



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA  
DE MEXICO**

**FACULTAD DE INGENIERIA**

**METODOLOGIA TOPOGRAFICA EMPLEADA EN EL RELLENO  
SANITARIO "PRADOS DE LA MONTAÑA",  
ALVARO OBREGON, D. F.**

**T E S I S**  
**PARA OBTENER EL TITULO DE:**  
**INGENIERO TOPOGRAFO Y GEODESTA**  
**P R E S E N T A :**  
**GONZALEZ URUSQUIETA JORGE C.**

**ASESOR DE TESIS: ING. ADOLFO REYES PIZANO**



**MEXICO, D. F.**

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

**2002**



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Autorizo a la Dirección General de Bibliotecas de la UNAM a difundir en formato electrónico e impreso el contenido de mi trabajo recepcional.

NOMBRE: González  
Urusquiza Jorge C.  
FECHA: 06/09/02  
FIRMA: [Signature]

ESTE LIBRO NO SALE  
DE LA BIBLIOTECA

NOO BIBLIOT  
MAYOR EN ALTA



UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTÓNOMA DE  
MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERIA  
DIRECCION  
FING/DCTG/SEAC/UTIT/ 096/02

Señor  
**JORGE C. GONZÁLEZ URUSQUIETA**  
Presente

En atención a su solicitud me es grato hacer de su conocimiento el tema que propuso el profesor ING. ADOLFO REYES PIZANO, que aprobó esta Dirección, para que lo desarrolle usted como tema de tesis de su examen profesional de INGENIERO TOPOGRAFO Y GEODESTA.

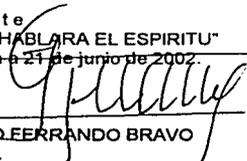
**"METODOLOGÍA TOPOGRÁFICA EMPLEADA EN EL RELLENO SANITARIO" PRADOS DE LA MONTAÑA" ALVARO OBREGÓN, D.F."**

- I. INTRODUCCIÓN
- II. CONDICIONES ACTUALES
- III. APOYO HORIZONTAL
- IV. APOYO VERTICAL
- V. PRESENTACIÓN DE LA INFORMACIÓN
- VI. AJUSTES DE DESNIVELES Y PENDIENTES DEL RELLENO
- CONCLUSIONES

Ruego a usted cumplir con la disposición de la Dirección General de la Administración Escolar en el sentido de que se imprima en lugar visible de cada ejemplar de la tesis el Título de ésta.

Asimismo le recuerdo que la Ley de Profesiones estipula que deberá prestar servicio social durante un tiempo mínimo de seis meses como requisito para sustentar Examen Profesional.

Atentamente  
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"  
Cd. Universitaria a 21 de junio de 2002.  
EL DIRECTOR

  
M.C. GERARDO FERRANDO BRAVO  
GFB/GMP/mstg.

*Agradezco:*

*A cada uno de mis profesores que a lo largo de la carrera me brindaron su apoyo, confianza, crítica y conocimiento, pero de forma muy especial:*

*Al Ing. Adolfo Reyes Pizano por la confianza durante el desarrollo de esta tesis; y por la paciencia y dedicación en el momento de compartir sus conocimientos durante estos años.*

*Al Ing. Benilo Gómez Daza.*

*Al Ing. Uberlino González González.*

*Al Ing. Víctor Robles Almeraya.*

*Al M.I. Raymundo Arvízu Díaz.*

*Al Ing. Alejandro Figueroa Páez.*

*A la Facultad de Ingeniería.*

*A la Universidad Nacional Autónoma de México por la formación y amistades que me brindo.*

# INDICE

## INTRODUCCION 1

### CAPITULO I

#### IMPACTO AMBIENTAL 1

Área de estudio	3
Área de proyecto	3
Área de influencia	3
1.1-Características del medio físico	4
Climatología	4
Suelo	5
Cuerpos de agua	5
Medio biótico	5
Medio socio-económico	6
1.2-Evaluación de parámetros	6
1.3-Métodos para cuantificar el medio ambiente físico	7
Climatología	7
Calidad del aire	7
Olores	8
Calidad del agua	8

### CAPITULO II

#### CONDICIONES ACTUALES 9

2.1-Ubicación y dimensiones	9
2.2-Zonas aledañas y de transbordo	10
2.3-Orígenes que ingresan al sitio Prados de la Montaña	12

### CAPITULO III

#### APOYO HORIZONTAL 13

3.1-Control horizontal	13
Tabla de precisión para levantamientos de control horizontal.	16
3.2-Equipo y descripción	18
Pantalla	20
Símbolos de la Pantalla	21
Teclado de operación	22
3.3-Correcciones por condiciones atmosféricas	23
Para introducir el valor de corrección atmosférica	24
Introducción Directa del Valor de Corrección Atmosférica	25
Gráfica de la corrección atmosférica (para consulta)	25
3.4-Tipos de prisma	29
Introducir la constante del prisma	31
3.5-Revisión y ajustes	32

3.6-Metodología	36
Radiaciones	38
3.7-Software empleado	39
3.8-Elaboración de planos	40

**CAPITULO IV  
APOYO VERTICAL 43**

4.1-Control vertical	43
4.2-Equipo y descripción	46
Especificaciones	47
4.3-Revisión y ajustes.	49
4.4-Proyecto de bancos de control altimétrico	50
4.5-Metodología.	51
4.6-Precisión	54
Tabla de precisiones para levantamientos de control vertical	55
4.7-Tipos de registro y cálculos de cotas	55

**CAPITULO V  
PRESENTACIÓN DE LA INFORMACIÓN 62**

5.1-Tabla de bancos de control altimétrico	65
Graficas de bancos de control altimétrico	67
5.2-Tablas del control altimétrico y pendientes de algunas líneas de extracción de biogás	69
5.3-Tablas de control altimétrico y pendientes de algunos canales y cunetas, pertenecientes al drenaje pluvial	72

**CAPITULO VI  
AJUSTE DE DESNIVELES Y PENDIENTES DEL RELLENO 74**

6.1-Proyecto de las líneas de extracción de biogás	74
Ajuste por medio de soportes	75
Ajuste por medio de corte y terraplén	76
6.2-Plancación de canales y cunetas	76
Ajuste por medio de corte y terraplén.	78
6.3-Bancos de control altimétrico definitivos	79

**CAPITULO VII  
CONCLUSIONES 80  
BIBLIOGRAFIA 82**

# CAPITULO I

## IMPACTO AMBIENTAL

Un aspecto fundamental en los estudios de impacto ambiental es delimitar el área de influencia en la cual se deberán considerar los componentes naturales y sociales, susceptibles a ser modificados. Esta delimitación deberá realizarse con criterios precisos, relativos a las diferentes variables ambientales a ser estudiadas. Para establecer la relimitación se sugiere manejar tres conceptos:

**Área de estudio.**

Se refiere a la extensión dentro de la cual se realiza el estudio de impacto ambiental.

**Área de proyecto.**

Se refiere a los límites de ubicación del proyecto.

**Área de influencia.**

Es aquella superficie que, por las actividades del proyecto, se puede ver afectada por los límites del proyecto.

La distancia de los límites del predio a construcciones vecinas puede ayudar a disminuir algunos efectos tales como el ruido, fauna nociva, partículas, dependiendo de su lejanía. La dirección predominante de los vientos es un criterio importante para delimitar las zonas que podrían verse afectadas por el arrastre de contaminantes. Las condiciones naturales que rodean el sitio de disposición final, son de interés ya que la presencia de vegetación amortiguara la percepción de contaminantes, su dispersión o bien el mismo medio puede sufrir cambios.

Una vez especificada el área de influencia como parámetro, se podrá establecer de una manera mas general el área de estudio, por lo tanto es claro pensar que la delimitación del área de

## IMPACTO AMBIENTAL

influencia dependerá de su ubicación, de los alcances y presupuesto del proyecto.

Para determinación del área de influencia de partículas aerotransportables es recomendable proponer una serie de puntos de muestreo en forma de abanico de acuerdo a la dirección de los vientos dominantes en la zona.

Para la evaluación del impacto ambiental, se debe tomar en cuenta la identificación de los rasgos generales que conforman la zona de estudio, con el fin de establecer un panorama claro y conciso de las condiciones históricas de cada uno de los factores a enjuiciar.

### 1.1- CARACTERÍSTICAS DEL MEDIO FÍSICO

#### Climatología

Los eventos meteorológicos son de suma importancia en el conocimiento de la dispersión de contaminantes, para lo cual además de la información encontrada, de preferencia deberán tomarse registros en el momento de realizar los estudios de campo y como ya se manifestó, los datos climatológicos deben tener referencias de tales parámetros por espacio de por lo menos 10-15 años.

- 1-Tipo de clima.
- 2-Temperatura promedio anual máxima y mínima extremas.
- 3-Humedades extremas máxima y mínima.
- 4-Precipitación pluvial media mensual y anual.
- 5-Dirección y velocidad del viento.
- 6-Calidad del aire (P.S.T.,P.V.,ruido, gases y olores).

### **Suelo**

En estudios de impacto ,se ha considerado que resultan de mayor interés las propiedades físicas del suelo y las determinaciones de mecánica del suelo por lo que se solicitara la información que consista en:

- 1-Topografía del sitio.
- 2-Tipos de suelo.
- 3-Propiedades fisico-químicas.
- 4-Actividad erosiva predominante.
- 5-Especificación de asentamientos diferenciales en el área.

### **Cuerpos de agua**

La información solicitada en este punto solo se requerirá cuando el sitio este ubicado en donde exista algún cuerpo de agua cercano y se considere que puede causarle algún efecto. Por lo que la información solicitada consistirá.

- 1-Localizar cuerpos de agua.
- 2-Determinar sus usos.
- 3-Descargas residuales recibidas.
- 4-Calidad del agua potable.
- 5-Calidad del agua residual que se descargara al drenaje y alcantarillado urbano o municipal.

### **Medio biótico**

La información de flora y fauna que se presente dependerá de la ubicación del sitio ya sea por encontrarse en una zona urbana o peri urbana.

## IMPACTO AMBIENTAL

Deberá reflejar las condiciones actuales dentro del área de influencia, basada en visitas de campo y muestreos así como el apoyo de reportes de datos como:

1-Tipos de vegetación, cobertura y diversidad.

2-Especies en peligro de extinción o de interés comercial y cultural.

### **Medio socio-económico**

La información deberá considerar el área de influencia de las instalaciones proyectadas, y se hará un estudio sobre la tasa de crecimiento urbano en la zona, el tipo de servicios urbanos, medios de transporte servicios educativos, infraestructura vial, aspectos sociales, arqueológicos y étnicos, además de la actitud de la población local hacia el proyecto.

### **1.2- EVALUACIÓN DE PARÁMETROS.**

Antes de describir las técnicas para cada factor a evaluar, es importante mencionar que para la obtención de resultados no siempre será necesaria la realización de muestreos, es decir ,en algunos casos bastara con realizar visitas de inspección, esto dependerá en gran medida de las condiciones naturales o de perturbación de la zona y del parámetro a evaluar.

Lo mas recomendable seria realizar un estudio ambiental antes de la construcción y cumplir con su finalidad de evitar los impactos antes de que se generen.

## IMPACTO AMBIENTAL

### 1.3- MÉTODOS PARA CUANTIFICAR EL MEDIO AMBIENTE FÍSICO

#### **Climatología**

El clima define al conjunto de caracteres atmosféricos que distinguen a una región y la importancia de describirlo radica en los siguientes puntos:

- a) Algunos de los elementos climatológicos pueden ser modificados al desaparecer extensas áreas de vegetación.
- b) Puede propiciar procesos de erosión, inversiones de temperatura u inundaciones.
- c) Por su importancia en la dispersión de contaminantes.

Se deberán delimitar lo mejor posible las condiciones particulares de la localidad en la que se planea desarrollar el proyecto, de tal manera que se puedan evaluar los impactos que pudieran tener esos factores ambientales en el microclima de la región .

Cabe señalar que la información de la información de la velocidad y dirección del viento para este tipo de estudios ,dará un claro indicio de la dispersión de los contaminantes atmosféricos y olores que se generen.

#### **Calidad del aire**

El aire como factor importante del medio físico, deberá considerarse desde dos puntos de vista.

- a) Como receptor y transportador de las partículas contaminantes, producto de las actividades generadas por el proyecto.

## IMPACTO AMBIENTAL

b) Como factor cuya calidad ejerce influencia directa sobre los seres vivos, infraestructura y actividades humanas.

Para establecer importancia de la calidad del aire en el área de influencia del proyecto se debe realizar una evaluación de su calidad actual, estimando la importancia de las fuentes emisoras de la zona, para determinar si estas tendrán efectos significativos. Se deberán estimar cualitativa y cuantitativamente las emisiones de los contaminantes atmosféricos para determinar el posible deterioro de la calidad del aire y los impactos potenciales sobre la salud humana y ecosistemas.

En ambos casos, se debe contar con datos sobre vientos y sobre factores limitantes de la dispersión, con la finalidad de prever hacia adonde se dispersarían los contaminantes y cuanto tiempo pueden permanecer en el aire.

### **Olores**

Es de suma importancia la evaluación del olor ,ya que por tratarse de lugares donde se manejaron residuos sólidos ,los olores que generan pueden implicar molestias a la población aledaña, en donde los efectos no se limitan al lugar de su fuente generadora, en ocasiones se llega a sentir a varios metros a la redonda dependiendo de la dirección y velocidad del viento.

### **Calidad del agua**

Solo en caso de encontrarse algún cuerpo de agua cercano que sea susceptible de contaminación por las actividades del sitio ,se llevara a cabo un análisis de su calidad, para establecer los niveles permisibles de contaminantes ,cuando el agua es conducida al drenaje urbano o municipal.

