de distribuir adecuadamente los parqueos y respetar los árboles existentes.

## RECOMENDACIONES

A las autoridades de la universidad San Carlos de Guatemala.

- 1 Promover dicho proyecto para evitar congestionamientos y de esta forma ayudar a los estudiantes para que lleguen en el menor tiempo a sus actividades académicas.
- 2 Proponer leyes viales para que se respete los servicios dentro de la universidad.
- 3 Que la compactación del relleno requerido sea la especificada para que no haya mal funcionamiento del diseño.
- 4 Tener el cuidado respectivo con la flora y la fauna de la universidad, pues esto será la herencia a las nuevas generaciones de estudiantes universitarios.

A los estudiantes de la Universidad San Carlos de Guatemala.

- 5 Proponer nuevos proyectos no sólo de parques sino de urbanización en la universidad.
- 6 Colaborar con las autoridades de la universidad para mejorar la calidad de vida dentro de dicha casa de estudio.

## BIBLIOGRAFÍA

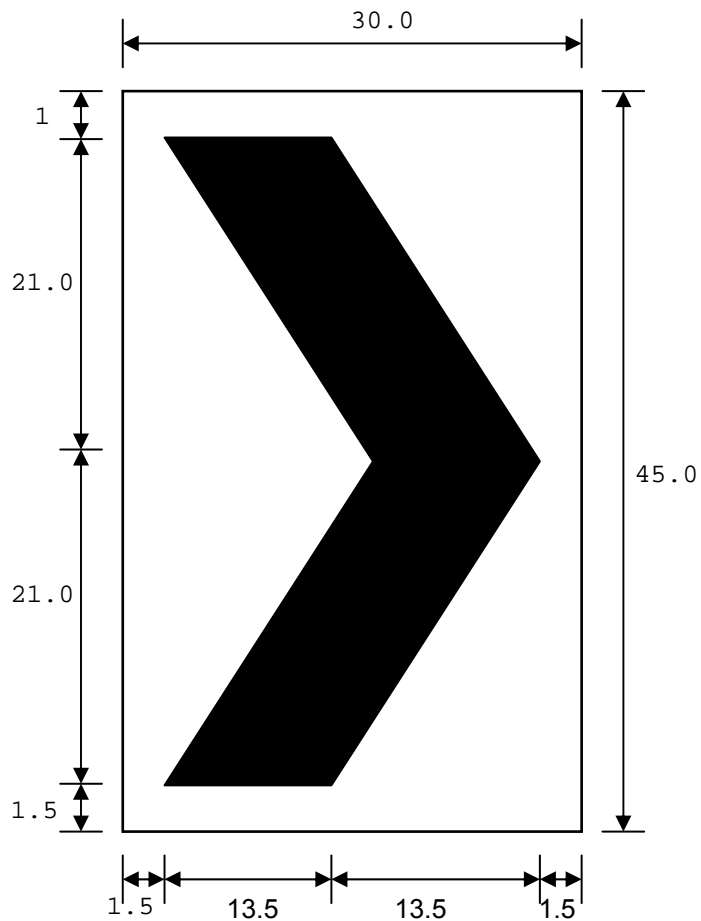
1. Alejandro Valladares, Jorge Félix. Guía teórica práctica para el curso de vías terrestres I.
2. Álvaro Torres Nieto, Eduardo Villate Bonilla. **Topografía**. 4 ed. Colombia: Editorial escuela colombiana de ingeniería, 2001.
3. Augusto Rene Pérez. Metodología de actividades para el diseño geométrico de carreteras.
4. Bowles, Joseph F. **Propiedades geofísicas de los suelos**. Colombia: Bogota Mc Graw-Hill, 1982.
5. **Diseño de estructuras de concreto reforzado conforme al reglamento ACI**. México: Limusa, 1989.
6. Gonzáles Mendizábal, Otto Rolando. El problema del estacionamiento en la universidad de San Carlos de Guatemala. Tesis ing. Civil. Guatemala, Universidad de San Carlos Guatemala, Facultad de Ingeniería, 1989.
7. Handenbergh. W. A y Rodie Eduardo B.. **Ingeniería sanitaria**. México: Continental, 1966.
8. **Ingeniería simplificada para arquitectos y constructores**. México: Limusa 1990.
9. Lau Roldan, Juan José. Proceso de gestión ambiental para trayectos viales, aplicado a la carretera cito 180 Santa Cruz Mulua-entronque las rosas. Tesis ing. Civil. Guatemala, Universidad de San Carlos Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2000.

10. **Instructivo prácticas de mecánica de suelos**
11. Lanbe, T William Whitman, Robert. **Mecánica de suelos**. México: Limusa, 1984.
12. Monsalve Sáenz, German. **Ideología en la ingeniería**. México: Alfaomega, 1999.
13. Porras Rivas, Iván Estuardo. Diseño y readecuación del parqueo de la facultad de ingeniería. Tesis ing. Civil. Guatemala, Universidad de San Carlos Guatemala, Facultad de Ingeniería, 1995.
14. Rivas Mijares, Gustavo. **Abastecimiento de agua y alcantarillado**. España: Madrid, nuevas graficas, 1959.
15. Sowers, George B. Sowers, G. F. **Introducción a la mecánica de suelos y cimentación**. México: Limusa-wiley, 1972.
16. Unda Oposa, Francisco. **Ingeniería Sanitaria aplicada a saneamiento y salud pública**. México: Limusa, 2000.
17. Wolf, Paul R. y Brinkey, Russell C. **Topografía**. 9 ed. Colombia: Editorial Colombia: alfaomega, 1998.
18. Wolfgang Strems, Rimala. Evaluación de las medidas de mitigación y compensación ambiental en el proyecto de rehabilitación y ampliación de la carretera ca-c2 occidente, tramo: Escuintla siquinala. Tesis ing. Civil. Guatemala, Universidad de San Carlos Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2000



## ANEXOS

Figura 25. Indicador de curva peligrosa



SEÑAL COMO  
INDICADOR DE CURVA  
PELIGROSA O PARA  
DIRECCIONAR EL FLUJO

Fuente: Instructivo de dispositivos temporales para seguridad en  
carreteras. MICIVI. 2001

## Señales para trabajos realizados en las vías

### Fuera del hombro

- La colocación de señales se hace sólo en el lado donde el trabajo se está haciendo.
- Si el trabajo se está haciendo en la medianera la colocación de señales debe hacerse en ambas direcciones.

Figura 26. **Ubicación de las señales para trabajos realizados fuera del hombro**

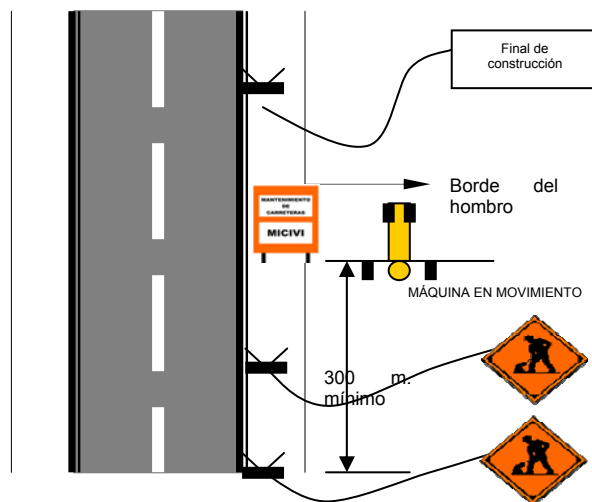


Tabla XIII. **Trabajos fuera del hombro**

Descripción	Red vial pavimentada	Red vial No pavimentada	Limpieza del derecho de vía, cunetas y est.
Señal preventiva a 300 mt "Hombres trabajando"	1	1	1
rotulo informativo a 200 mt "Fondo Vial"	1	1	1
Señal informativa al final de los trabajos "Final de construcción"	1	1	1

Fuente: **Instructivo de dispositivos temporales para seguridad en carreteras. MICIVI. 2001**

### Dentro del hombro

- Los diez conos deben espaciarse entre sí, a una distancia mínima de cinco metros.
- Para trabajos dentro de la medianera, deben instalarse los mismos conos y señales en ambas direcciones.
- A los 200 m. Y 300 m. se colocaran señales preventivas de hombres trabajando.

Figura 27. **Ubicación de las señales para trabajos realizados en el hombro**

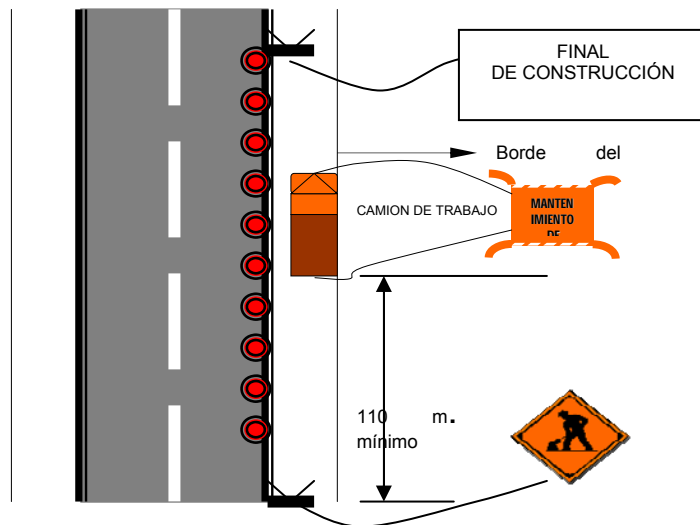


Tabla XIV. **Trabajos estacionarios sobre el hombro**

Descripción	Red vial pavimentada	Red vial no pavimentada	Limpieza del derecho de vía, cunetas y est.
Señal Preventiva a 300 mt. "Hombres trabajando"	1		
rótulo informativo "Fondo vial"	1		
Señal preventiva a 110 mt. "Hombres trabajando"	1		
Señal informativa al final de los trabajos "Final de construcción"	1		
Conos de protección de 28" de alto	10		

Fuente: **Instructivo de dispositivos temporales para seguridad en carreteras.** MICIVI. 2001

## Trabajos móviles sobre el hombro

- Los conos deben estar espaciados entre sí a una distancia mínima de quince metros.
- Para trabajos dentro de la medianera, deben instalarse los mismos conos y señales en ambas direcciones.
- A los 200 m. y 300 m. se colocaran señales preventivas de hombres trabajando.

Figura 28. Lugar de las señales para trabajos móviles sobre el hombro

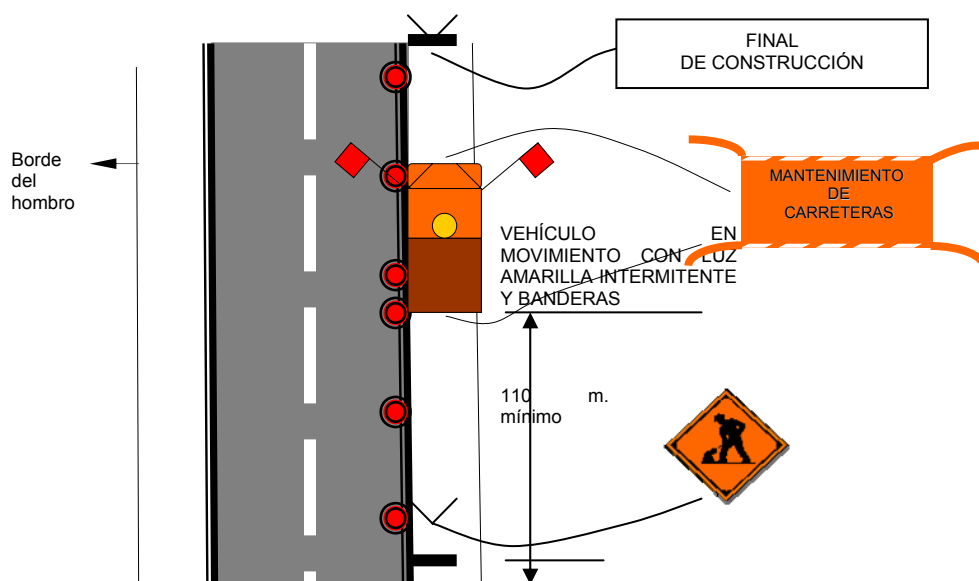


Tabla XV. Trabajos móviles sobre el hombro

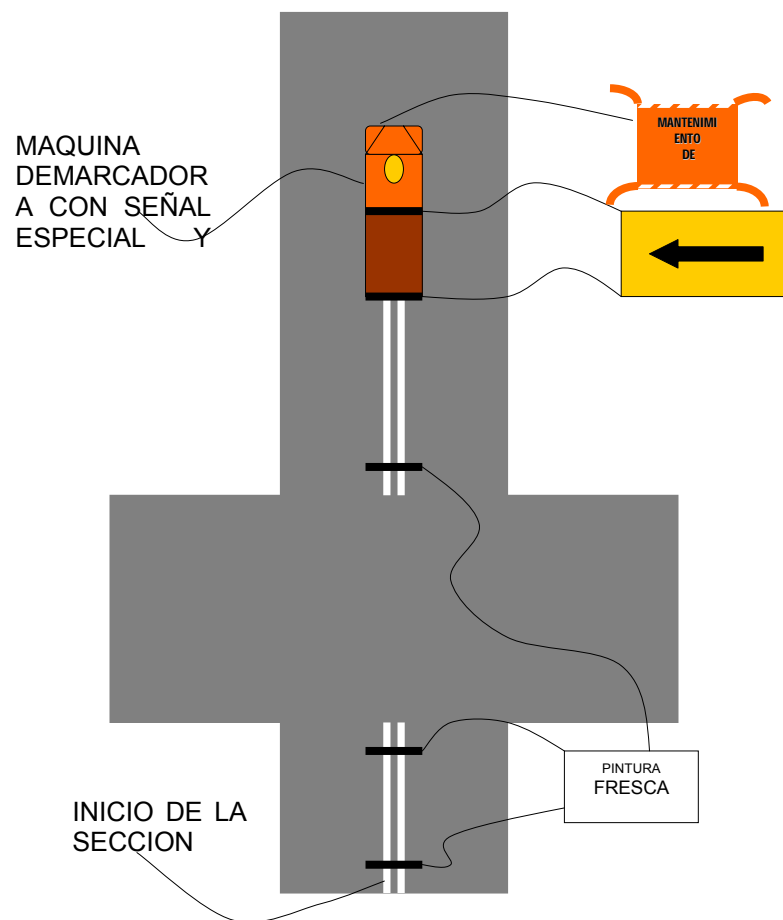
Descripción	Red vial pavimentada	Red vial No pavimentada
Señal Preventiva a 300 mt. "Hombres trabajando"	1	1
Rótulo informativo. "Fondo vial"	1	1
Señal preventiva a 110 mt. "Hombres trabajando"	1	1
Señal informativa al final de los trabajos "Final de construcción"	1	1
Banderas	2	2

Fuente: Instructivo de dispositivos temporales para seguridad en carreteras. MICIVI. 2001

## Demarcación de línea central

- Los conos que sirven para proteger las marcas frescas, deben espaciarse entre sí a una distancia de cinco metros.
- Entre intersecciones las señales de pintura fresca pueden colocarse cada kilómetro.

Figura 29. Demarcación de línea central

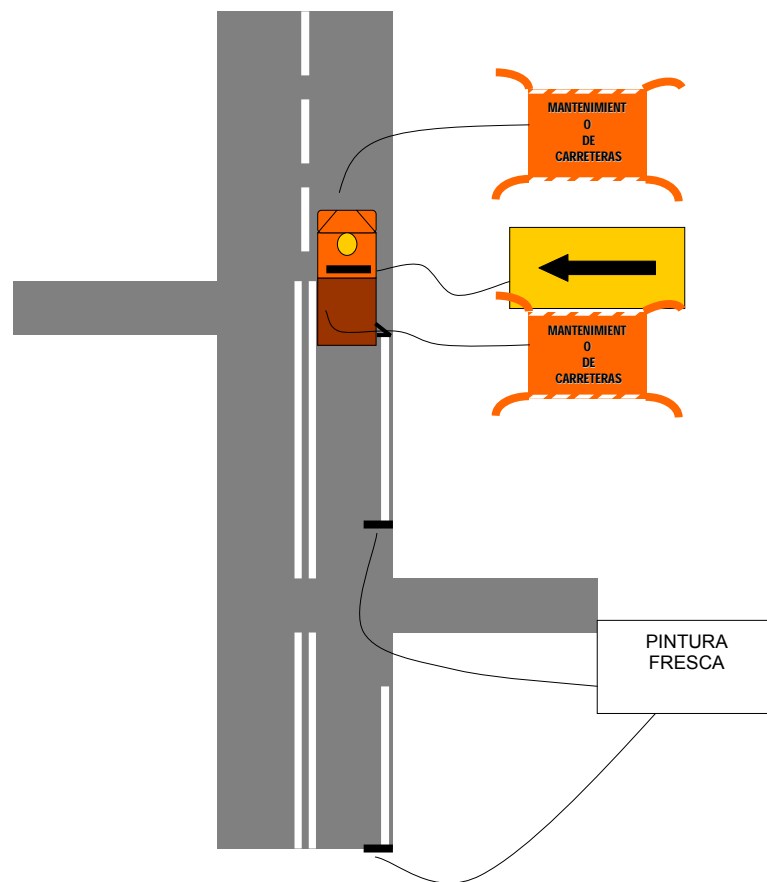


Fuente: **Instructivo de dispositivos temporales para seguridad en carreteras.** MICIVI. 2001

## Demarcación de línea de borde

- Los conos que sirven para proteger las marcas frescas, deben espaciarse entre sí a una distancia de cinco metros.
- Entre intersecciones las señales de pintura fresca pueden colocarse cada kilómetro.

Figura 30. Demarcación de línea de borde



Fuente: Instructivo de dispositivos temporales para seguridad en carreteras. MICIVI. 2001

## Trabajos móviles en un carril

- Instalar una señal P-48 para el sentido opuesto del tránsito.
- Las señales deben moverse de acuerdo con el avance del trabajo.

Figura 31. Trabajos móviles en un carril

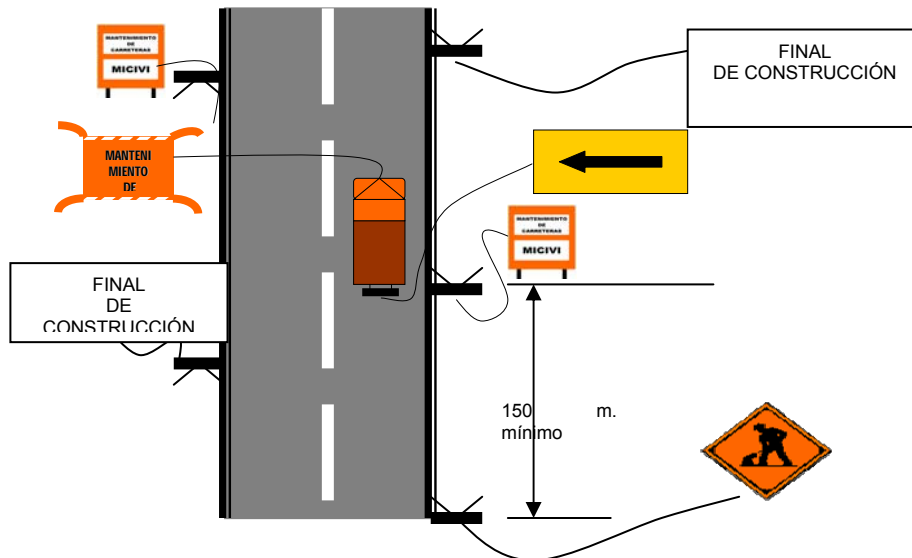


Tabla XVI. Trabajos móviles en un carril

Descripción	Red vial pavimentada	Red vial no pavimentada	Limpieza del derecho de vía, cunetas y est.	Puentes
Señal Preventiva a 300 mt. "Hombres trabajando"	1			1
Señal preventiva a 150 mt. "Hombres trabajando"	1			1
Señal informativa al final de los trabajos "Final de construcción"	2			2
Rótulo informativo móvil "Fondo vial"	2			2

Fuente: **Instructivo de dispositivos temporales para seguridad en carreteras.** MICIVI. 2001

## Trabajos móviles en el centro de la carretera

- Usar la señal P-48 para el sentido opuesto del tránsito.
- Las señales deben moverse de acuerdo con el avance del trabajo.
- Deben colocarse señales que indiquen el sentido del tránsito.

Figura 32. Trabajos móviles en el centro de la carretera

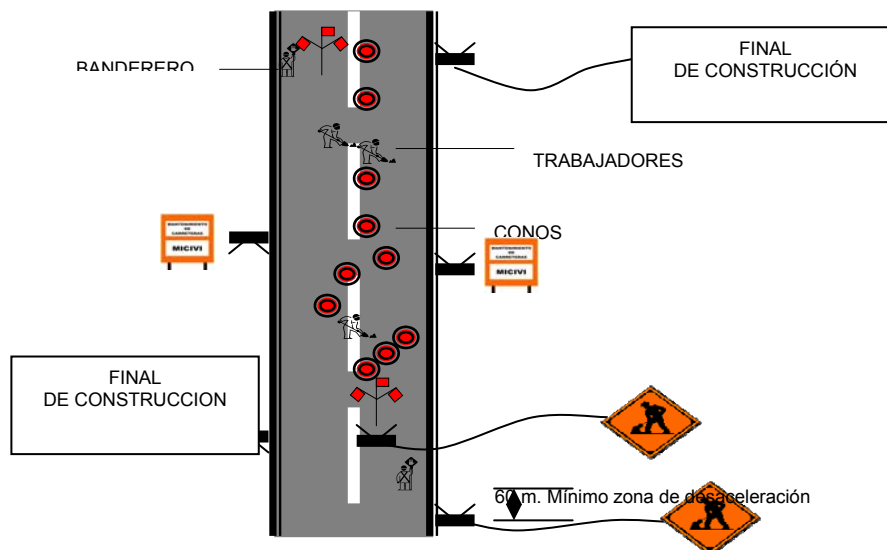


Tabla XVII. Trabajos móviles en el centro de la carretera

Descripción	Red vial pavimentada	Red vial no pavimentada	Limpieza del Derecho de Vía, Cunetas y Est.	Puentes
Señal preventiva a 300 mt. "Hombres trabajando"	1	1		1
Rótulo informativo a 200 mt. "Fondo vial"	1	1		1
Señal restrictiva a 125 mt. "Velocidad máxima 10 km./h"	1	1		1
Señal preventiva a 60 mt. "Hombres trabajando"	1	1		1
Conos en carriladores de 28" de alto	16	16		16
Señal informativa al final de los trabajos "Final de construcción"	2	2		2

Fuente: Instructivo de dispositivos temporales para seguridad en carreteras. MICIVI. 2001



## Trabajos estacionarios en un carril

- Instalar señales similares para el sentido opuesto del tránsito.