## CAPITULO II

### CONDICIONES ACTUALES

#### 2.1- UBICACIÓN Y DIMENSIONES.

El sitio de Disposición final de Residuos Sólidos , Prados de la montaña se encuentra ubicado en Av. Coral S/N Colonia Santa Fe, Delegación Álvaro Obregón , cuenta con una superficie de 240,000 m<sup>2</sup> (24 Hectáreas), sobre la cual están distribuidos 63 bancos de nivel, 45 trampas de condensados, además de contar con 10 líneas de tubería de la red de extracción forzada de biogás de 5600 m. lineales sobre los cuales se encuentran 136 puntos de control (cadenamientos) altimétrico, y un sistema de 46 canaletas de lamina galvanizada de la red de drenaje pluvial con una longitud de 4424.78 m. lineales, con 320 puntos de control (cadenamientos) y 4000 soportes de aluminio distribuidos a lo largo de las líneas de extracción de los cuales 226 son catalogados como soportes críticos ya que se encuentran en las zonas mas notorias de hundimientos .

El sitio fue cerrado a la disposición de residuos el día 28 de julio de 1994 iniciándose en el Departamento del Distrito Federal a través de la Dirección General de Servicios Urbanos los trabajos de clausura a fin de minimizar los riesgos al medio ambiente y a la salud publica.

Los trabajos de clausura comprendieron la aplicación de una capa de sello, erosión cubierta final.

Se llevo a cabo también la construcción de una red para la extracción forzada de biogás y su quema en dispositivos instalados para este propósito, un quemador principal y dos

## CONDICIONES ACTUALES

quemadores auxiliares, además fue construida la red de drenaje pluvial que esta formada de 46 canaletas con variabilidad en sus anchos y alturas, y la red de riego por aspersión que consta de 800 unidades de aspersores colocados en líneas paralelas sobre el relleno sanitario unidos mediante 3000 m. de manguera plastificada.

Dada la característica propia de un sitio de Disposición Final de Residuos Sólidos de sufrir deformaciones importantes con el tiempo, la Dirección General de Servicios Urbanos a través de la Dirección de Transferencia y Disposición final de Residuos Sólidos , ha instrumentado un programa de control topográfico del sitio, así como de las estructuras que se localizan en el mismo , a fin de llevar a cabo las adecuaciones necesarias a los sistemas instalados y permitir el correcto funcionamiento de los mismos.

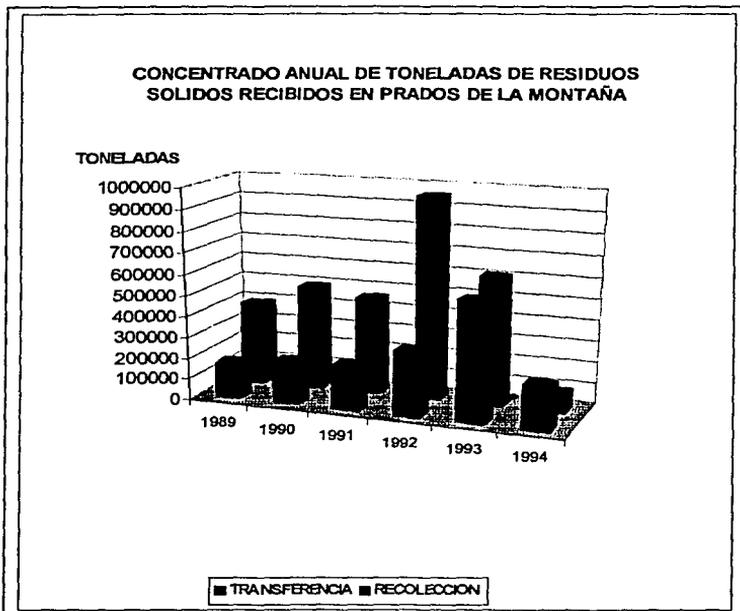
### **2.2- ZONAS ALEDAÑAS Y DE TRANSBORDO.**

Las transferencias o zonas aledañas se encontraban cerca de los campamentos de recolección , estas zonas fueron colocadas para evitar una perdida significativa en el tiempo de transporte de los residuos sólidos durante su captación.

La recolección de desechos sólidos que ingresaron al sitio Prados de la Montaña, eran provenientes de las delegaciones Álvaro Obregón, Benito Juárez, Cuajimalpa, Cuauhtemoc, Magdalena Contreras y Miguel Hidalgo además de particulares, estos desechos incrementaron su dimensión a partir del año en que se abrió el sitio (1987) hasta el año de clausura (1994), siendo en el año de 1992 y 1993 en el que el incremento fue el del doble de toneladas de estos desechos.

### CONDICIONES ACTUALES

El material de transferencia siempre fue menor en comparación con el material de recolección desde 1989 hasta que en el año de clausura (1994) se restringió la entrada al sitio para los camiones de recolección y se dio a la tarea de vaciar las zonas de transferencia, por lo que el material proveniente de estos lugares aumento en el ultimo año.



TRANS.	162,703	198,786	211,109	302,574	560,985	204,487
RECOL.	390,585	490,983	459,612	958,357	607,193	85,662

## CONDICIONES ACTUALES

**2.3- ORÍGENES QUE INGRESAN AL SITIO PRADOS DE LA MONTAÑA.**

Álvaro Obregón  
Benito Juárez  
Cuajimalpa  
Cuauhtemoc  
Magdalena Contreras  
Miguel Hidalgo  
Particulares

ORIGEN	1989	1990	1991	1992	1993	1994 Ene-Abr	TOTAL
A. Obregón	160.137.28	190416.42	187183.00	204528.200	298618.293	114961.982	1155845.175
Azacapatzlco						468.806	468.806
Benito Juárez	85091.90	134305.43	149849.00	141861.380	117411.721	31393.741	659913.172
Cuajimalpa	21984.02	26008.33	28253.00	23940.840	26686.144	10191.477	137063.811
Cuauhtemoc	19230.27	17406.87	7553.00	5311.440	4123.013	1106.313	54730.906
DGSU	25515.32	14085.85	2794.00	1980.060	642.460		45017.690
Iztapalapa					5319.145	4309.409	9628.554
Gustavo A. Madro	21.10						21.100
IMSS	2031.96						2031.960
Magdalena C.	29551.82	41436.52	46137.00	37963.410	17137.586	1195.227	173421.563
Miguel Hidalgo	155007.05	183235.86	189414.00	210222.390	222072.967	80051.723	1040003.990
V. Carranza						252.434	252.434
Particulares	44613.23	68712.95	41537.00	624677.210	465346.019	42154.483	1287040.892
SDN	10104.20	14160.45	18001.00	10446.330	10820.545	4063.039	67595.564
<b>TOTAL</b>	<b>553288.15</b>	<b>689768.68</b>	<b>670721.00</b>	<b>1260931.260</b>	<b>1168177.893</b>	<b>290148.634</b>	<b>4633035.617</b>

## CAPITULO III

### APOYO HORIZONTAL

#### 3.1-CONTROL HORIZONTAL

Establece coordenadas rectangulares de la posición planimetría de los puntos de control , los cuales se localizan por medio de triangulación , intersección o poligonación y pueden emplearse en el establecimiento de control primario y secundario de regiones clasificadas como lomeríos ,zonas urbanas, o montañosas. La clase de terreno, los requisitos del proyecto, el equipo disponible y las consideraciones económicas determinan normalmente el tipo de sistema a seleccionar.

Durante el levantamiento topográfico se tomo en cuenta que la colocación de los puntos y la altura del aparato deben adaptarse a las características físicas del relleno, mientras que los levantamientos planimétricos tanto perimetrales como dentro del mismo relleno determinan las posiciones de los puntos de interés sobre el terreno.

En el levantamiento perimétrico uno de los primeros y principales datos que hay que tomar, son el perímetro , este se puede considerar formando un polígono de n numero de lados, mismos que se tuvieron que recorrer partiendo de un punto llamado origen hasta volver a llegar al punto de partida. Durante el recorrido, en cada una de las estaciones de la poligonal se tomo la distancia a la siguiente y el azimut de la recta que las une o el ángulo que forman las dos rectas que concurren al vértice de observación.

Los trabajos de perimetría se ejecutan de tres maneras:

## APOYO HORIZONTAL

- 1- Tomando directamente los azimutes astronómicos de los lados del polígono, referidos al meridiano del punto de partida.
- 2- Por deflexiones.
- 3- Tomando en todos los vértices los ángulos que forman las dos rectas que concurren al vértice de observación.

El primer método es aquel que da directamente los azimutes de los lados con el instrumento previamente orientado.

El segundo método consiste en observar las deflexiones de los lados, para con ellas calcular los azimutes. Se entiende por deflexión el ángulo que forma la prolongación de una recta con la recta que sigue.

El tercer método se comprende cual es, por el solo enunciado de su nombre.

Para este caso se estableció una poligonal cerrada de forma irregular y ya que debe tener cierta precisión, se busco la comprobación , por lo cual regresamos al punto de partida siguiendo un camino distinto para cerrar el polígono. Al proceder de esta manera y teniendo una figura cerrada los cierres angulares y de distancia nos darán la comprobación del trabajo, cosa que debe prepararse siempre.

Al haberse levantado las estaciones se toma como azimut de partida el azimut observado directamente  $0,1$  , se sigue el caminamiento en todas las estaciones previamente establecidas y se llega a cerrar a la estación  $0$  punto de partida. Al llegar de vuelta a la estación  $0$  , se deduce el azimut  $0,1$ , que teóricamente debe resultar igual al de partida. Debido a que siempre se encuentra una diferencia, el azimut  $0,1$  ,observado directamente y el mismo azimut deducido a la vuelta. La diferencia entre uno y

## APOYO HORIZONTAL

otro azimut es lo que se llama error angular de cierre, este error como se comprende debe tener un error admisible , y debe sujetarse a las formulas siguientes:

$$E < \delta = \frac{\sqrt{n \times a}}{2} \quad \text{o bien} \quad < \delta = \sqrt{n \times a}$$

En estas formulas E nos representa el error de cierre, n el numero de las estaciones de la poligonal , a la aproximación del instrumento. La primera formula se usa para trabajos delicados y la segunda para trabajos comunes.

La precisión requerida en l caso de un levantamiento de control , depende principal mente de su objetivo, algunos de sus factores que afectan la precisión son el tipo y condiciones del equipo utilizado, además como los procedimientos utilizados en el campo, por lo que las especificaciones de precisión para los levantamientos horizontales son las siguientes:

APOYO HORIZONTAL

**TABLA DE PRECISION PARA LEVANTAMIENTOS DE CONTROL HORIZONTAL.**

En donde:

T = Tolerancia o error máximo que se admite en el cierre de una poligonal.

P = Desarrollo de la poligonal en metros.

D = Distancia total de la poligonal.

M = Error medio del ángulo observado.

W = Error medio de una puesta de cinta.

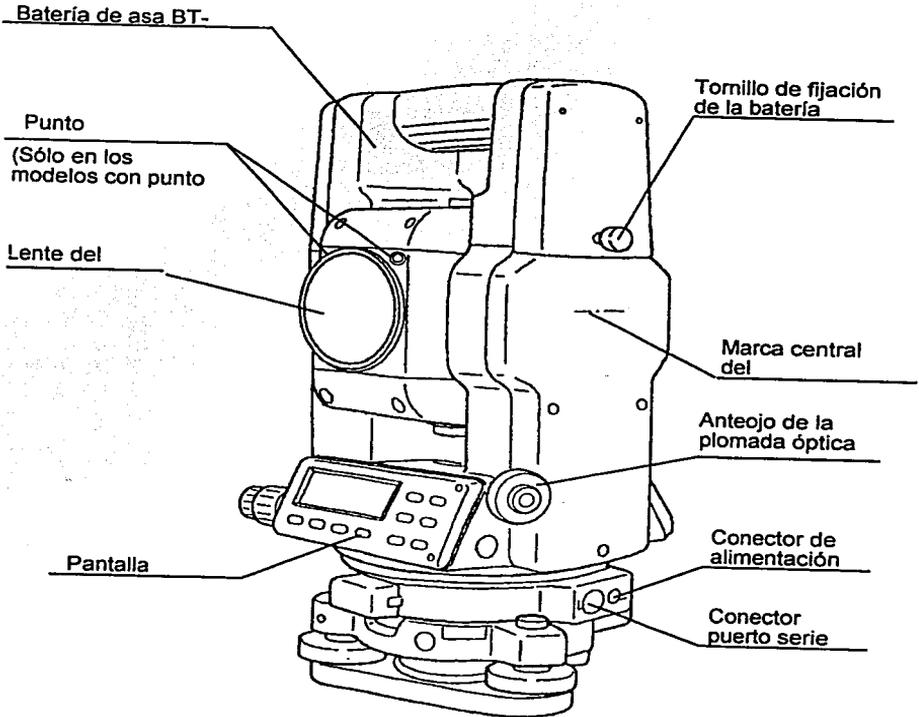
M	W	K	FORMULA	ORDEN	P I Km	P I Km
0.25	0.01	0.001	$T = \sqrt{P(0.000000011P + 0.00002) + 0.0001D}$	PRECISA	2.2	0.28
0.5	0.02	0.003	$T = \sqrt{P(0.000000011P + 0.00002) + 0.0001D}$	1o	5.3	0.65
1	0.03	0.0005	$T = \sqrt{P(0.000000011P + 0.00002) + 0.0001D}$	2o	9.5	1.10
1.5	0.05	0.001	$T = \sqrt{P(0.000000011P + 0.00002) + 0.0001D}$	3o	16.8	1.98

## APOYO HORIZONTAL

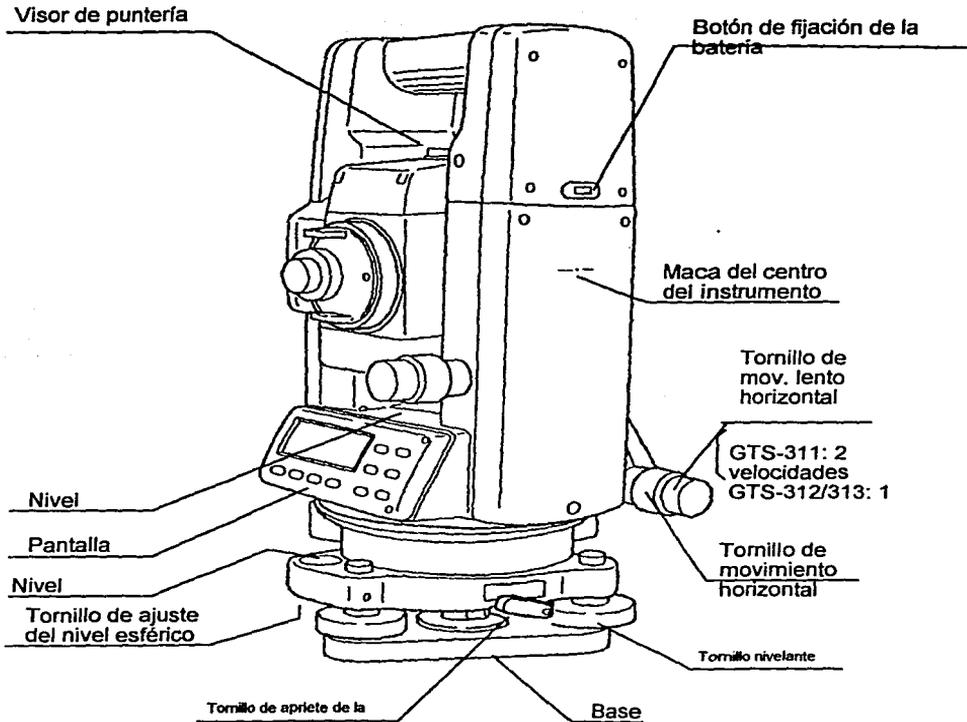
Ahora bien para completar la planimetría se hizo el levantamiento de los detalles interiores del polígono por lo que los métodos que se usan tendrán que ser mas rápidos que los usados en perimetría. Los detalles se levantan ,haciendo uso de alguno de los métodos siguientes:

- 1-Por Radiaciones.
- 2-Por Intersecciones.
- 3-Por Coordenadas rectangulares.

### 3.2- EQUIPO Y DESCRIPCION



## APOYO HORIZONTAL



(\*) La posición del tornillo de movimiento vertical y movimiento lento vertical puede cambiar dependiendo del mercado

## APOYO HORIZONTAL

### Pantalla

La pantalla utiliza una matriz de puntos LCD con 4 líneas y 20 caracteres por línea. En general, las tres líneas superiores muestran los datos medidos y la última línea muestra la función de cada tecla que varía según sea el modo de medición.

#### Contraste e iluminación

El contraste e iluminación de la pantalla puede ser ajustado. Ver capítulo 6 "Modo Especial (Modo Menú)".

#### Ejemplo

```
V      : 90°10'20"  
HD     : 120°30'40"  
PON0 RETN PONH P1↓
```

Modo de medida

Angulo V: 90°10'20"  
Angulo H: 120°30'40"

Unidades en pies

```
HD: 120°30'40"  
DH* 123.45 ft  
DV: 12.34 ft  
MIDE MODO S/A P1↓
```

Angulo Horizontal: 120 30'40"  
Distancia reducida: 123.45ft  
Diferencia de altura: 12.34ft

```
HD: 120°30'40"  
DH* 65.432 m  
DV: 12.345 m  
MIDE MODO S/A P1↓
```

Modo de medida de distancia

Angulo Horizontal: 120 30'40"  
Distancia reducida: 65.432m  
Diferencia de altura: 12.345m

Unidades en pies y pulgadas

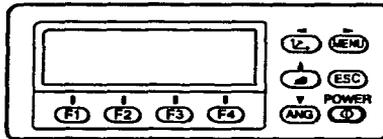
```
HD: 120°30'40"  
DH* 123.04.6fi  
DV: 12.03.4fi  
MIDE MODO S/A P1↓
```

Angulo horizontal : 120°30'40"  
Distancia reducida: 123ft 4in 6/8in  
Diferencia de altura : 12ft 3in

**APOYO HORIZONTAL****Símbolos de la Pantalla**

<b>Símbolo</b>	<b>Significado</b>	<b>Símbolo</b>	<b>Significado</b>
V	Angulo Vertical	*	MED funcionando
HD	Angulo Horizontal Derecho	m	Unidades en metros
HI	Angulo Horizontal Izquierdo	ft	Unidades en pies
HD	Distancia Reducida	fi	Unidades en pies y pulgadas
DV	Diferencia de Altura		
DG	Distancia Geométrica		
X	Coordenada X		
Y	Coordenada Y		
Z	Coordenada Z		

## Teclado de operación



Teclas	Nombre de la tecla	Función
	Medida de Coordenadas	Modo de medición de coordenadas
	Medida de Distancias	Modo de medición de la distancia
ANG	Medida de Angulos	Modo de medición angular
MENU	Tecla de Menú	Alterna los modos menú y normal. Para determinar las mediciones en diversas aplicaciones y ajustar en el modo de menú.
ESC	Tecla Escape	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Vuelve al modo de medición o al modo anterior desde el modo actual.</li> <li>● Para pasar directamente al modo de REGISTRO DE DATOS o al modo de REPLANTEO desde el modo de medición normal.</li> </ul>
POWER	Encendido	Enciende y apaga (ON/OFF) la batería.
F1-F4	Teclas Especiales. (Teclas de función)	Responden al mensaje mostrado.

### 3.3- CORRECCIONES POR CONDICIONES ATMOSFERICAS

Al introducir la corrección atmosférica la velocidad de la luz a través del aire no es constante y depende de la temperatura y presión atmosféricas.

El sistema de corrección atmosférica de este instrumento corrige el valor automáticamente. El valor estándar de este instrumento para 0ppm es 15°C, y 760mmHg (56°F, y 29,6 inHg). Los valores se almacenan en la memoria incluso después de apagar el instrumento.

A continuación se muestran las fórmulas de la corrección:

Unidades: metros

$$Ka = \left\{ 279.66 - \frac{106.033 \times P}{273.15 + t} \right\} \times 10^{-6}$$

$Ka$  : Valor de la corrección atmosférica  
 $P$  : Presión atmosférica ambiental (mmHg)  
 $t$  : Temperatura atmosférica (°C)

La distancia L(m) después de realizar la corrección atmosférica se obtiene de la siguiente manera:

$$L = l(1 + Ka)$$

$l$  : Distancia medida sin realizar la corrección atmosférica.

Ejemplo: En el caso de una temperatura de +20°C y una presión atmosférica de 635mmHg,  $l = 1000$  m

$$\begin{aligned}
 Ka &= \left\{ 279.66 - \frac{106.033 \times 635}{273.15 + 20} \right\} \times 10^{-6} \\
 &= 50 \times = 50 \times 10^{-6} (50 \text{ ppm}) \\
 L &= 1000(1 + 50 \times = 1000(1 + 50 \times 10^{-6})) = 1000.050 \text{ m}
 \end{aligned}$$

APOYO HORIZONTAL

**Para introducir el valor de corrección atmosférica**

Ajuste directo del valor de la temperatura y la presión

Mida el valor de la temperatura y la presión atmosféricas alrededor del instrumento.

Ejemplo: Temperatura: +26 °C, Presión : 1017 hPa

Procedimiento	Tecla	Pantalla
① Pulse la tecla [F3](S/A) para activar el modo audio desde el modo de medición de las coordenadas o de distancia.	[F3]	MODO AUDIO PRM: 0mm PPM: 0 SENAL: [      ] PRISM PPM T-P — —
② Pulse la tecla [F3](T-P).	[F3]	TEMP. y PRES. TEMP. → 15°C PRES. : 1013 hPa ENTRE — —
③ Introduzca el valor de la temperatura y de la presión. *1) Se vuelve al Modo Audio.	Introducir temperatura Introducir presión	TEMP. y PRES. TEMP. : 26°C PRES. → 1017 hPa ENTRE — —
<ul style="list-style-type: none"> <li>● Intervalo: Temperatura: -30 a +60 °C (incrementos de 1°C) ó -22 a +140°F (incrementos de 1°F) Presión: de 420 a 800mmHg (incrementos de 1mmHg), 16,5 a 31,5 inHG (incrementos de 0,1inHg) ó 560 a 1066hPa (incrementos de 1hPa).</li> <li>● Cuando el valor de la corrección atmosférica, calculado a partir de la introducción de los valores de la temperatura y de la presión, supera ± 99ppm, el instrumento vuelve automáticamente al punto ③ del procedimiento. Introduzca de nuevo los valores.</li> </ul>		

## APOYO HORIZONTAL

### Introducción Directa del Valor de Corrección Atmosférica

Se mide la temperatura y la presión atmosféricas para determinar el valor de la corrección atmosférica (PPM) con ayuda de los gráficos o de la fórmula para la corrección.

Ejemplo: Valor de la corrección atmosférica, -6 (ppm)

Procedimiento	Tecla	Pantalla
① Pulse la tecla [F3](S/A) para activar el modo audio desde el modo de medición de las coordenadas o de distancia.	[F3]	MODO AUDIO PRISM : 0mm PPM: 0 SENAL: [■■■■ ] PRISM PPM T-P -- --
② Pulse la tecla [F2](PPM). Se muestra el valor actual de la corrección.	[F2]	PRISM PPM : 0 ppm  ENTRE --- -- ENTER
③ Introduzca el valor de la corrección atmosférica. *1)	[F1]	1234 5678 90. - [ENT]
Se vuelve al Modo Audio.	Introducir datos [F4]	
● Intervalo: -99ppm a+99ppm, incrementos de 1ppm		

### Gráfica de la corrección atmosférica (para consulta)

Se puede obtener el valor de la corrección atmosférica fácilmente con el gráfico de la corrección atmosférica. Buscando la temperatura medida en el eje horizontal y la presión en el eje vertical del gráfico. Se lee el valor de la línea diagonal que representa el valor de la corrección atmosférica necesaria. Ejemplo:

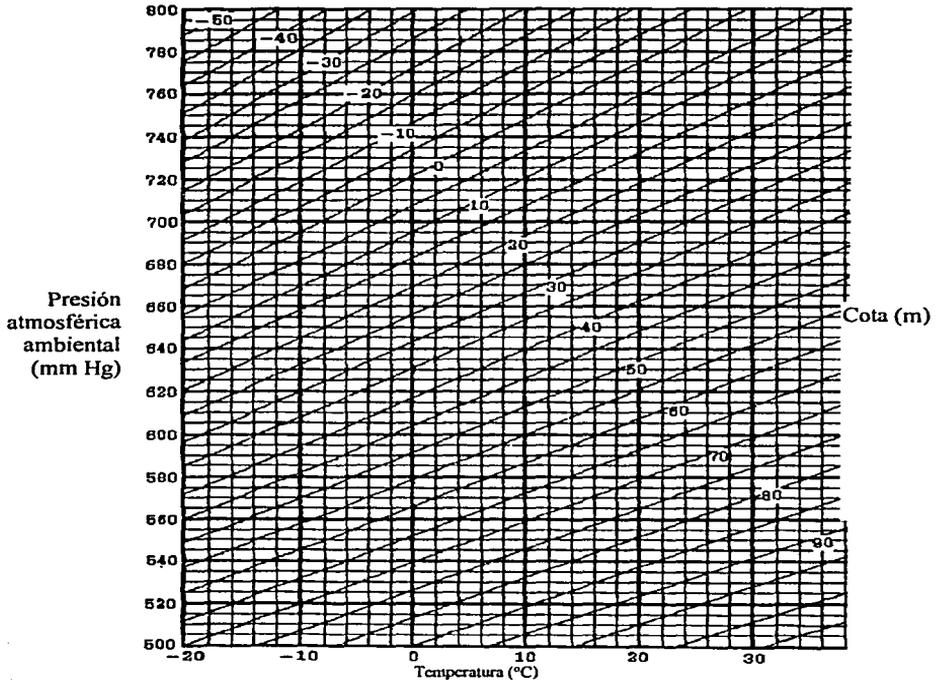
La temperatura medida es +26°C

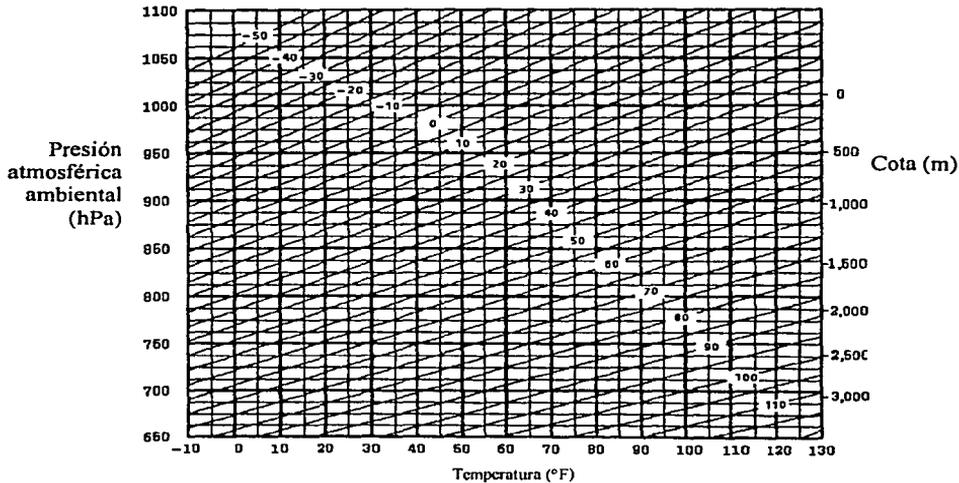
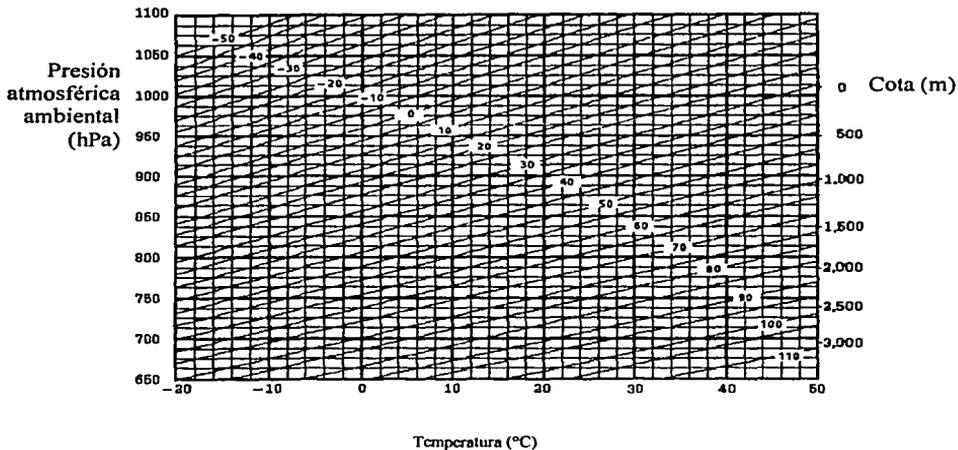
La presión medida es 760mmHg