Figura 33. Trabajos estacionarios en un carril

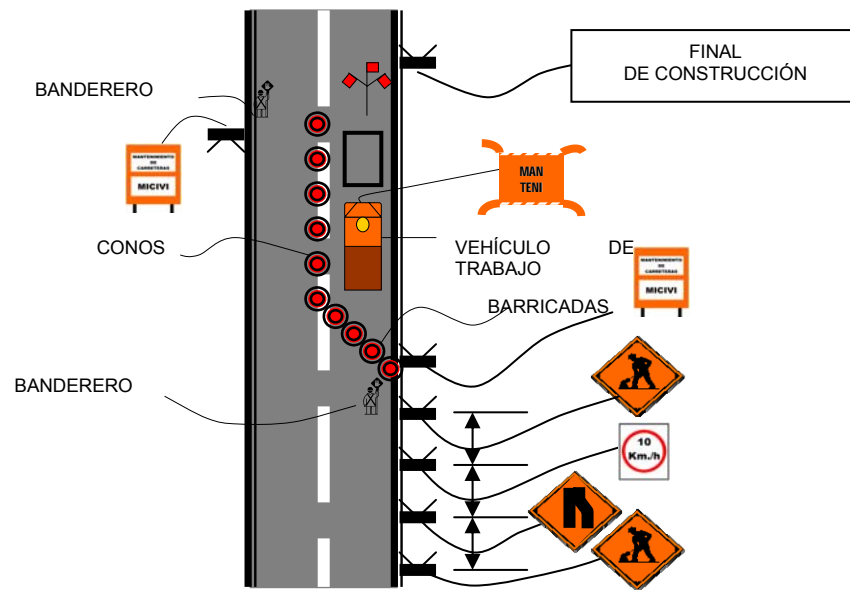


Tabla XVIII. Trabajos estacionarios en un carril

Descripción	Red vial pavimentada	Red vial No pavimentada	Puentes
Señal Preventiva a 300 mt. "Hombres trabajando"	1		1
Señal Preventiva a 200 mt. "Estrechamiento asimétrico"	1		1
Señal restrictiva a 100 mt. "Velocidad máxima 10 km./h"	1		1
Señal preventiva en el inicio de los trabajos "Hombres trabajando"	1		1
Rótulo informativo en el inicio de los trabajos "Fondo vial"	1		1
Señal informativa al final de los trabajos "Final de construcción"	1		1
Conos encarriladores de 28" de alto	10		10
Banderas	2		2

Fuente: Instructivo de dispositivos temporales para seguridad en carreteras. MICIVI. 2001

## Área de construcción

- Instalar señales iguales para el sentido opuesto del tránsito.

Figura 34. Área de construcción

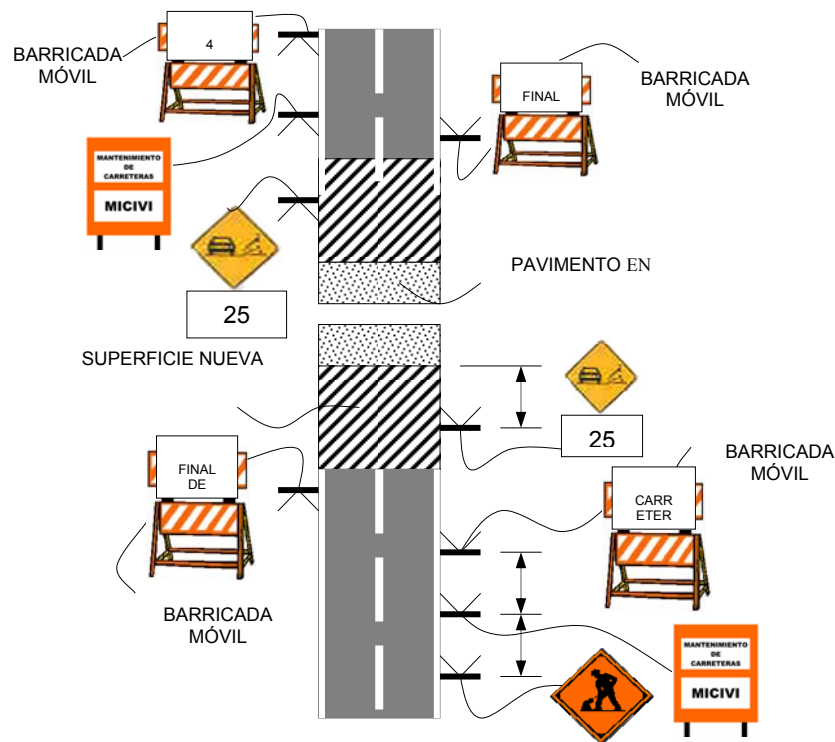


Tabla XIX. Área de construcción

Descripción	Red vial pavimentada	Red vial no pavimentada	Puentes
Señal Preventiva a 300 mt. "Hombres trabajando"	1	1	1
Rótulo informativo a 150 mt. "Fondo vial"	1	1	1
Señal informativa a 50 mt. de la superficie nueva "Carretera en construcción"	1	1	1
Señal preventiva y restrictiva a 120 mt. del área de construcción "25 KPH"	1	1	1
Señal informativa al final de los trabajos "Final de construcción"	1	1	1

Fuente: Instructivo de dispositivos temporales para seguridad en carreteras. MICIVI. 2001

## Trabajos estacionarios en una carretera transversal

La misma distancia entre señales se empleará para el sentido opuesto del tránsito.

Figura 35. Trabajos estacionarios en una carretera transversal

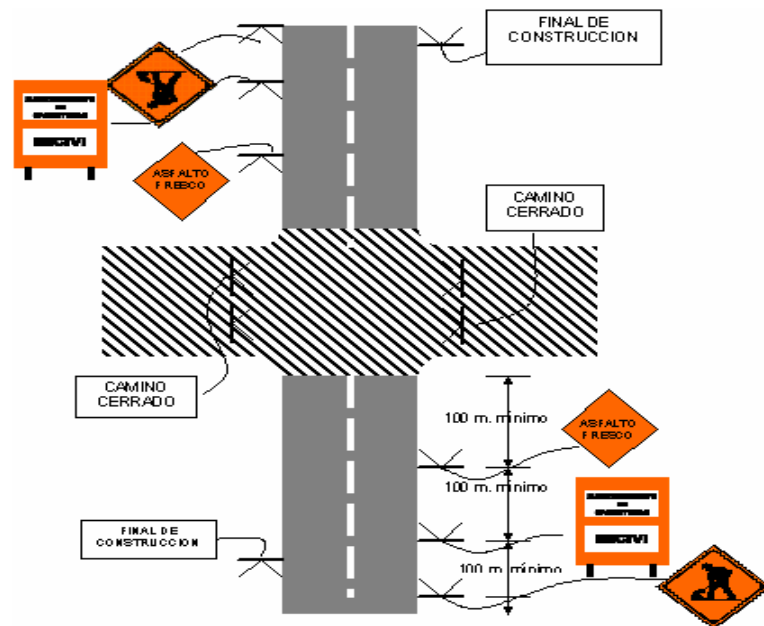


Tabla XX. Trabajos estacionarios en una carretera transversal

Descripción	Red vial pavimentada	Red vial no pavimentada
Señal Preventiva a 300 mt. "Hombres trabajando"	2	2
Rótulo informativo a 200 mt. "Carretera en construcción"	2	2
Señal preventiva a 100 mt. "Asfalto fresco"	2	---
Señal informativa al final de los trabajos "Final de construcción"	2	2
Barreras y señal restrictiva de Camino cerrado en el tramo que se trabaja.	4	4

Fuente: Instructivo de dispositivos temporales para seguridad en carreteras. MICIVI. 2001

## Trabajos de mantenimiento de corta duración

Instalar señales similares para el sentido opuesto del tránsito.