Por lo tanto,

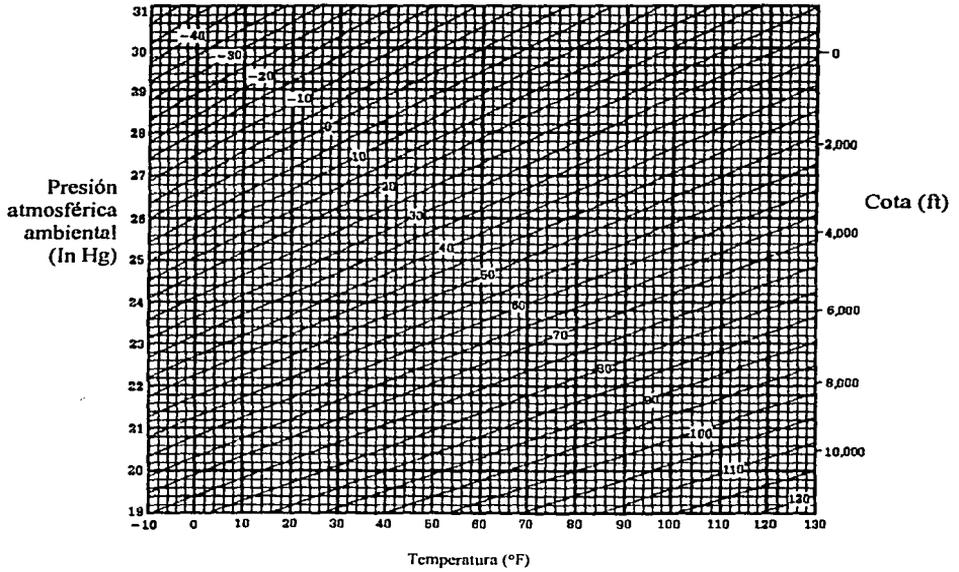
el valor de la corrección es +10ppm

# APOYO HORIZONTAL





# APOYO HORIZONTAL

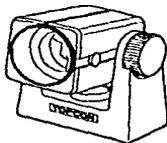


### 3.4- TIPOS DE PRISMA

#### Mini prisma

Este mini prisma (25.4mm) está construido con gran precisión con cristal de roca e instalado en un bastidor plástico a prueba de golpes.

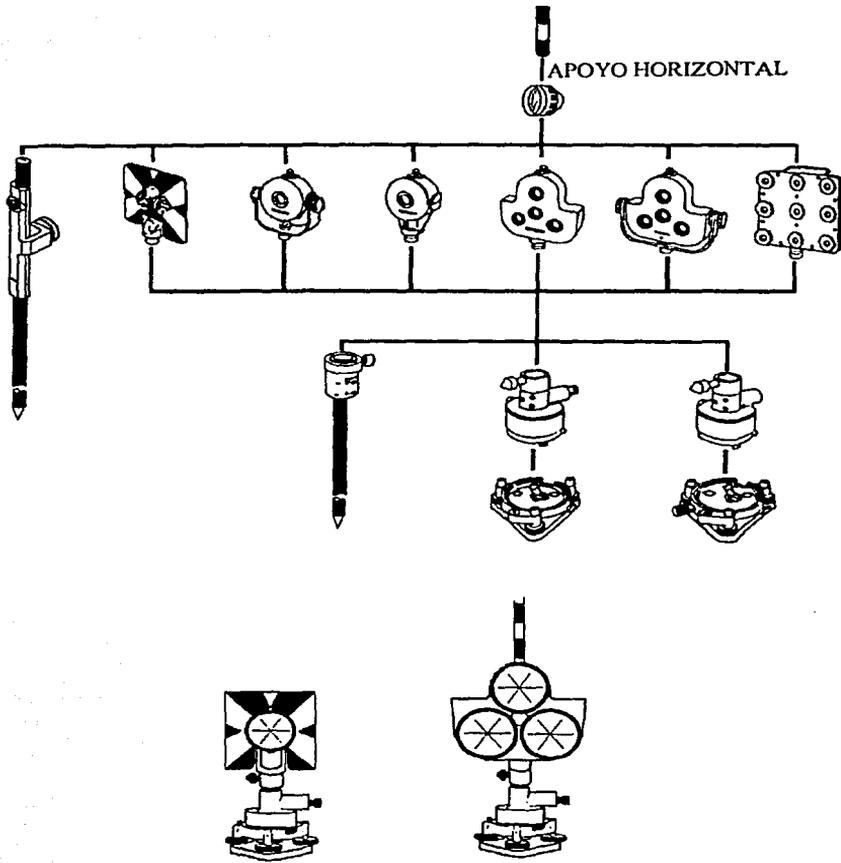
El mini prisma se puede posicionar para aplicar constante "0" o "-30".



Además de que existe la posibilidad de variar la composición de los juegos de acuerdo con sus necesidades.

Utilice los equipos de prismas a la misma altura que el instrumento. Para ajustar la altura del prisma, cambie la posición de los 4 tornillos de fijación.

A continuación se muestran algunas formas de conexión para mas de dos prismas:



## APOYO HORIZONTAL

### Introducir la constante del prisma

El valor de la constante del prisma Topcon debe ser cero. Si utiliza prismas de marcas diferentes a Topcon, se deberá comprobar la constante del prisma de ese prisma en particular, y si es necesario, corregir en el aparato.

Una vez introducido el valor, éste se mantendrá al apagar el instrumento.

Procedimiento	Tecla	Pantalla
⊖ Pulse la tecla [F3](S/A) en el modo de medición de distancia o de medición de coordenadas.	[F3]	MODO AUDIO PSM: 0mm PPM: 0 SENAL: [     ] PRISM PPM T-P —
⊖ Pulse la tecla [F1](PRISM).	[F1]	CONSTANTE DEL PRISMA PRISMA: 0.0mm ENTRE — — ENTER
	[F4]	1234 5678 90. — [ENT]
⊖ Introduzca el valor de corrección de la constante del prisma. *1) La pantalla vuelve al modo audio.	Introducir datos [F4]	MODO AUDIO PRISM: 14mm PPM: 0 SENAL: [     ] PRISM PPM T-P — —
*1) Consulte el Capítulo 2.6 "Cómo Introducir Caracteres Alfanuméricos". ● Introduzca el intervalo: -99mm a +99mm, incrementos de 1mm		

Para mayor información consultar el manual de la estación total electrónica SERIE GTS-310.

## APOYO HORIZONTAL

### 3.5- REVISION Y AJUSTES.

Lo primero que se tiene que hacer con un aparato, antes de proceder a usarse es rectificarlo. Para que un aparato este correcto, debe satisfacer las condiciones siguientes:

1-Los niveles del limbo horizontal deben ser paralelos al plano del limbo.

Clave las patas del tripié firmemente contra el suelo de manera que el instrumento no varíe de posición porque se modifique la altura de las patas del tripié. Ponga en 0 el vernier y el limbo horizontal. Fije el movimiento del limbo con el tornillo de presión, con el movimiento general se pone uno de los niveles en la dirección de dos de los tornillos diametrales de la plataforma de nivelar. Fije el movimiento general con el tornillo de presión correspondiente, y valiéndonos de los tornillos diametrales a,a de la plataforma llevar al centro la burbuja del nivel. Se afloja el tornillo de presión de los verniers y se gira el anteojo horizontalmente  $180^\circ$  exactos ,fijando después de nueva cuenta los verniers. Si la burbuja del nivel queda en el centro de esta nueva posición , el nivel esta correcto, pero si se desvia se procede a corregirlo. Para ello hay que valerse de los tornillos particulares, corrigiendo la mitad de la desviación con estos tornillos y la otra mitad con los tornillos diametrales a,a de la plataforma.

Corrigiendo uno de los niveles de la manera antes dicha se procede a acabar de nivelar el limbo horizontal valiéndose únicamente del nivel corregido, del modo siguiente: Con el movimiento del limbo se pone el nivel correcto en la dirección de los otros tornillos diametrales b,b y la burbuja , que es casi seguro se desviara del centro, se vuelve a el , valiéndose

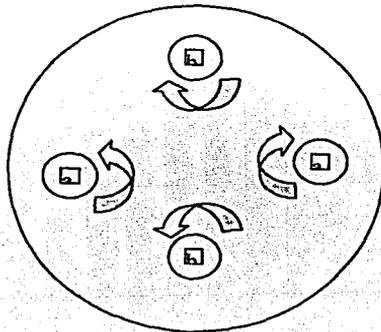
## APOYO HORIZONTAL

solamente de los tornillos diametrales de la plataforma b,b, sin tocar para nada los tornillos particulares del nivel. Se coloca después el nivel en dirección de los tornillos a,a de la plataforma, y con ello se vuelve la burbuja al centro, repitiéndose la operación hasta que al dar al limbo una vuelta horizontal completa, la burbuja no abandone el tubo del nivel.

Se procede enseguida a corregir el segundo nivel, lo que se hace valiéndose únicamente de los tornillos particulares del nivel incorrecto, sin tocar para nada los de la plataforma.

Para mover los tornillos de la plataforma se debe tener precaución de mover los tornillos diametrales, simultáneamente en el sentido en el que están las flechas, o a la inversa si así lo requiere el caso; pero siempre teniendo cuidado de que el movimiento sea en sentido contrario uno respecto del otro.

A continuación se muestra un esquema de la plataforma de nivelar así como la posición y el movimiento de los tornillos diametrales.



## APOYO HORIZONTAL

2-La línea de colimación debe estar sobre un plano vertical que pase por el eje de figura del anteojo.

Esta corrección se ejecuta eligiendo un punto fijo lo mas lejos posible. Se nivela perfectamente el instrumento y se pone en cero, se visa el punto escogido, valiéndose del movimiento general inferior del instrumento, haciendo coincidir el cruzamiento central de los hilos de la retícula con el punto. Se paralizan los movimientos, para enseguida dar al anteojo una vuelta de campana, después se hace recorrer el limbo  $180^\circ$  exactos, se fija el limbo horizontal cuidando de rectificar que la nueva lectura angular de los  $180^\circ$  no se haya desarreglado, si no hay concordancia, nos valemos del tornillo tangencial del limbo horizontal para hacer coincidir el objeto visado con el centro de la retícula. Se lee el ángulo de desviación y con el mismo tornillo tangencial, moviéndolo en sentido inverso, se hace retroceder el anteojo la mitad del ángulo leído. El objeto a que se hizo coincidir con el centro de la retícula retrocederá y se le vera en a', mitad del ángulo en desviación. Valiéndose de los tornillos de la retícula, se hará coincidir el cruzamiento de los hilos con el objeto en su nueva posición.

Después de este trabajo muy poco quedara desviada la línea de colimación y repitiendo la operación muy pronto quedara correcta.

Se debe procurar que el objeto visado esté lo más lejos posible, recordando que mientras mas lejos este el objeto, mejor se ejecuta la corrección.

## APOYO HORIZONTAL



3- Los hilos de la retícula deben estar, respectivamente sobre un plano vertical y otro horizontal.

Todas las retículas tienen sus hilos perpendiculares entre sí; por consiguiente, si uno de los hilos se coloca en posición vertical, el perpendicular guardara una posición horizontal.

Para esta corrección se manda suspender una plomada a una distancia en donde el hilo sea visible. Se nivela bien el aparato, se hace coincidir el cruzamiento central de los hilos de la retícula, con el hilo de la plomada, y se observa si el hilo vertical de la retícula se confunde con la plomada, si esto ocurre, el hilo esta correcto, de lo contrario se corrige el hilo, fijando muy bien todos los movimientos del instrumento, incluso los del antejo, cuidando que el centro de la retícula (la intersección de los hilos) se vea sobre el hilo de la plomada. Con los tornillos de la retícula

## APOYO HORIZONTAL

se hacen coincidir ambos hilos: el de la plomada y el vertical de la retícula.

Al hacerse esta corrección debe tenerse mucho cuidado de que el instrumento permanezca sin movimiento, sirviendo de testigo el hilo de la plomada, de la cual no debe separarse el hilo vertical, pues de suceder se desarregla la línea de colimación.

4-La línea de colimación debe moverse sobre un plano vertical.

Esta condición se satisface cuando estando cuidadosamente nivelado el instrumento, la altura de los apoyos o columnas del anteojo son iguales.

La revisión consiste en suspender una plomada lo mas cerca posible del instrumento, con la condición de que se vea el hilo de esta. Se nivela perfectamente el instrumento. Se visa el hilo de la plomada, lo mas alto que lo permita el anteojo. Se fijan todos los movimientos excepto el del anteojo. Se hace girar el anteojo de arriba abajo. Si el anteojo esta bien nivelado y la altura de los apoyos es igual, la intersección de la retícula cortará el hilo de la plomada, en todo su movimiento. Si no sucede así ,se hace la corrección valiéndose de un tornillo especial que trae uno de los apoyos y que sirve para modificar su tamaño alargándolo o acortándolo.