Figura 36. Trabajos de mantenimiento de corta duración

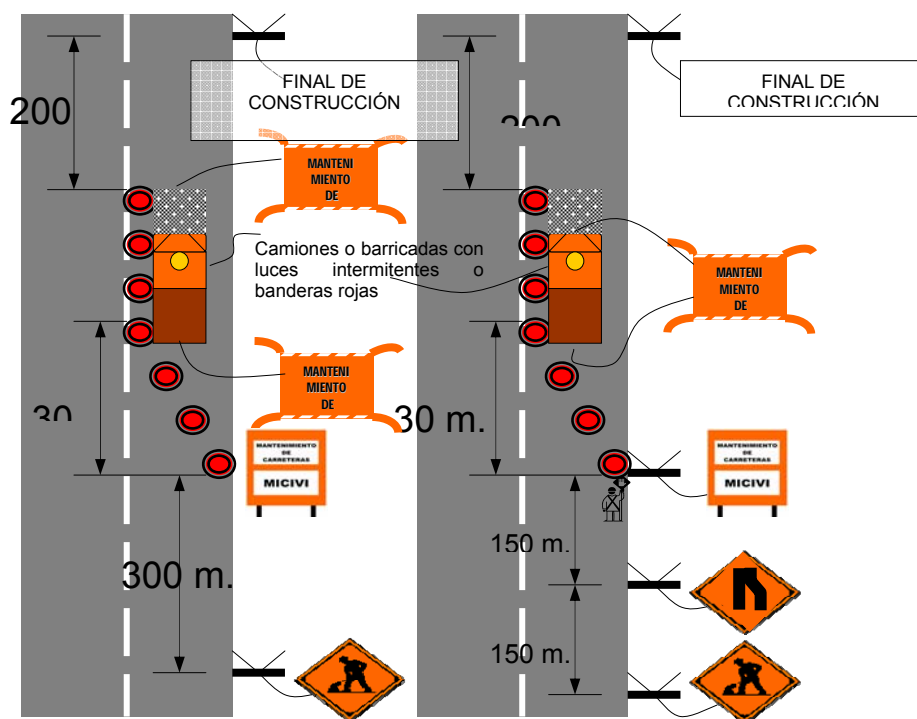
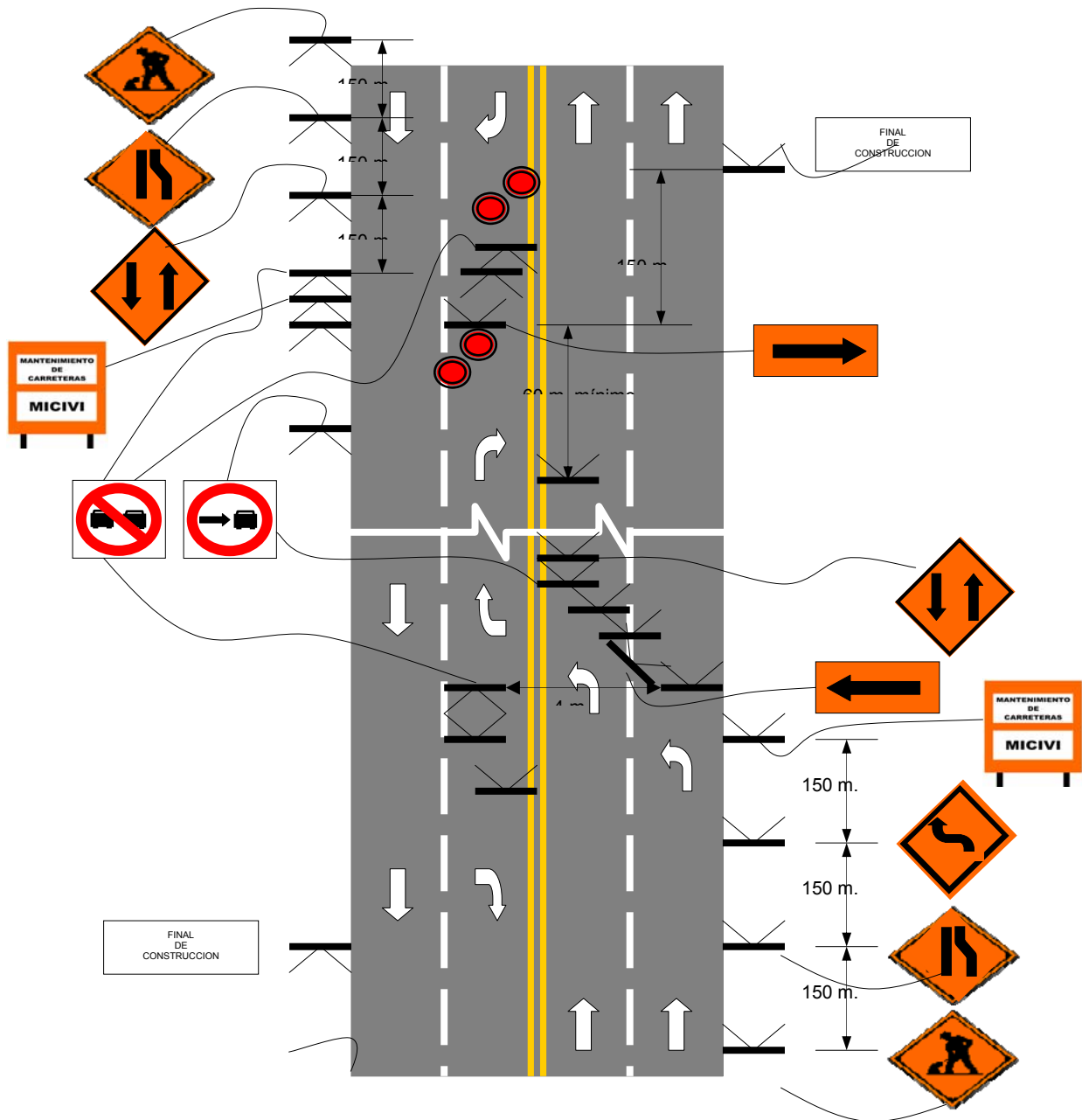


Tabla XXI. Trabajos de mantenimiento de corta duración

Descripción	Red vial pavimentada	Red vial no pavimentada	Puentes
Señal Preventiva a 300 mt. "Hombres trabajando"	2	2	2
Señal preventiva a 150 mt. "Estrechamiento asimétrico"	2	2	2
Rotulo informativo antes del área de trabajo "Mantenimiento de carreteras"	2	2	2
Conos encarriladores, 28 " de alto	10	10	10
Banderas	2	2	2
Señal informativa al final de los trabajos, 200 mt. después del área de trabajo "Final de construcción"	2	2	2

Fuente: Instructivo de dispositivos temporales para seguridad en carreteras. MICIVI. 2001

Figura 37. **Construcción, reparación o mantenimiento en carretera de 4 carriles sin isla central**

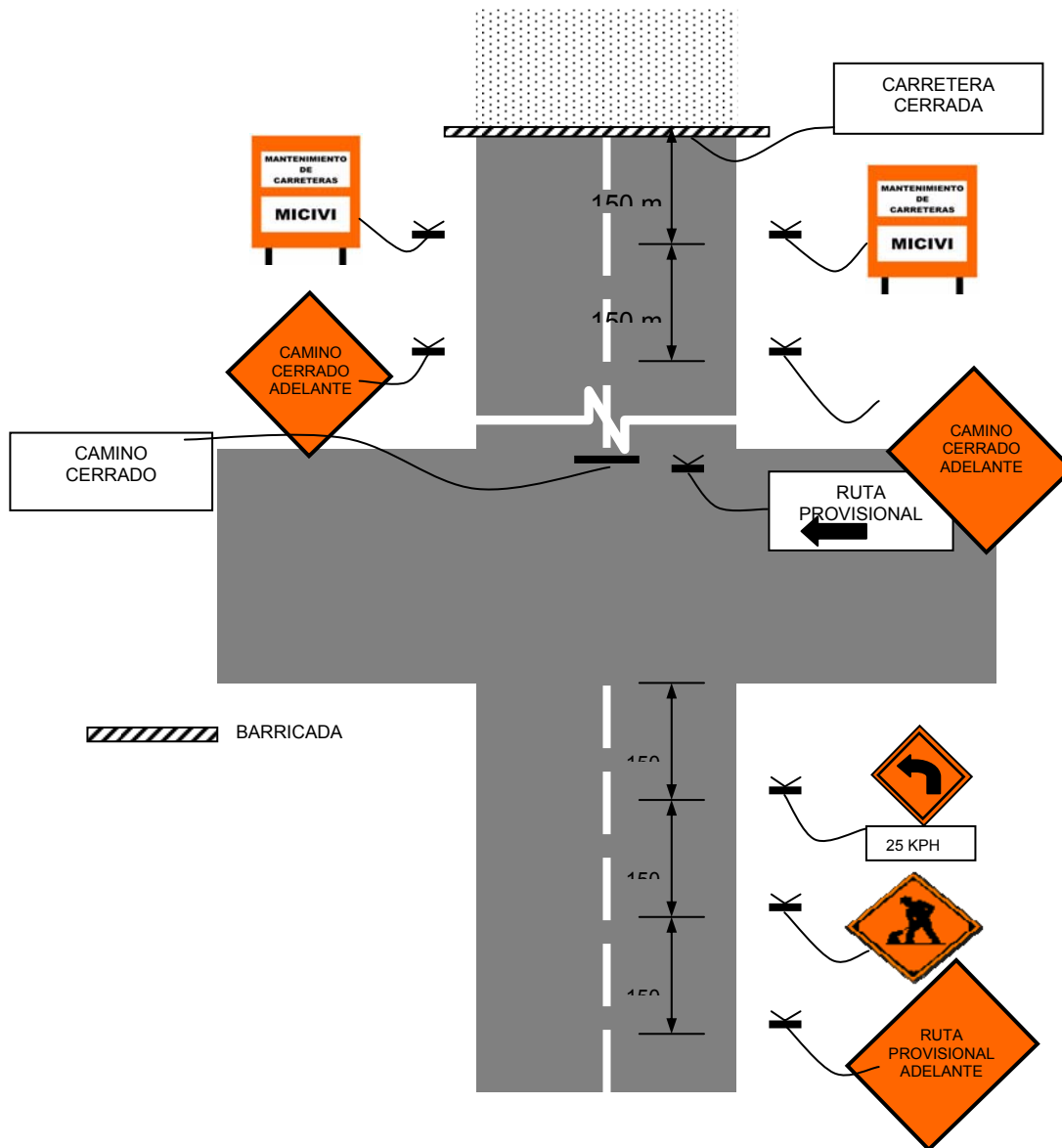


Fuente: Instructivo de dispositivos temporales para seguridad en carreteras. MICIVI. 2001

## Ruta provisional

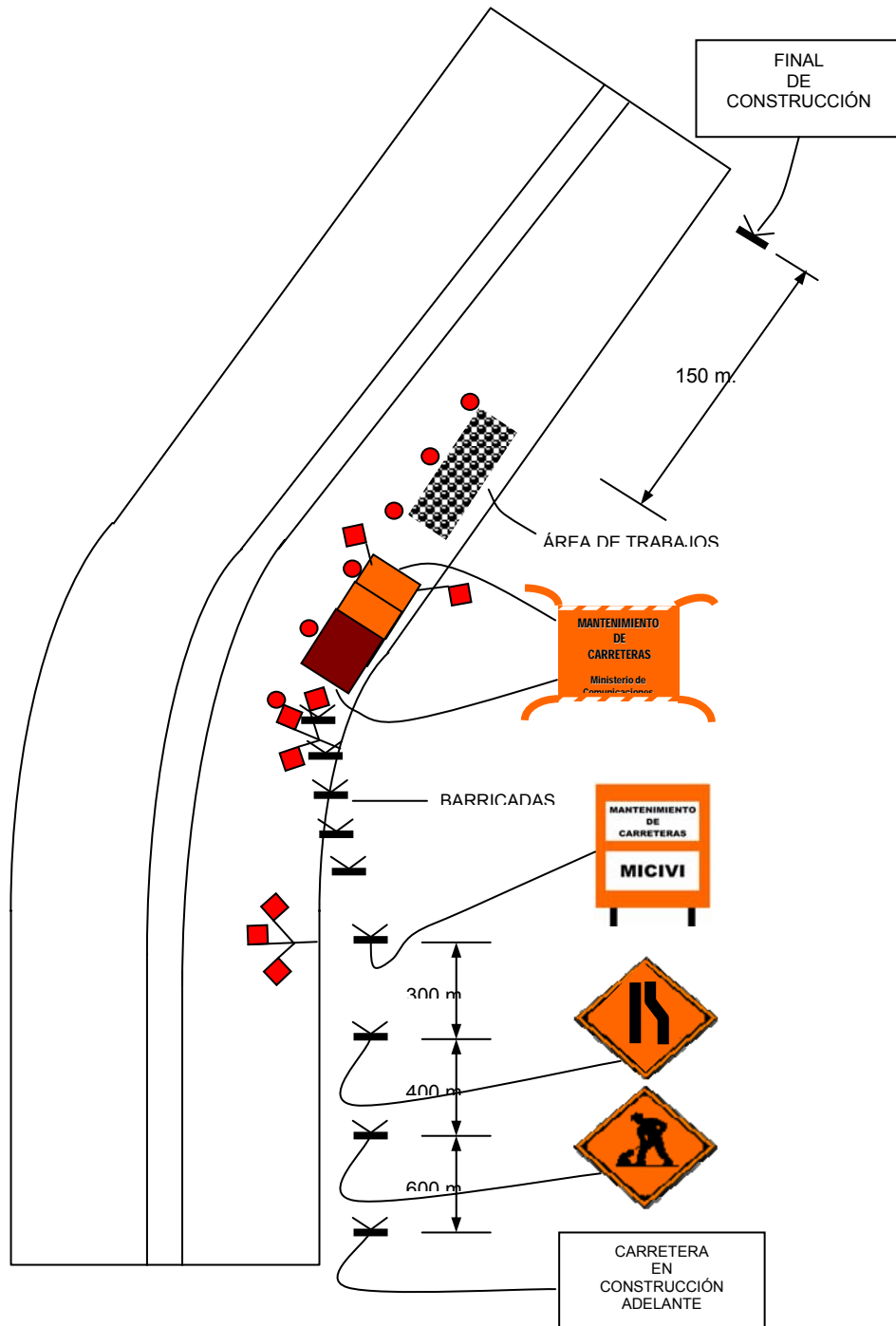
- Durante la noche, colocar luces en las barricadas.
- Instalar señales similares para el sentido opuesto del tránsito.