### 3.6- METODOLOGÍA.

El levantamiento horizontal, debe abarcar el área completa del terreno y esto se realiza por medio de una poligonal cerrada apoyada de una poligonal abierta. Para determinar los ángulos horizontales de cada vértice, se realizan repeticiones angulares

## APOYO HORIZONTAL

que consisten en medir varias veces el mismo ángulo acumulando las lecturas y realizando en cada una de las estaciones los siguientes pasos:

a) Una vez centrado y nivelado el aparato, se pone en ceros, y después se fija el movimiento particular.

b) Con el movimiento general, se dirige en anteojo a visar el vértice de atrás y se fija dicho movimiento.

c) Soltando el movimiento general se visa el vértice de adelante y se toma la lectura del ángulo horizontal.

d) Fijando la lectura en el vernier, se visa nuevamente al primer punto.

e) Soltando el movimiento particular, se dirige la visual nuevamente al punto requerido, mientras acumulamos el valor del ángulo.

f) Hacemos las repeticiones de este procedimiento, el número de veces que creamos necesario y el valor angular más confiable entre las dos estaciones será la última lectura dividida entre el número de repeticiones hechas.

g) La medición de las distancias horizontales se realizarán durante el cambio de estaciones con un mínimo de dos veces en ambos sentidos.

A continuación se presentan los datos y cálculos del levantamiento topográfico correspondiente al control horizontal de la poligonal envolvente del relleno sanitario Prados de la Montaña.

### **Radiaciones**

Sucede muy a menudo que desde una estación se distinguen uno o más puntos que tienen que hacerse figurar en el plano y que para situarlos con métodos comunes resultaría un trabajo muy largo, así que para simplificarlo se emplea el método de radiaciones, este método fue el empleado en el levantamiento de los componentes del relleno, tales como líneas de extracción de biogás, bancos de nivel y trampas, canales y cunetas, además de pararrayos, construcciones y accesos tanto peatonales como viales.

Consiste en establecer puntos auxiliares distribuidos dentro del relleno, partiendo de uno o varios puntos de la poligonal envolvente, con el fin de obtener una mejor visibilidad desde cada una de las estaciones auxiliares, una vez que estamos sobre cualquiera de los nuevos puntos, visamos el punto de la poligonal envolvente que dio origen a los nuevos puntos de apoyo, y orientamos el aparato teniendo en cuenta el azimut de partida del punto de la poligonal perimétrica al punto en donde nos situamos; todo esto para comenzar a radiar todos los puntos de interés, en caso de utilizar un teodolito se anota el ángulo vertical y el horizontal, así como medir la distancia del punto de donde se encuentra el aparato al punto que esta siendo radiado; en este caso se utilizo una estación total que al ser orientada con uno de los puntos de la poligonal perimetral, proporciona directamente la ubicación del punto radiado por medio de coordenadas X, Y y Z, para después almacenarlo en memoria y bajar los datos por medio de un software a un PC para ser procesados. Pero de no utilizar la memoria del aparato, el registro puede ser llevado en la libreta, anotando datos como el ángulo

## APOYO HORIZONTAL

vertical, ángulo horizontal, distancia horizontal o inclinada, así también como las coordenadas X, Y y Z , cuidando de introducir las variaciones en los valores de la altura del aparato en el caso de cambios de estación y en la altura de los prismas , dependiendo de la visibilidad que permita el terreno o los mismos componentes de este.

### **3.7- SOFTWARE EMPLEADO**

El software con el que se procesa la información permite presentarla en forma tabular y grafica con ayuda de Excel, Autocad y su herramienta Civilcad.

La hoja de calculo que proporciona Excel, tiene la capacidad de guardar los datos o transformarlos en archivos de texto (ASCII), que permiten la importación y exportación de los datos a programas de dibujo o de cálculos para presentaciones, además de los vínculos que se pueden hacer entre varias hojas de calculo que facilitan y agilizan la introducción de los datos para crear las graficas comparativas o de control de la información, así también para operarse entre ellos.

Civilcad es un programa diseñado para usarse fácilmente trabajando en conjunto con Autocad versión 14 y 2000, contiene extensa ayuda en español y rutinas útiles para anotación automática de datos en líneas y arcos; generación de cuadros de construcción y de curvas, reportes de puntos geométricos, memorias descriptivas y técnicas, resumen de áreas, dibujo de polígonos y muchas mas utilerías, además de no necesitar de otros requisitos de computo aparte de los que ocupa Autocad para funcionar correctamente.

## APOYO HORIZONTAL

Mientras que Autocad es un programa de dibujo técnico, por lo cual es de un uso muy generalizado en ingeniería, arquitectura así como en otras disciplinas. Por medio de este paquete se podrán reproducir dibujos bidimensionales, definir modelos tridimensionales o imprimirlos bajo cualquier parámetro de escalas, para ello el usuario cuenta con herramientas de dibujo extremadamente precisas, comandos de edición para borrar, rotar, cortar, cambiar escala, comandos para incluir textos, y para acotar en forma automatizada.

La definición de tres dimensiones de un objeto permite construir en pantalla, una maqueta de este, y por medio de los estándares de transferencia llevarlo a paquetes que permiten una visualización con texturas, luces, sombras y color o simplemente generar una animación del mismo.

El usuario también puede cambiar su ambiente de trabajo y administrarlo en forma más eficiente.

### **3.8- ELABORACIÓN DE PLANOS.**

La construcción del plano de los trabajos ejecutados se puede hacer de varias maneras, sin embargo, el mejor y más utilizado método es por medio de coordenadas. En este método todos los puntos se sitúan valiéndose de sus coordenadas.

Para construir por este método es indispensable tener concluido el cuadro de construcción de donde obtendremos las coordenadas de cada punto que deseamos plasmar en papel. En la actualidad con la ayuda de paquetería como el Autocad, Civilcad, Excel, TXT, o el mismo software con el que cuenta la estación total, el tiempo en la elaboración de los planos se ha reducido

## APOYO HORIZONTAL

considerablemente. La elaboración de los planos del relleno se llevo a cabo de dos maneras:

Gravando las coordenadas de los puntos en la memoria de la estación en el momento en que se levanto el terreno, ya gravadas las coordenadas de los puntos obtenidos, se utilizo el programa TXT , mismo que sirve para bajar toda la información de la estación total a una PC , esta información en el momento de encontrarse dentro de la PC ,automáticamente es plasmada en el programa Autocad como puntos, mismos que ya se encuentran orientados hacia el norte , debido a que fueron almacenados en la memoria de la estación al mismo tiempo que se levantaba el terreno .La segunda manera fue capturando las coordenadas en una hoja de Excel y salvando la hoja en un formato delimitado por espacios para poder ser llamado con ayuda del programa Civilcad que configura y representa las coordenadas en puntos dentro de una hoja de Autocad.

Una vez plasmados los puntos, con ayuda del programa Autocad o Civilcad, unimos los puntos con líneas, buscando obtener una mayor semejanza con la forma del terreno, las tuberías de extracción de biogás, los canales, registros calles construcciones etc., en la mayoría de los casos se hizo la identificación sobre el plano de estos componentes, con rotulaciones que indican su nombre y símbolos , además se coloco un cuadro de construcción que contiene todos los puntos con sus coordenadas, distancia entre ellas y rumbos de la poligonal cerrada o de apoyo , todo esto para tener una mejor referencia de todos los puntos que aparecen en el plano; algunos de los puntos , como los que forman las construcciones , delimitan cercas, vialidades ,registros etc no es necesario que aparezcan en el plano ,ya que con la unión de las líneas ,los componentes antes mencionados son definidos de tal forma que si se encontraran en el plano los

## APOYO HORIZONTAL

puntos que las definen , este se saturaría, o algunos de ellos podrían crear una confusión en la interpretación del plano.

La escala del plano es manipulable a placer ya elaborado el plano ya que la paquetería es muy amigable en este sentido, por lo que no se tiene que crear un nuevo plano y solo escalar este para obtener la escala deseada.

El plano debe contener el nombre de la propiedad, Municipio, Distrito y el Estado a que pertenece. La superficie en hectáreas y metros cuadrados. La escala y los rumbos astronómicos de cada uno de los lados , así como su dimensión si sus lados son pocos , tanto el rumbo como su dimensión se pueden poner sobre los mismos lados , pero si estos son muchos , entonces es mas conveniente poner los datos en un cuadro especial, debe ponerse también el meridiano astronómico con su declinación correspondiente , además es muy conveniente para el buen aspecto del plano que las letras utilizadas sean sencillas y proporcionales a lo que sus textos indiquen en él.

## CAPITULO IV

### APOYO VERTICAL

#### 4.1-CONTROL VERTICAL

El objetivo del control vertical, es la delimitación del área por servir, estableciendo los puntos de partida y de cierre de las operaciones de nivelación de la brigada de topografía; cuando se realizan estos trabajos se deben establecer bancos de nivel de cota conocida o supuesta, dejando marcas permanentes para la localización de detalles, los cuales sirven de referencia durante los siguientes trabajos.

Para realizar el control vertical de la superficie se deberán establecer redes de control a lo largo de la zona de interés, estableciendo diversos bancos de nivel, los cuales se deberán vincular de preferencia a la Red Nacional de primer orden, pero si los bancos de la red se encuentran lejos, o no son muy confiables, la red de nivelación se puede establecer como un control vertical independiente, asignándole una elevación arbitraria.

La nivelación tiene por objeto determinar las alturas de unos puntos con respecto a otros, medida sobre la vertical que pasa por esos puntos. La nivelación puede ejecutarse de dos maneras.

- 1-Por métodos directos o sea, nivelación topográfica.
- 2-Por métodos indirectos.

Se da el nombre de, nivelación topográfica a la que nos brinda la diferencia de altura apreciada. La nivelación topográfica necesita del uso del nivel fijo, estatales de aluminio o madera graduados verticalmente.

## APOYO VERTICAL

Los métodos indirectos son los que nos dan a conocer la diferencia de alturas por medio de operaciones y observaciones especiales, y de cálculos adecuados a la clases de observación que se hacen.

La nivelación topográfica, por su precisión es la mas usada en las operaciones comunes. Generalmente el problema consiste en determinar la cota de un punto respecto a otro , cuya altura sobre el nivel del mar es conocida, o se le asigna una cota arbitraria al punto de partida, que sea de un valor alto para que los puntos de liga o PL , y los puntos de cuya cota se desee determinar no resulten negativos.

Al ejecutarse la nivelación entre dos puntos, pueden presentarse dos casos:

1-Puede determinarse la diferencia de altura entre dos puntos con una estación y una sola observación.

2-Para determinar la diferencia de altura, hay necesidad de hacer varias estaciones.

La nivelación en el primer caso lleva el nombre de nivelación simple. En el segundo caso se dice que es nivelación diferencial compuesta.

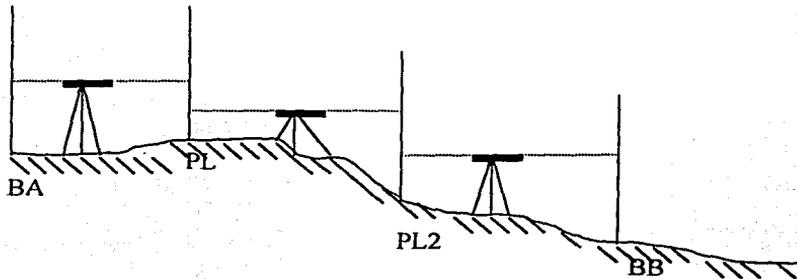
Para el control de los bancos de nivel y trampas; de las tuberías de extracción de biogás se realizo una nivelación diferencial compuesta, debido a que los puntos extremos de las líneas rectas que se forman entre los componentes y cuya elevación se desea conocer, están muy lejos uno del otro o existen obstáculos intermedios; se realizo una lectura al estadal colocado atrás y adelante del aparato; tantas veces como sea necesario, estableciendo puntos intermedios llamados puntos de liga (PL),

## APOYO VERTICAL

estos puntos, una vez establecidos sirven como una ruta de nivelación para cada cambio de instrumento, por ejemplo:

Si deseamos conocer el desnivel entre los bancos de nivel A y B, colocamos un estadal en BA, situamos el nivel en cualquier lugar desde el cual tengamos una buena visibilidad del primer estadal, después hacemos la primera lectura de este y la anotamos en el registro de campo, ahora dirigimos la visual hacia el otro estadalero que marcara un punto de liga (PL) del cual haremos la lectura adelante, y también la anotamos en el registro de campo; cambiamos de posición el nivel y hacemos una segunda lectura atrás con la visual en el estadal colocado en el (PL), después cambiamos la visual hacia un nuevo (PL) o al BB para hacer lectura adelante, este procedimiento cambiara dependiendo de la distancia o visibilidad que haya entre bancos de nivel o puntos cuya elevación deseamos obtener.

Este procedimiento se muestra en la siguiente figura:



Nivelación diferencial compuesta.

Las mismas operaciones se efectúan en cada golpe del nivel.

## APOYO VERTICAL

Para comprobar si esta correcto el trabajo, se puede hacer una nivelación de ida y vuelta y comprobar en un banco de nivel cercano al final de la nivelación y el error máximo debe de estar dentro de la tolerancia en donde k es el desarrollo de toda nivelación en kilómetros.

### 4.2- EQUIPO Y DESCRIPCIÓN

Nivel automático TOP-CON C-46

La sencillez del diseño de este nivel automatizo de alta precisión tiene una construcción robusta, lo que le permite resistir todos los movimientos comunes y las vibraciones en su manejo normal y choques de transportación.

#### 1-Resistencia de vibración y choque

El compensador automático, ha sido diseñado para resistir fuertes choques y vibraciones. Proporciona exactitud y estabilidad en las temperaturas de  $-10^{\circ}\text{C}$  a  $50^{\circ}\text{C}$ .

#### 2-Imagen recta a través de un prisma especial

Un sistema óptico diseñado especialmente, con un mínimo de lentes y prismas, da mas claridad, imagen firme combinada con alta magnificencia.

#### 3-Cabeza para rápida instalación

Tripode de cabeza plana utilizado en la mayoría de los instrumentos tipo europeo, teniendo  $5/8 \times 11$  de paso

## APOYO VERTICAL

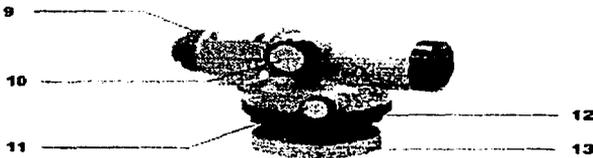
### 4-Círculo horizontal claramente legible

El círculo horizontal puede ser girado y fácilmente volverlo a colocar en cero con un botón.