Figura 38. Ruta provisional



Fuente: Instructivo de dispositivos temporales para seguridad en carreteras. MICIVI. 2001

Figura 39. Trabajos en curva horizontal en una carretera dividida

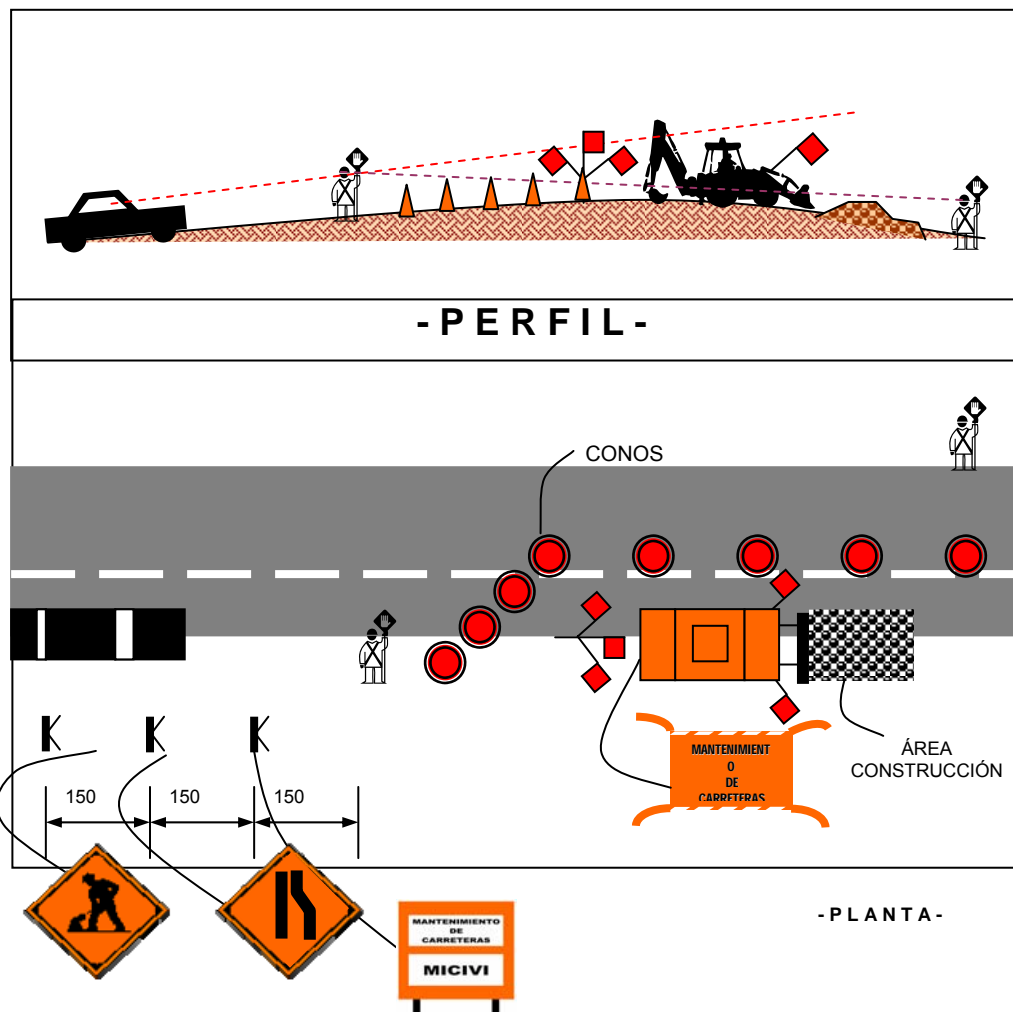


Fuente: Instructivo de dispositivos temporales para seguridad en carreteras. MICIVI. 2001

## Trabajos en pendientes

Instalar señales similares para el sentido opuesto del tránsito.

Figura 40. Trabajos en pendientes



Fuente: Instructivo de dispositivos temporales para seguridad en carreteras. MICIVI. 2001



Figura 41. Señalamiento manual



Fuente: Instructivo de dispositivos temporales para seguridad en carreteras. MICIVI. 2001.