### Especificaciones

Imagen	Erecta
Apertura del objetivo	33 mm
Campo de vista	1°30'
Amplificación	32x
Campo visual mínimo	0.9 m
Estadía constante	100
Constante adicional	0
Rango de operación del compensador	+ -12'
Graduación del círculo horizontal	1°
Sensibilidad del nivel circular	8'/2 mm
Peso del instrumento	1.3 kg

## APOYO VERTICAL



- 1-PUNTERIA
- 2-LENTE OBJETIVOS
- 3-ESPEJO DE LA BURBUJA
- 4-OCULAR
- 5-NIVEL CIRCULAR
- 6-CUBIERTA DEL CIRCULO HORIZONTAL
- 7-TORNILLO DE AJUSTE DEL NIVEL CIRCULAR
- 8-TORNILLO NIVELADOR
- 9-CUBIERTA DE AJUSTE DE LA RETÍCULA
- 10-BOTON DE ENFOQUE
- 11-TORNILLO TANGENCIAL
- 12-ARILLO PARA MOVER EL CIRCULO HORIZONTAL
- 13PLATO-BASE

### 4.3- REVISIÓN Y AJUSTES

-Un hilo de la retícula debe ser horizontal, es decir perpendicular al eje de rotación.

-La línea de colimación debe coincidir con el eje de la figura del tubo del anteojo. Se revisa viendo un punto en el cruce de los hilos, flojas las abrazaderas, y seguirá el anteojo dentro de ellas hasta que el nivel quede arriba y el punto debe permanecer en el cruce de los hilos. En caso contrario se corrige moviendo los tornillos opuestos de la retícula ,simultáneamente con 2 punzones ,primero los horizontales y luego los verticales hasta lograr la posición correcta.

-La línea de colimación debe ser paralela a la directriz del nivel. Esta revisión se divide en dos partes:

- a) Deben quedar en el mismo plano vertical.
- b) Deben estar en 2 planos horizontales paralelos.

La revisión y los ajustes se hacen de la siguiente forma:

-Centrando la burbuja y aflojando previamente las abrazaderas, se gira el anteojo ligeramente, debiendo conservarse la burbuja al centro, si se sale se corrige el nivel, según convenga con los tornillos de calavera del movimiento lateral.

-Investigando por el procedimiento de doble posición, invirtiendo el anteojo extremo por extremo sin mover la regla es decir sacando los soportes para invertirlo y corregir la mitad del error con los tornillos que fijan el nivel al anteojo y con los niveladores la otra mitad.

-La regla debe ser paralela a la directriz del nivel.

## **APOYO VERTICAL**

Se revisa y se corrige por doble posición, girando el aparato 180° y si es necesario corrigiendo la mitad del error con los tornillos de los soportes y la otra mitad con los niveladores.

En esta forma se logra que queden paralelas entre si, la línea de colimación, la directriz del nivel y la regla.

## **4.4- PROYECTO DE BANCOS DE CONTROL ALTIMETRICO**

Con la finalidad de observar posibles variaciones en el comportamiento del sitio en relación a los asentamientos que experimenta el relleno, lo cual es muy importante de ser considerado por su estrecha relación con la generación de biogás y lixiviados; se colocaron 63 bancos de control altimétrico distribuidos en toda la superficie del relleno.

La ubicación de estos bancos nos proporciona una amplia visión sobre las zonas de riesgo para algunos de los componentes de mantenimiento del relleno, tales como la red de drenaje o la tubería de extracción forzada de biogás. Los asentamientos detectados en cada nivelación realizada a estos bancos (cada 15 días) indican que tipo de medidas se tomaran para corregir algún deterioro en los componentes antes mencionados, debido que al no ser uniforme la distribución de este material, puede presentar deformidades como la intrusión de oxígeno, filtraciones de agua o agrietamientos por lo que resulta de suma importancia el buen estado de los bancos para el monitoreo del sitio.

Estos bancos fueron hechos con cemento dentro de un tubo de plástico de 25 cm de diámetro y con una varilla de 3/8 en el centro, con una longitud de 30cm, de la cual quedan 2 cm. fuera del cemento sobre la cual se marca la elevación de dichos bancos, la distribución de algunos bancos se llevo a cabo atravesando las

## APOYO VERTICAL

tres terrazas con las que cuenta el relleno, todo esto con el fin de formar un perfil transversal para conocer el desplazamiento de los taludes , para ello se llevo a cabo la medición de las distancias entre algunos bancos de control altimétrico perfectamente alineados.

Además de los 63 bancos de control , existen dos bancos mas , que son los bancos maestros y que son de donde parte y termina todo el control altimétrico, estos bancos fueron colocados sobre concreto a las afueras del relleno , en donde el material del suelo es mas estable logrando la mayor confiabilidad de sus elevaciones y son también el principio y el fin del perfil transversal.

### 4.5- METODOLOGÍA

La nivelación se efectúa de la siguiente forma:

1-Se pone el nivel conjuntamente con el tripié en el punto deseado.

2-Se colocan los tres o cuatro tornillos niveladores a la misma altura.

3-Moviendo las patas del tripié, se coloca la burbuja del nivel en sus referencias.

4-Se procede a efectuar la nivelación como lo indica la figura.

5-Se aclaran los hilos de la reticula y se enfoca con el tornillo especial al antejo.

6-Se observa el punto de atrás y después al de adelante, haciendo la lectura en el estadal con el hilo medio.

## APOYO VERTICAL

Las mismas operaciones se efectúan en cada golpe del nivel. Para comprobar si esta correcto el trabajo, se puede hacer una nivelación de ida y vuelta y comprobar en un banco de nivel cercano al final de la nivelación y el error máximo debe de estar dentro de la tolerancia en donde  $k$  es el desarrollo de toda nivelación en kilómetros. Esta tolerancia se calcula con la siguiente formula cuando se determinan las cotas entre dos puntos conocidos.

$$T = \pm 0.02\sqrt{P}$$

En donde:

$P$  = Distancia recorrida de un banco a otro en Km

Otras formulas para el calculo de tolerancias con otro método de nivelación se presentan a continuación.

**APOYO VERTICAL**

<b>NIVELACION</b>	<b>TOLERANCIA EN METROS</b>
<b>Doble punto de liga.</b>	$T = \pm 0.015 \sqrt{P}$ <p>P =El doble de la distancia recorrida en km.</p>
<b>Por doble altura de aparato.</b>	$T = \pm 0.02 \sqrt{P}$ <p>P =El doble de la distancia recorrida en km.</p>
<b>De ida y de regreso.</b>	$T = \pm 0.01 \sqrt{P}$ <p>P = Suma de las distancias recorridas en ambas direcciones.</p>

#### 4.6- -PRECISION

En nivelación como en longimetría se determina la precisión , repitiendo las medidas o ligándolas a puntos de control.

La elevación de un banco de nivel puede obtenerse llevando hasta dicho punto, nivelaciones por rutas diferentes, o bien haciendo una nivelación en trayectoria cerrada y regresando al punto de partida.

Si cerca del final del caminamiento existe un banco de nivel o banco de nivel establecido, con precisión ,lo mas recomendable es tomar una lectura de verificación.

Los errores de cierre se comparan con los valores permisibles sobre la base, ya sea del numero de estaciones, de instrumento o de la distancia cubierta o recorrida.

La formula que generalmente se emplea para calcular el error de cierre admisible es:

$$C = m \sqrt{K}$$

En la cual C es el error de cierre permitido, en milímetros; m es un factor o constante, en milímetros, y K es la longitud del recorrido de la nivelación , en kilómetros.

Además la precisión en la nivelación depende del tipo de orden y clase a la que la nivelación pertenece, por lo que en la siguiente tabla se muestran los diferentes tipos de precisión.

A continuación se muestra una tabla para los de precisión.

**TABLA DE PRECISIONES PARA LEVANTAMIENTOS DE CONTROL VERTICAL**

ORDEN Y CLASE	PRECISION NECESARIA ENTRE BANCOS DE NIVEL
<b>PRIMER ORDEN</b>	
1er CLASE	0.57 mm.
2 a CLASE	0.7 mm.
<b>SEGUNDO ORDEN</b>	
1er CLASE	1.0 mm.
2 a CLASE	1.3 mm.

**4.7- TIPOS DE REGISTRO Y CALCULOS DE COTAS**

A continuación se muestran los registros de campo y el calculo de sus cotas de algunos circuitos de nivelación como bancos de control altimétrico, tuberías o líneas de extracción de biogás, canales y cunetas; realizados en el sitio de disposición final Prados de la Montaña obtenidos durante los trabajos de monitoreo de este, para la detección de posibles asentamientos.

**APOYO VERTICAL**

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO**

**FACULTAD DE INGENIERIA**

**LUGAR.DELEGACION ALVARO OBREGON**

LEVANTO GONZALEZ URUSQUIETA JORGE

CALCULO DONZALEZ URUSQUIETA JORDI

**NIVELACION DIFERENCIAL**

**SECCION 1**

FECHA DICIEMBRE 2001

EST	(+)		(-)	ELEV	OBS
PL	4.58	35.669		31.089	capilla
PL	4.83	40.169	0.33	35.339	S/S
PL	4.139	44.166	0.142	40.027	S/T
PL	4.475	47.994	0.647	43.519	S/V
			0.213	47.781	B-1
			0.587	47.427	B-2
			0.88	47.114	B-3
			1.97	46.024	B-4
			2.309	45.685	B-5
			0.4	47.594	B-6
			1.996	45.998	B-7
			1.208	46.786	B-8
			2.818	45.176	B-9
PL	0.529	48.38	0.143	47.851	S/T
			0.108	48.272	B-11
			0.94	47.44	B-13
			0.392	47.988	B-14
			1.527	46.853	B-15
			4.194	44.186	B-16
			3.905	44.475	B-17
PL	0.211	44.06	4.531	43.849	S/S
PL	0.4	39.683	4.777	39.283	S/S
PL	1.59	41.155	0.118	39.565	B-18
PL	4.896	45.325	0.726	40.429	B-19
PL	2.888	47.505	0.708	44.617	S/V
			1.015	46.49	B-20
			1.655	45.85	B-21
PL	0.212	48.646	1.071	48.434	B-22
			4.321	42.325	B-23
PL	0.114	41.889	4.871	41.775	S/V
PL	1.069	39.668	3.29	38.599	S/V
			3.497	36.171	B-24
			1.555	38.113	B-25
			3.521	36.147	B-32
PL	4.439	40.861	3.246	36.422	B-33
PL	4.922	45.732	0.051	40.81	S/V
PL	4.509	50.153	0.088	45.844	S/V
			1.595	48.558	B-26
			0.24	49.913	B-27
			2.786	47.367	B-28
			3.04	47.113	B-29
PL	0.227	45.506	4.874	45.279	S/V
PL	2.891	44.54	3.857	41.649	S/V
PL	0.233	40.743	4.03	40.51	B-30
PL	0.461	36.267	4.937	35.806	S/V
PL	0.603	32.876	3.994	32.273	S/S
			1.787	31.089	capilla
<b>SUMA=</b>	<b>48.218</b>	<b>SUMA=</b>	<b>48.218</b>		



**APOYO VERTICAL**  
**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA**  
**LUGAR.DELEGACION ALVARO OBREGON**  
**NIVELACION DIFERENCIAL**

LEVANTO GONZALEZ URUSQUIETA JORGE  
 CALCULO GONZALEZ URUSQUIETA JORGE  
 FECHA DICIEMBRE 2

<b>NIVELACION DE LA LINEA DE EXTRACCION DE BIOGAS A</b>					
EST	(+)	$\sum$	(-)	ELEV	OBS
	4.955	36.044		31.089	capilla
0+000.00			2.304	33.74	
0+052.74			0.337	35.707	
0+070.65			0.894	35.15	
0+.080.90			0.101	35.943	
PL	4.789	40.183	0.88	35.384	B-63
101.15			3.289	36.894	
0+128.08			4.101	36.082	
0+217.53			1.414	38.789	
0+228.36			2.203	37.98	
0+277.39			0.616	39.567	
0+288.75			1.192	38.991	
PL	3.897	43.346	0.734	39.449	S/N
PL	4.119	46.557	0.908	42.438	S/N
0+356.65			4.746	41.811	
0+374.72			2.62	43.937	
0+458.17			0.624	45.933	
0+468.15			0.829	45.728	
PL	4.787	50.327	0.997	45.58	S/S
PL	3.248	50.965	2.61	47.717	S/S
0+598.10			1.168	49.797	
0+610.09			1.718	49.247	
0+657.77			0.088	50.877	
0+687.89			1.196	49.789	
0+715.33			0.291	50.874	
0+741.53			1.786	49.179	
0+766.78			1.08	49.885	
0+789.74			2.411	48.554	
0+811.73			1.538	49.427	
0+843.00			3.036	47.929	
0+868.00			2.386	48.579	
0+891.78			3.805	47.16	
0+934.58			2.107	48.858	
0+955.55			2.864	48.101	
0+973.55			2.137	48.828	
PL	0.583	48.94	2.608	48.357	B-59
PL	0.854	45.776	4.018	44.922	S/V
1+001.89			0.874	44.902	
PL	1.743	42.553	4.966	40.81	B-64
1+073.94			1.629	40.924	
1+087.91			0.653	41.9	
1+101.68			1.032	41.521	
1+133.17			0.042	42.511	
1+169.35			1.433	41.12	
1+188.41			0.867	41.686	
PL	1.009	39.568	3.994	38.559	B-62
PL	0.571	36.742	3.397	38.171	B-24







## PRESENTACIÓN DE LA INFORMACION

# CAPITULO V

## PRESENTACIÓN DE LA INFORMACION

El reporte que se presenta y que contiene los datos obtenidos a lo largo de un mes, consta de toda la información y recomendaciones en cuanto a los asentamientos de todos los elementos del sitio así como de modificaciones, dimensiones, pendientes y ubicaciones de los mismos, como lo son bancos de control, trampas de condensado, canales y cunetas, líneas de extracción de biogás, aspersores, pararrayos, soportes etc.

La información se presenta en forma gráfica y tabular que contienen todos los datos de ese componente, como es el cadenamiento, las elevaciones obtenidas a lo largo de los años y asentamientos de los últimos meses, así como la pendiente actual, y que sirve como el indicador de cualquier ajuste que sea necesario para el caso de las líneas de extracción de biogás, canales y cunetas.

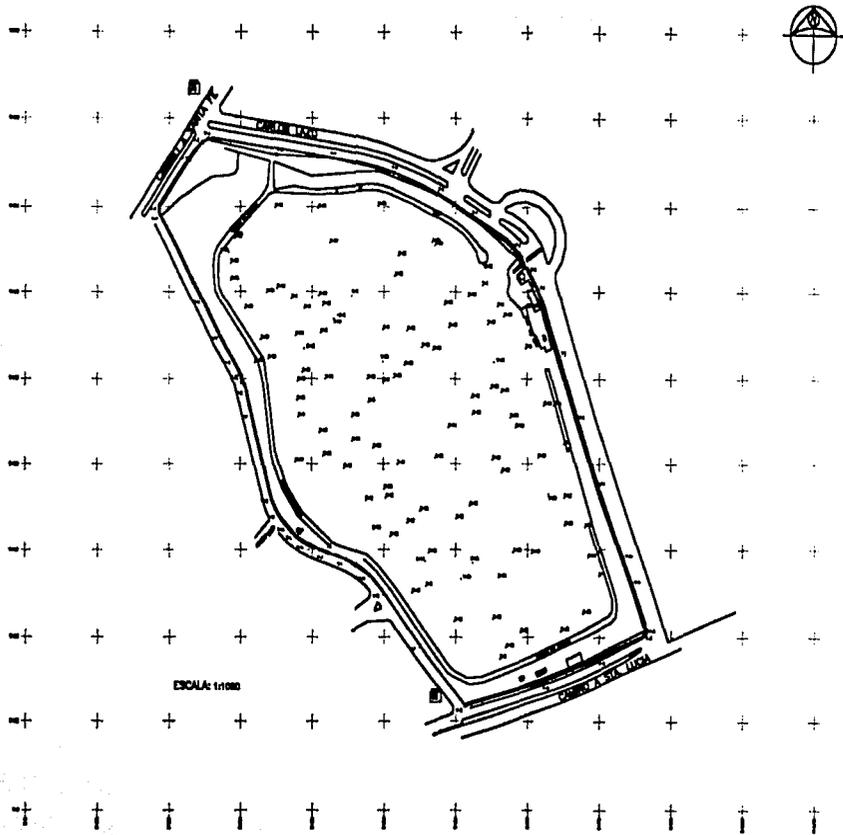
También se presentan graficas de los canales y cunetas en donde se puede apreciar sus cadenamientos, elevaciones, para así poder determinar la forma mas precisa de su corrección o ajuste.

En el caso de los bancos de control altimétrico y trampas de condensado la información comprende el numero de dicho banco o trampa para su identificación, las elevaciones de los últimos años y meses, así como la grafica de comportamiento en cuanto a los asentamientos durante estos periodos

A continuación se presentan unas muestras de dichas tablas y graficas.



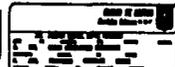
# UBICACIÓN DE BANCOS Y TRAMPAS PRADOS DE LA MONTAÑA



1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	-----

## SIMBOLOGIA

- △ VERTICE
- PARAYOTE
- BANCOS Y TRAMPAS
- PARADA DE AUTOMÓVIL



**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

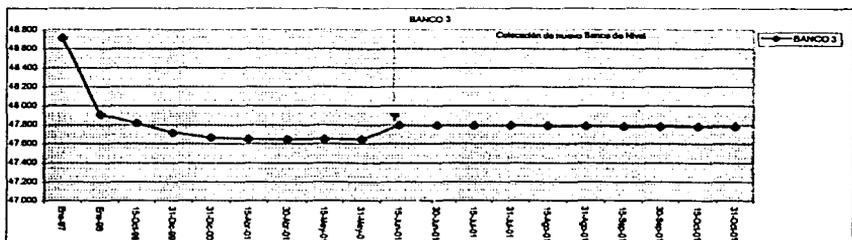
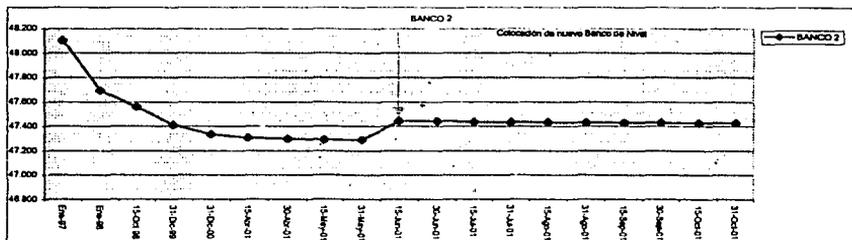
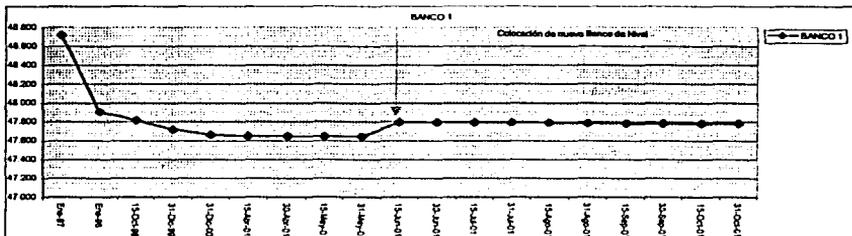




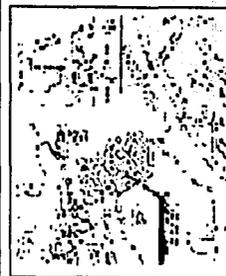
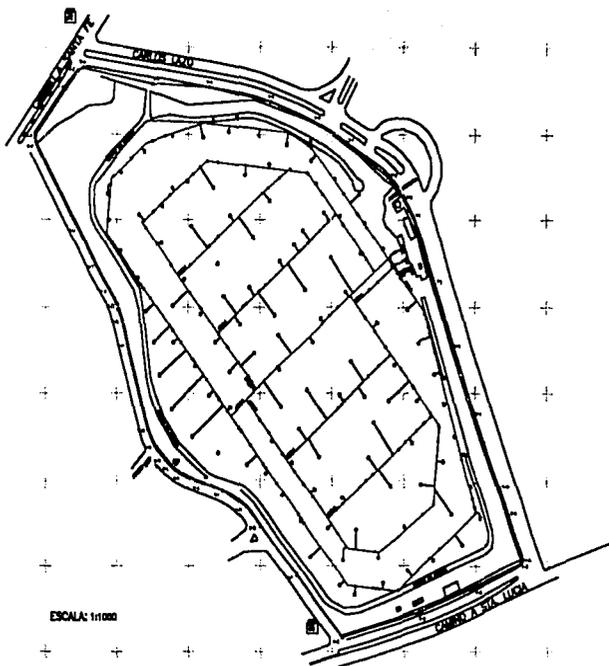
# PRESENTACIÓN DE LA INFORMACION

DIRECCIÓN DE SERVICIOS URBANOS  
 DIRECCIÓN DE TRANSFERENCIA Y DISPOSICIÓN FINAL  
 SUBDIRECCIÓN DE DISPOSICIÓN FINAL

GRAFICAS DE CONTROL ALTIMETRICO  
 DE LOS BANCOS DE NIVEL



# UBICACIÓN DE LINEAS DE EXTRACCION PRADOS DE LA MONTAÑA



NO.	DESCRIPCIÓN	COORDENADAS	OTROS DATOS
1	VERTICE		
2	PARRADA DE AUTOMÓVIL		
3	POZOS DE EXTRACCIÓN FORZADA DE RIEGOS		
4	TUBERÍA		
5	CONECTOR FLEXIBLE		

## SIMBOLOGIA

- ▲ VERTICE
- PARRADA DE AUTOMÓVIL
- POZOS DE EXTRACCIÓN FORZADA DE RIEGOS
- TUBERÍA
- CONECTOR FLEXIBLE



INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA Y CENSO (INEGI)  
 INSTITUTO TECNOLÓGICO DE AGUASCALIENTES (ITA)  
 INSTITUTO TECNOLÓGICO DE CALDERÓN DE FUERTES (ITCF)

INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA Y CENSO (INEGI)  
 INSTITUTO TECNOLÓGICO DE AGUASCALIENTES (ITA)  
 INSTITUTO TECNOLÓGICO DE CALDERÓN DE FUERTES (ITCF)

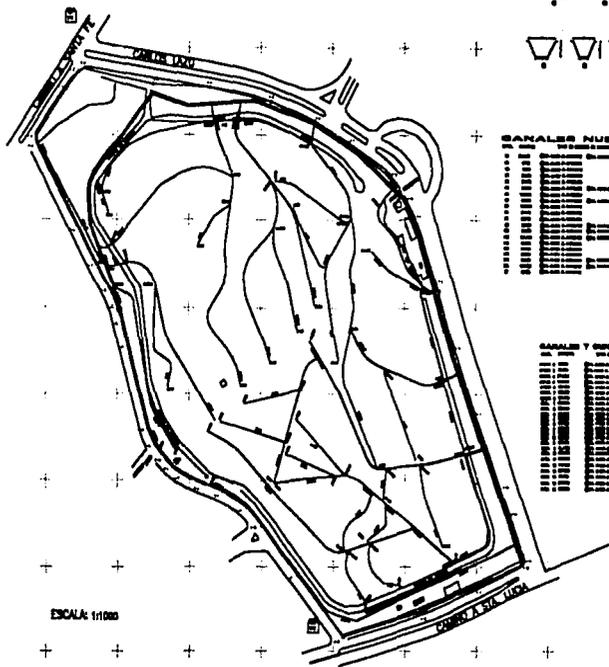
INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA Y CENSO (INEGI)  
 INSTITUTO TECNOLÓGICO DE AGUASCALIENTES (ITA)  
 INSTITUTO TECNOLÓGICO DE CALDERÓN DE FUERTES (ITCF)

INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA Y CENSO (INEGI)  
 INSTITUTO TECNOLÓGICO DE AGUASCALIENTES (ITA)  
 INSTITUTO TECNOLÓGICO DE CALDERÓN DE FUERTES (ITCF)





# PLANO DE CANALES Y CUNETAS PRADOS DE LA MONTAÑA



ESCALA: 1:1000



## CANALES NUEVOS

[Symbol]	Canal perimetral de concreto
[Symbol]	Tubo de concreto subterráneo
[Symbol]	Canal y cuneta
[Symbol]	Vertice
[Symbol]	Parada de autobús

## CANALES Y CUNETAS EXISTENTES

[Symbol]	Canal y cuneta
[Symbol]	Vertice



## SIMBOLOGIA

- △ VERTICE
- CANALES Y CUNETAS
- TUBO DE CONCRETO SUBTERRANEO
- CANAL PERIMETRAL DE CONCRETO
- ⊠ PARADA DE AUTOBUS

NO.	DESCRIPCION	LONGITUD	ANCHO	PROFUNDIDAD	TIPO	ESTADO
1	Canal perimetral de concreto	100	0.50	0.30	Concreto	Nuevo
2	Tubo de concreto subterráneo	150	0.60	0.40	Concreto	Nuevo
3	Canal y cuneta	200	0.40	0.20	Concreto	Existente
4	Vertice	1	0.30	0.30	Concreto	Nuevo
5	Parada de autobús	1	2.00	1.00	Asfalto	Nuevo



	INSTITUTO TECNOLÓGICO DE SAN MARCOS	
	DEPARTAMENTO DE INGENIERIA CIVIL	TÍTULO: PLAN DE CANALES Y CUNETAS
AUTOR: [Nombre]	FECHA: [Fecha]	ESCALA: 1:1000

PRESENTACIÓN DE LA INFORMACION

5.3-TABLAS DE CONTROL ALTIMETRICO Y PENDIENTES DE ALGUNOS CANALES Y CUNETAS, PERTENECIENTES AL DRENAJE PLUVIAL.