# APÉNDICE

Figura 36. Secciones del área de parqueos – primera parte

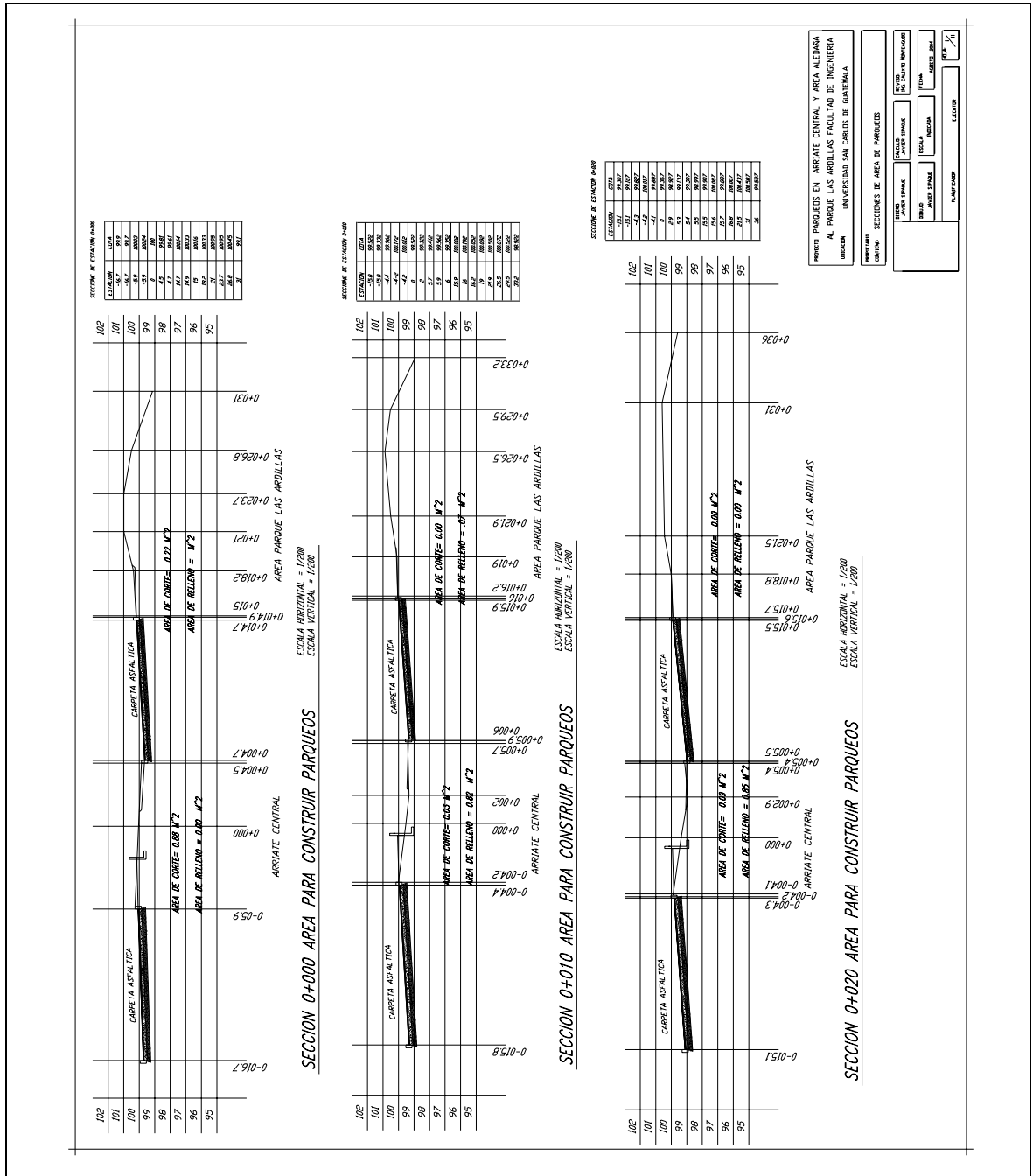


Figura 37. Secciones del área de parques – segunda parte

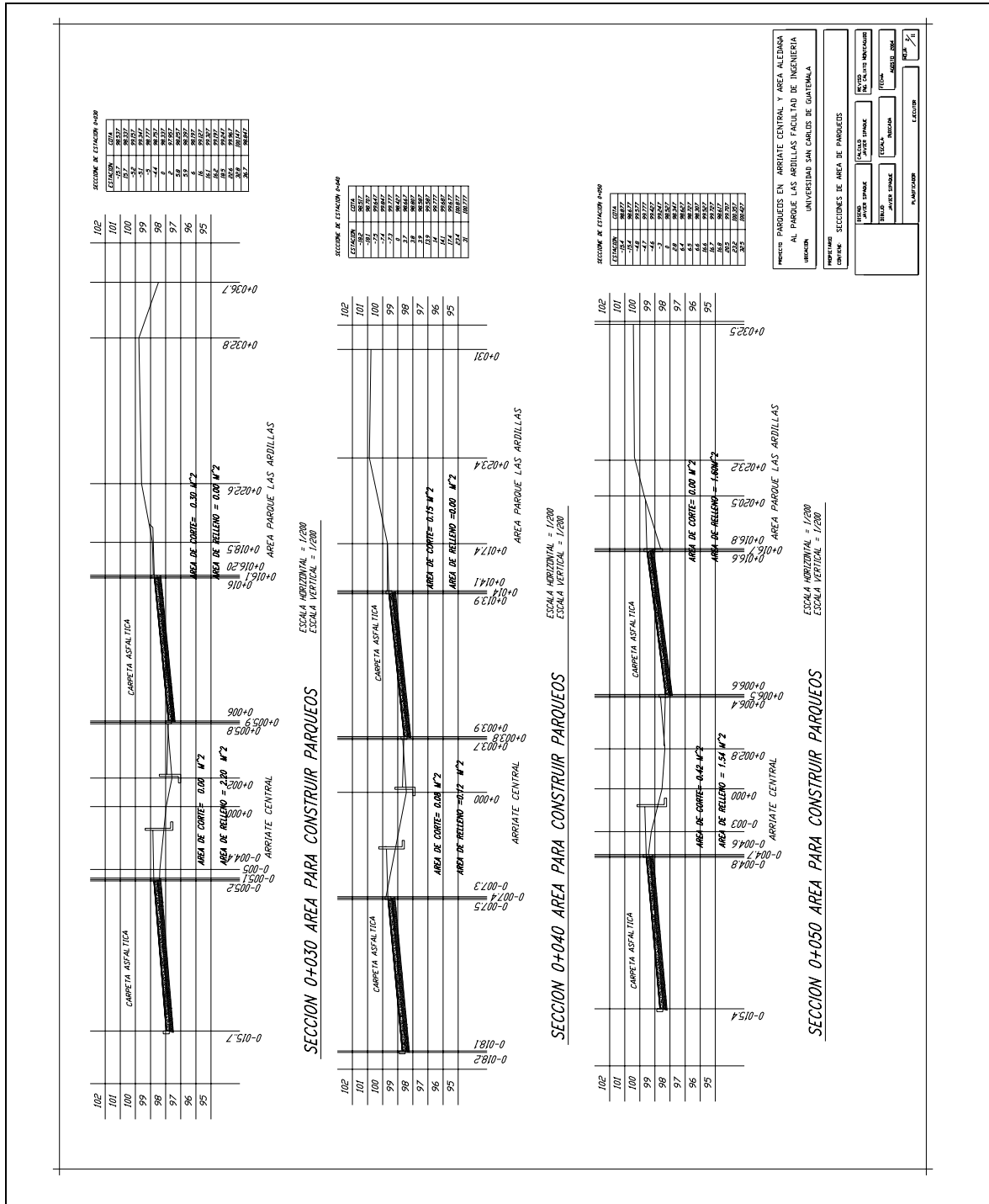


Figura 38. Secciones del área de parques – tercera parte

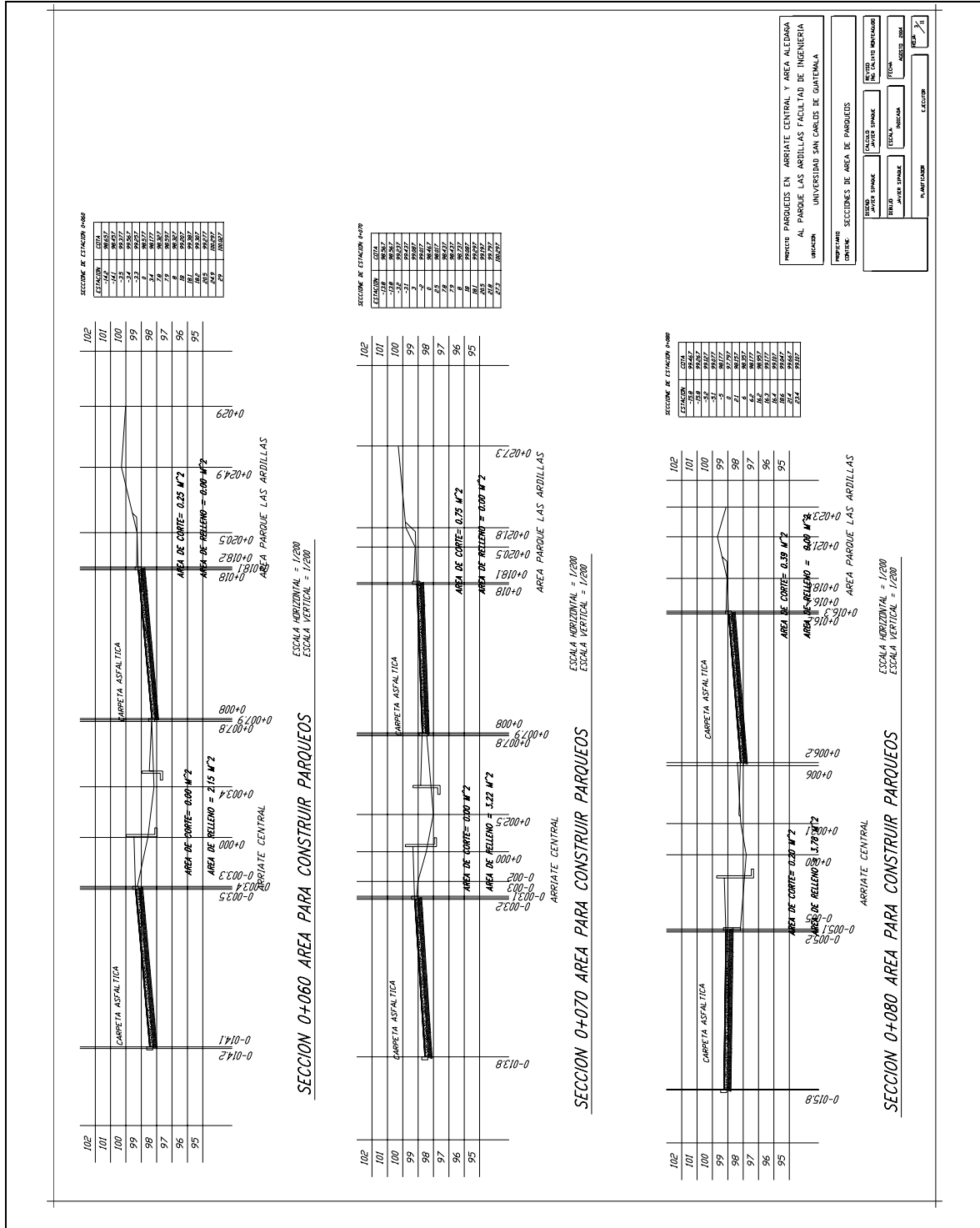


Figura 39. Secciones del área de parques – cuarta parte

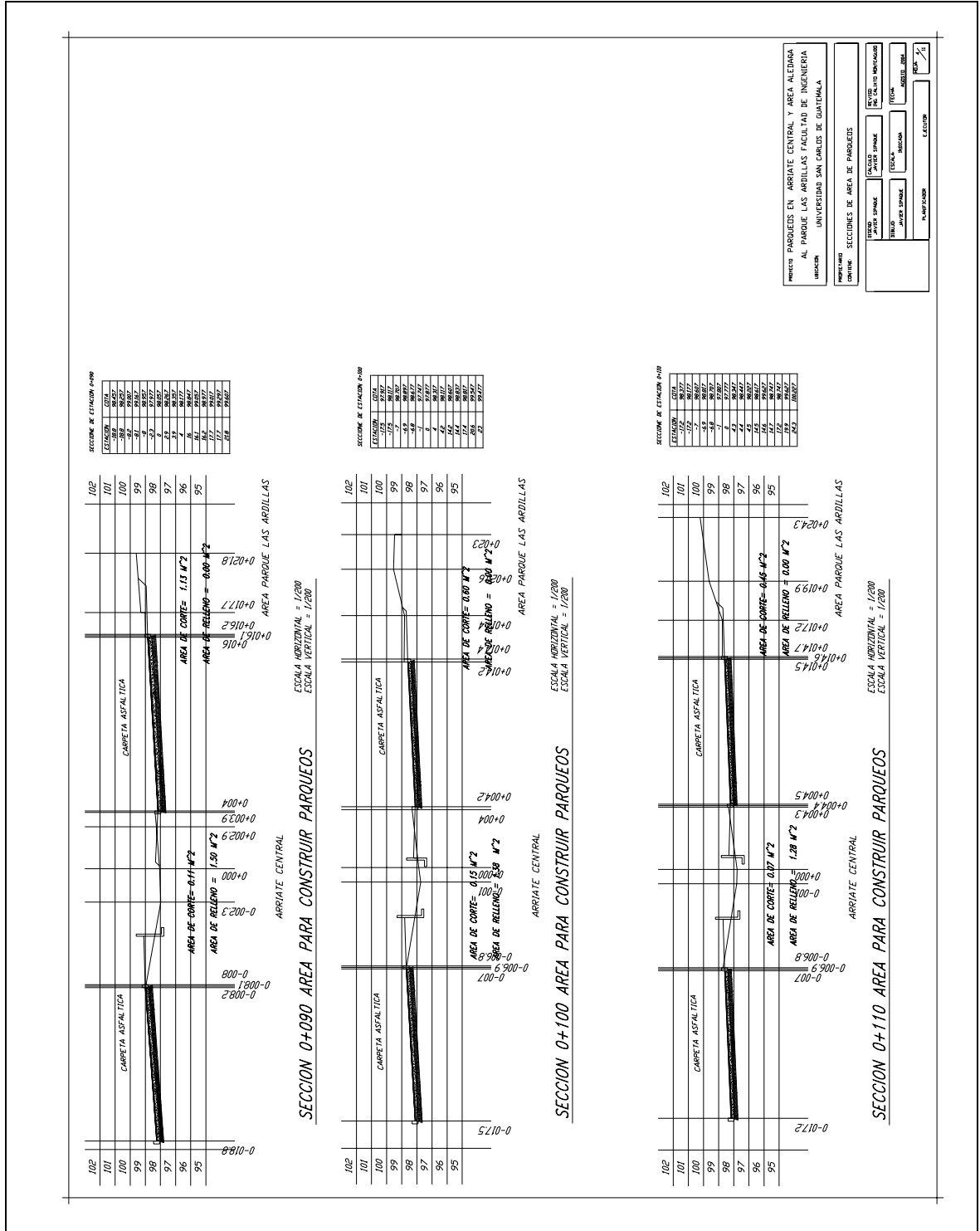


Figura 40. Secciones del área de parques – quinta parte

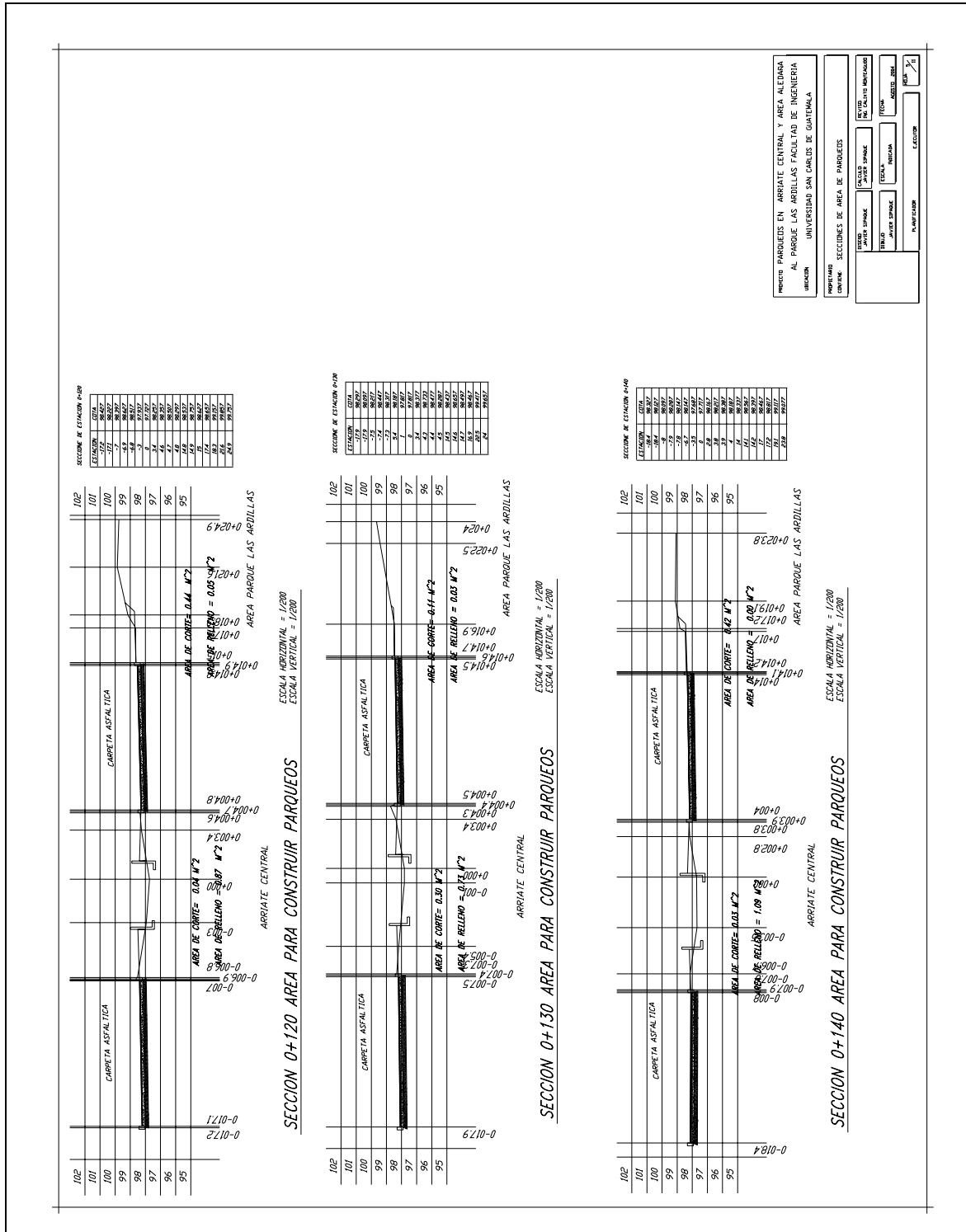


Figura 41. Secciones del área de parques – sexta parte

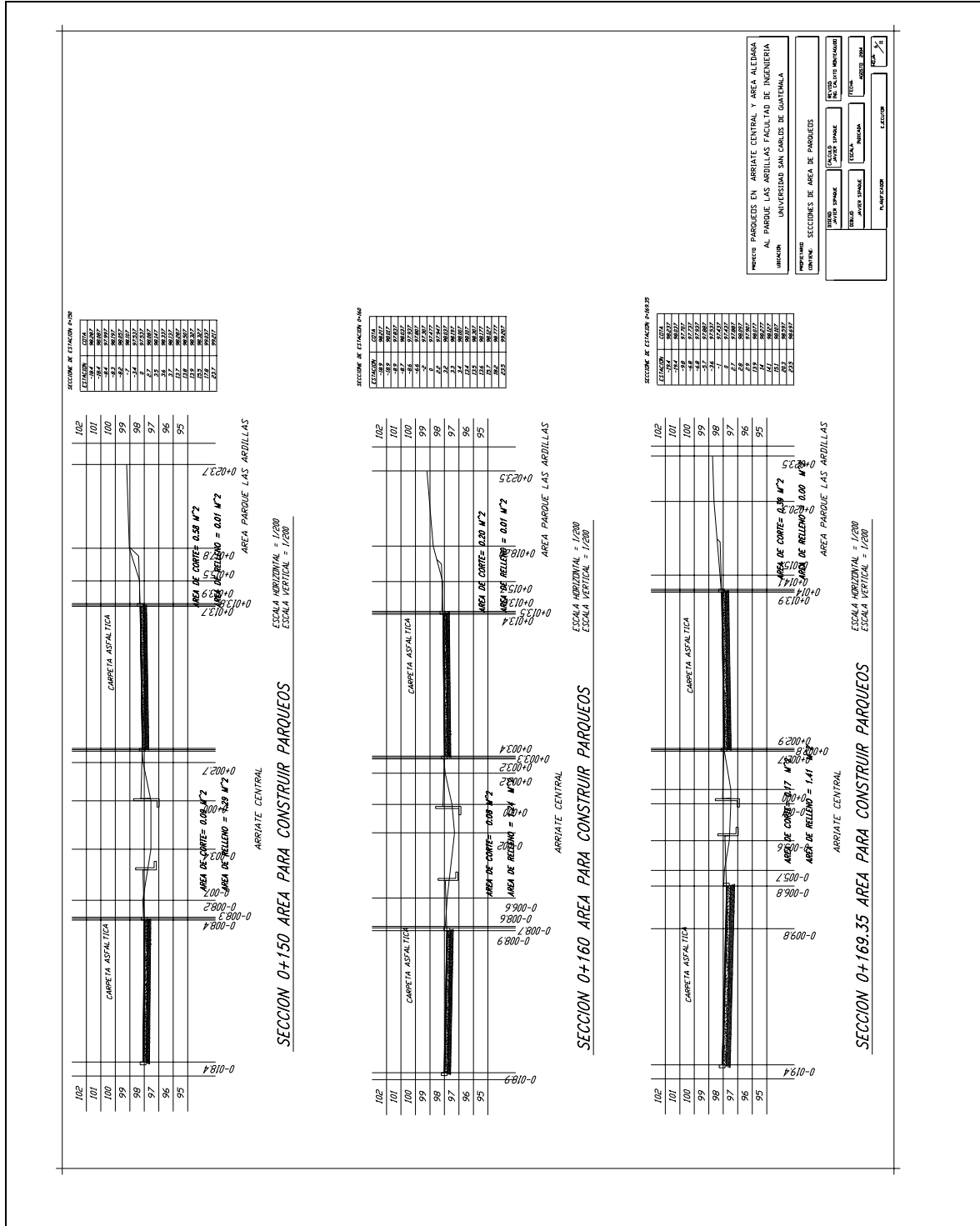


Figura 42. Secciones del área de parqueos – séptima parte

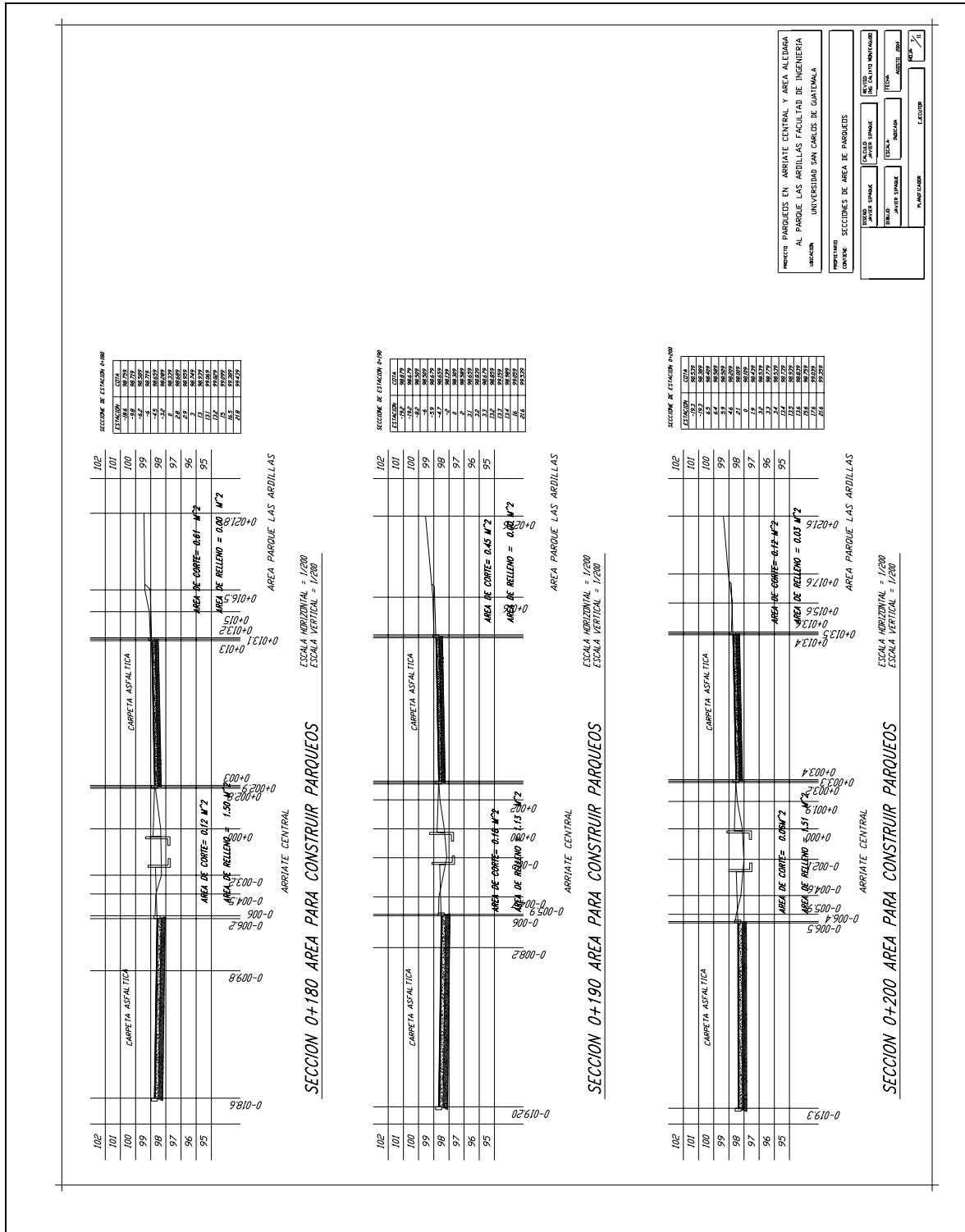






Figura 44. Secciones del área de parques – novena parte

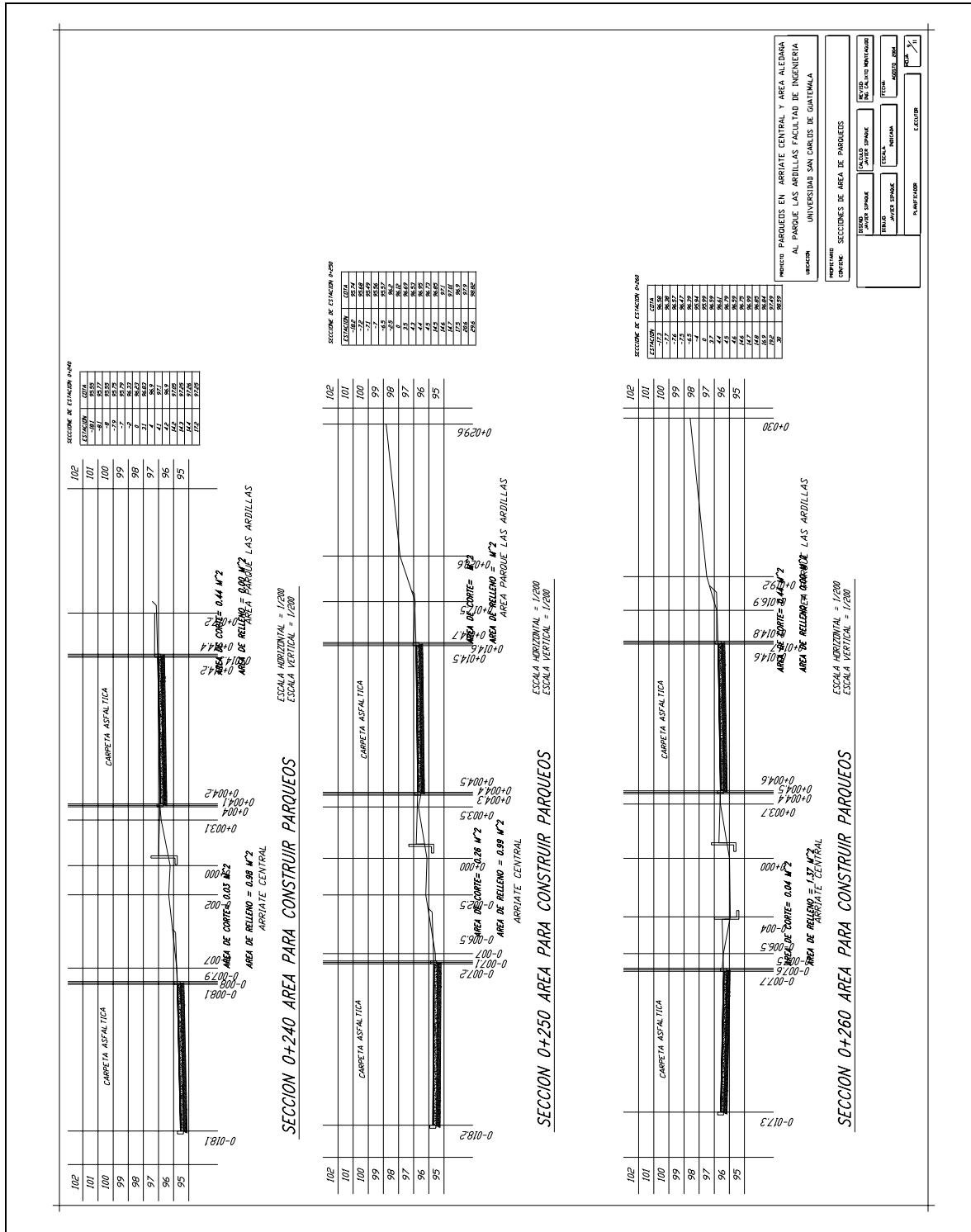




Figura 46. Secciones del área de parques – décima primera parte

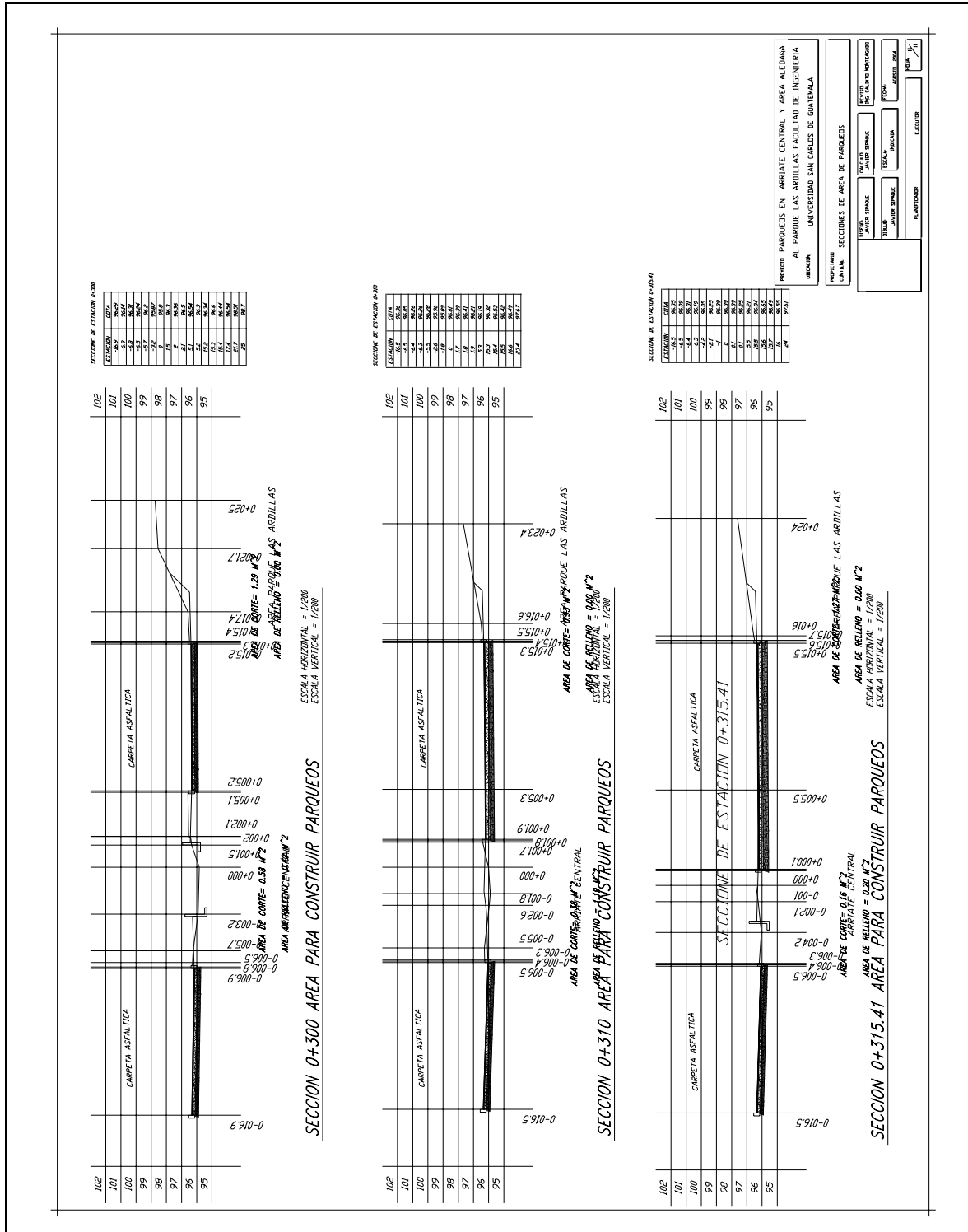


Figura 47. Planta de ubicación de árboles

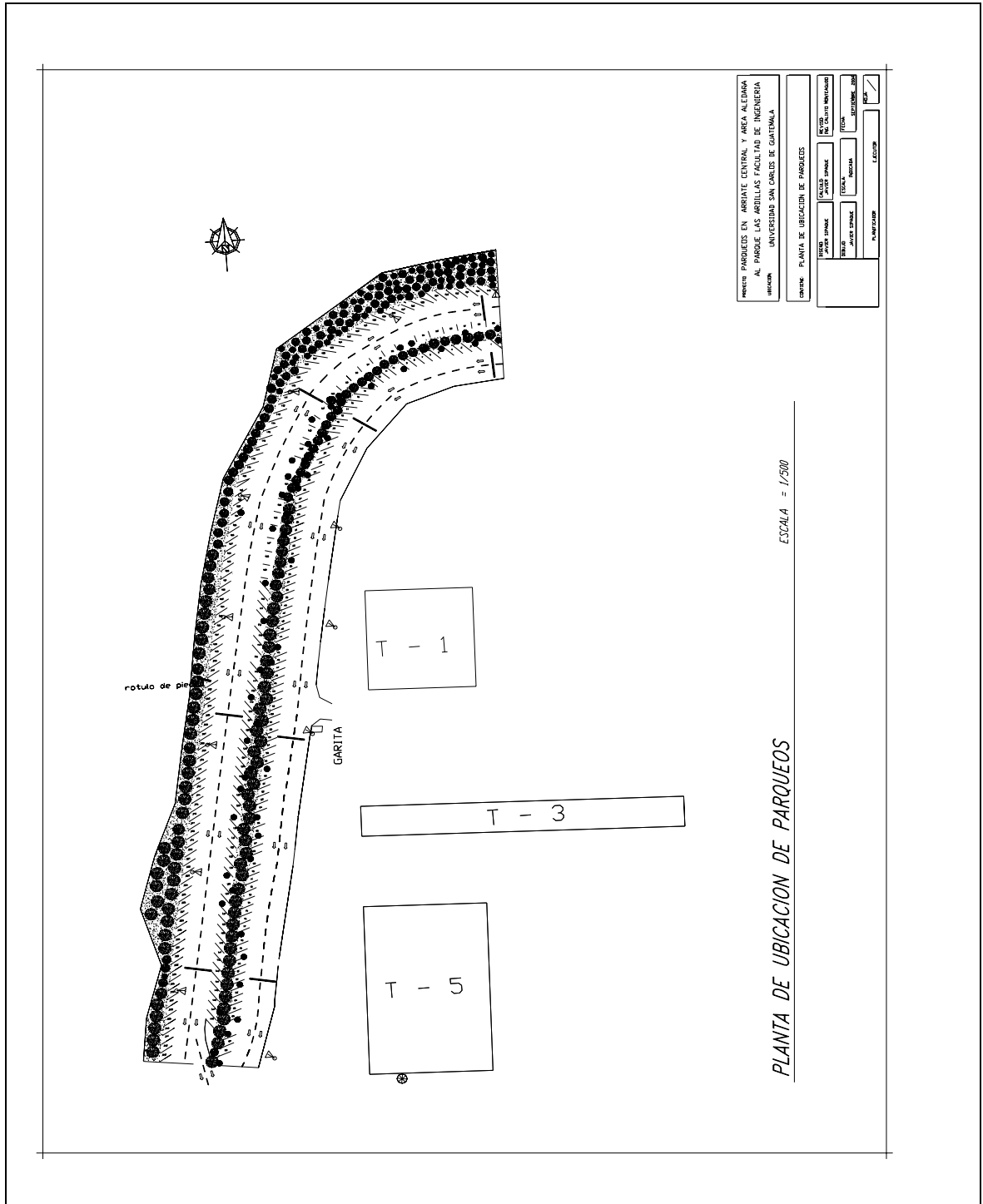


Figura 48. Planta de ubicación de árboles actuales