DRENAJE PLUVIAL  
CANAL "1"

CAN	sección meters	pendiente meters/100 m																			
0+000		49.624	49.395	49.336	49.331	49.331	49.255	49.277	49.264	49.247	49.230										
0+020	20.000	49.098	48.919	48.867	48.855	48.851	48.822	48.818	48.807	48.794	48.777	2.26%									
0+040	20.000	48.828	48.809	48.553	48.542	48.540	48.501	48.493	48.479	48.469	48.448	1.66%									
0+060	20.000	48.404	48.178	48.119	48.106	48.108	48.076	48.062	48.052	48.036	48.021	2.13%									
0+080	20.000	47.883	47.668	47.628	47.622	47.622	47.585	47.573	47.568	47.554	47.536	2.43%									
0+100	20.000	47.665	47.486	47.430	47.424	47.424	47.400	47.389	47.378	47.364	47.345	0.96%									
0+120	20.000	47.328	47.159	47.093	47.085	47.083	47.069	47.063	47.062	47.077	47.065	1.40%									
0+140	20.000	47.243	47.068	47.030	47.037	47.037	46.994	46.984	46.977	46.968	46.954	0.33%									
0+160	20.000	47.158	47.060	47.011	47.011	47.011	46.971	46.971	46.965	46.955	46.935	0.60%									
0+180	20.000	47.120	47.000	46.959	46.933	46.932	46.938	46.934	46.929	46.925	46.910	0.13%									
0+200	20.000	47.058	46.932	46.891	46.879	46.878	46.849	46.844	46.834	46.830	46.809	0.50%									
0+220	20.000	46.891	46.778	46.742	46.741	46.738	46.710	46.708	46.695	46.690	46.672	0.69%									
0+220 144	0.784	46.881	46.767	46.733	46.732	46.732	46.703	46.697	46.698	46.684	46.665	0.89%									
0+228 872	8.788	45.854	45.585	45.580	45.559	45.559	45.537	45.533	45.528	45.525	45.504	13.12%									

DRENAJE PLUVIAL  
CANAL "2"

CAN	sección meters	pendiente meters/100 m																			
0+000		47.507			47.105	47.102	47.068	47.052	47.042	47.030	47.013										
0+020	20.000	47.278			47.006	47.008	46.968	46.951	46.940	46.930	46.911	0.54%									
0+028 90	8.900	47.222	46.988	46.958	46.938	46.938	46.938	46.938	46.938	46.938	46.938	1.14%									
0+040	13.100	47.253	46.990	46.939	46.929	46.928	46.890	46.871	46.862	46.846	46.827	0.04%									
0+060	20.000	47.219	46.984	46.930	46.924	46.920	46.882	46.863	46.859	46.843	46.83	-0.02%									
0+080	20.000	47.099	46.912	46.881	46.851	46.850	46.808	46.794	46.784	46.772	46.758	0.38%									
0+100	20.000	47.073	46.886	46.816	46.809	46.805	46.765	46.752	46.742	46.732	46.718	0.20%									
0+120	20.000	46.815	46.748	46.704	46.699	46.698	46.667	46.654	46.650	46.640	46.632	0.43%									
0+140	20.000	46.431	46.231	46.197	46.188	46.189	46.179	46.169	46.159	46.128	46.117	2.58%									
0+156 4	16.400	46.235	46.093	46.047	46.043	46.041	46.003	45.992	45.981	45.969	45.955	1.00%									
0+180	3.600	46.247	46.057	46.014	46.008	46.007	45.968	45.953	45.941	45.928	45.912	1.14%									
0+180	20.000	45.958	45.778	45.737	45.733	45.731	45.639	45.637	45.637	45.660	45.642	1.35%									
0+200	2.000	45.858	45.542	45.511	45.507	45.505	45.471	45.460	45.457	45.448	45.435	10.35%									
0+205 73	5.730	45.592	45.300	45.475	45.473	45.470	45.437	45.429	45.427	45.415	45.402	0.58%									
0+220	14.270	45.866	45.587	45.530	45.530	45.530	45.503	45.494	45.490	45.480	45.467	-0.46%									
0+240	20.000	45.592	45.488	45.484	45.483	45.483	45.442	45.431	45.429	45.422	45.41	0.28%									
0+260	20.000	45.570	45.491	45.471	45.471	45.471	45.457	45.447	45.448	45.438	45.429	-0.10%									
0+285 36	5.280	45.420	45.329	45.315	45.314	45.314	45.304	45.298	45.245	45.268	45.273	3.92%									
0+273 64	8.360	42.206	43.660	43.671	43.670	43.670	43.665	43.655	43.651	43.641	43.63	19.61%									
0+280	6.360	40.925	42.208	42.183	42.182	42.182	42.185	42.177	42.172	42.168	42.151	23.25%									
0+285 4	5.400	40.158	41.381	41.370	41.369	41.369	41.358	41.358	41.357	41.357	41.34	15.02%									
0+288 32	2.820	38.742	40.693	40.858	40.857	40.857	40.847	40.847	40.847	40.843	40.829	17.50%									
0+300	11.680	37.560	40.108	40.103	40.102	40.100	40.092	40.091	40.087	40.088	40.067	6.52%									
0+320	20.000	20.000	38.699	38.671	38.670	38.670	38.665	38.665	38.665	38.664	38.662	7.03%									
0+338	16.000	16.000	37.538	37.519	37.517	37.515	37.515	37.514	37.514	37.512	37.511	7.19%									



## CAPITULO VI

### **AJUSTE DE DESNIVELES Y PENDIENTES DEL RELLENO.**

#### **6.1-PROYECTO DE LAS LINEAS DE EXTRACCIÓN DE BIOGAS.**

El sitio de Disposición final de Residuos Sólidos , Prados de la montaña cuenta con una red de diez líneas de extracción forzadas de biogás con una longitud de 5600 m. las diez líneas fueron distribuidas de forma perimetral y transversal a través de toda la superficie del terreno con la finalidad de captar la máxima cantidad de biogás para después ser transportado mediante todas las líneas de tubería al quemador principal o a los dos quemadores auxiliares, ubicados en la parte mas baja del sitio con la finalidad de ser quemado.

Con este fin las líneas están compuestas por tubos de 4,6,8, y 10 pulgadas de diámetro esta variación en el diámetro depende de las zonas donde se encuentra mayor o menor acumulación de gases.

Las líneas se encuentran ancladas por soportes ubicados a 3 m. uno del otro, con la finalidad de brindarle una mejor estructura y rigidez a la tubería, estos soportes pueden ser ajustados debido a que la tubería se encuentra sobre los durmientes de estos, lo que permite darle a la tubería mayor o menor elevación , ya que las líneas cuentan con 136 puntos de control altimétrico distribuidos en los cadenamientos los cuales marcan el final de cada tubo de la línea y que además están unidos por conectores flexibles para

## AJUSTE DE DESNIVELES Y PENDIENTES DEL RELLENO

brindar una mejor movilidad que facilite el ajuste de las pendientes que deben existir entre cada uno de los cadenamientos.

Estas pendientes tienen que ser de  $\pm 2.5\%$ , establecidas para brindar la seguridad de que el gas que transporta la tubería, corra satisfactoriamente a través de esta; existen algunas pendiente mayores al  $-2.5\%$  pero que debido a las condiciones del terreno, no afectan en nada la transportación de los gases, por el contrario, proporcionan mayor rapidez y brindan la seguridad de que los gases no se están acumulando en algunos tramos de las tuberías por el contrario si las pendientes son mayores al  $2.5\%$  ocasionaría el mal funcionamiento de la red, por que en ella existe el riesgo de estancamiento ya que se forzaría a las cajas de extracción ocasionando posibles fugas de la red de tuberías; pero este tipo de pendientes, en algunos casos no es tan alarmante, si se encuentra en la parte final de la red; esto por que el gas al llegar a los quemadores mantiene una velocidad aceptable y si la pendiente que existe en el final es superior al  $2.5\%$  pero su distancia es muy pequeña no existirá ningún problema.

Los puntos de control altimétrico colocados a lo largo de las líneas y que también nos indican los cadenamientos de la tubería nos brindan una elevación que conjunta al cadenamiento nos proporciona una pendiente por lo que si las cotas de algunos de los puntos varían, la pendiente nos indicara si necesita un ajuste de la misma por medio del los soportes o de corte y terraplén.

### **Ajuste por medio de soportes.**

El ajuste por medio de soportes se lleva a cabo subiendo o bajando la tubería por medio de los durmientes de los soportes tomando como referencia cualquiera de los bancos de control distribuidos en la zona, dándole elevación a los puntos de control

## AJUSTE DE DESNIVELES Y PENDIENTES DEL RELLENO

de la tubería y como tenemos la distancia calculamos la pendiente a la que debe de estar, marcamos la elevación que debe o deben tener los puntos del tubo, y se dispone a mover los durmientes.

### **Ajuste por medio de corte y terraplén.**

El ajuste por medio de relleno se lleva a cabo subiendo o bajando la tubería y los soportes por medio de cortes o rellenos en cada uno de los soportes de la tubería con material tepetate, en caso de rellenar no se debe exceder de 1 m<sup>3</sup> de material y en caso de requerirse un corte no debe ser mas profundo de 50 cm.

Se toma como referencia cualquiera de los bancos de control distribuidos en la zona, dándole elevación a los puntos de control de la tubería, al tener el cadenamamiento se calcula la pendiente y se marcan las elevaciones a las que deben estar los puntos de control para que cumplan con la pendiente optima.

Esta método se utiliza cuando las condiciones del terreno impiden bajar mas los durmientes de los soportes o estos no pueden subir mas de 1.80 m. de altura lo que le ocasiona una disminución en su rigidez.

## **6.2- PLANEACION DE CANALES Y CUNETAS**

El sitio de Disposición Final de Residuos Prados de la Montaña cuenta con una red de drenaje pluvial de 46 canales y cunetas de lamina galvanizada unida con remaches, además de tener una variabilidad en sus anchos y alturas, también cuenta con una longitud de 4424.78 m. lineales sobre los cuales se encuentran 320 puntos de control altimétrico (cadenamientos).

## AJUSTE DE DESNIVELES Y PENDIENTES DEL RELLENO

La proyección y el establecimiento de estos canales y cunetas requirió de un estudio de los accidentes del terreno y no del material con el que fue rellenado éste, debido a esto la distribución de los canales y cunetas principales se hizo en el perímetro del sitio, mientras que los canales y cunetas secundarias se colocaron en forma transversal al terreno, con el propósito de captar , si no toda, si la mayoría del agua, tanto de lluvia como de riego, todo esto con la finalidad de impedir las filtraciones de agua en el terreno que consiga el debilitamiento de su sello.

El arrastre de estos canales y cunetas se encuentran aproximadamente a 1m. del sello y la altura de este al terreno, varía dependiendo de lo accidentado del mismo.

Dentro del proyecto de trabajo establecido, cada mes se lleva a cabo la nivelación de estas estructuras que constituyen el sistema de drenaje a fin de verificar la funcionalidad de las mismas; la verificación se lleva a cabo nivelando los puntos de control que se encuentran en cada uno de los cadenamientos del canal y canaleta y se elaboran los perfiles correspondientes a cada tramo existente, permitiéndonos con esto, visualizar la pendiente que se observa en cada uno de los mismos, y así poder realizar la corrección de cualquier tramo que se detecte que no esta cumpliendo adecuadamente con la función para la cual fueron colocados, presentándose en tablas los registros de nivelación de cada estructura de drenaje.

La pendiente mínima optima que debe tener cada tramo de canal o cuneta para que corra el agua debe ser mayor de  $-2.5\%$  ; aunque en la mayoría de los casos, esta pendiente sea mayor, no sufrirá ningún ajuste , ya que al ser mayor, además de contar con la topografía del terreno, el agua captada en las terrazas de éste; desembocara sin ningún problema en los canales y cunetas

## AJUSTE DE DESNIVELES Y PENDIENTES DEL RELLENO

principales perimetrales, por el contrario el comportamiento no uniforme de hundimientos y asentamientos que presenta el sitio debido a la variabilidad del material del material del relleno, algunos tramos de los canales y cunetas, verán afectadas sus pendientes, ya que al ser menores a la establecida, causara el estancamiento de agua en ellas; produciéndose así un mal funcionamiento y deterioro de la red de drenaje, así como del mismo terreno, que al carecer de un escape de agua; la absorberá, ocasionando el debilitamiento de su sello y material creando grietas y ocasionando la liberación de gases a través de ellas.

El ajuste de la pendiente de los canales y cunetas se hace por medio de los puntos de control altimétrico colocados a lo largo de sus tramos y que también nos indican los cadenamientos del canal o cuneta ,asi la distancia entre cadenamientos, en conjunción con la elevación obtenida nos proporciona una pendiente; por lo que si las cotas de algunos de los puntos varían, la pendiente nos indicara si necesita un ajuste de la misma por medio de corte y terraplén.

### **Ajuste por medio de corte y terraplén.**

El ajuste por medio de corte y terraplén se lleva a cabo subiendo o bajando los canales y cunetas por medio de cortes y rellenos en cada uno de sus cadenamientos, en caso de requerirse el terraplén este se hará con material tepetate y no se deberá exceder del nivel del terreno natural; ya que de lo contrario el agua que se encuentra sobre este no podría ser captada y drenada a través de estas estructuras y en caso de requerirse un corte no debe ser mas profundo de 50 cm.

En ambos casos se toma como referencia cualquiera de los bancos de control distribuidos en la zona, dándole elevación a los puntos de control altimétrico del canal, al contar con las

## AJUSTE DE DESNIVELES Y PENDIENTES DEL RELLENO

distancias entre los puntos de control y su elevación se calcula la pendiente y se marcan las elevaciones a las que deben estar los puntos de control para que las estructuras cumplan con la pendiente optima para su mejor funcionamiento.

### **6.3- BANCOS DE CONTROL ALTIMETRICO DEFINITIVOS.**

El monitoreo o chequeo de los bancos de nivel , se lleva a cabo cada 15 días , para observar posibles variaciones. Con los datos obtenidos se realiza la identificación del comportamiento del sitio en relación a los asentamientos que experimenta el relleno, siendo esto importante al considerarse por su relación con la generación de biogás y lixiviados. De esta manera ,los 63 bancos de control altimétrico son definitivos y testigos del comportamiento del relleno por lo que no pueden recibir ajustes, como reubicación, o modificaciones en su elevación, debido a que ya cuentan con un lugar establecido sobre el relleno, esto se debe a que previamente se realizo una distribución de cada uno de ellos, además de que si se llega a modificar la elevación de alguno, el seguimiento periódico de la información de todo el conjunto de bancos de control retrazaría y crearía una errónea interpretación sobre el comportamiento de los asentamientos. Por lo tanto solo reciben mantenimiento semanal que consiste en limpiarlos de vegetación aledaña para su fácil ubicación y conservación ,además de restablecer los señalamientos de advertencia para extremar precauciones durante los trabajos de poda.

El buen mantenimiento de los bancos de control altimétrico nos ofrece una mayor confiabilidad para el monitoreo de todos los componentes del sitio, así como para realizar los ajustes necesarios.

## CONCLUSIONES

# CAPITULO VII

## CONCLUSIONES

Los rellenos sanitarios localizados en el perimetro del distrito federal son el resultado de las medidas tomadas por el hombre en el presente , apegándose a procedimientos razonables y control que prevenga repercusiones en el futuro.

Además el crecimiento urbano y comercial incrementa la problemática ya que los factores de orden social, demográfico, geográfico, económico e incluso político son el origen de soluciones implementadas que contemplan un avance sistemático que permita el monitoreo de estas zonas; debido a los excesivos costos que presenta y a los bajos presupuestos con los que se cuenta.

Por tal motivo se crean programas de regeneración, monitoreo y control de las zonas que tengan un mayor riesgo en el impacto económico-social como en la zona de la delegación Álvaro Obregón.

Desde que los asentamientos humanos se realizan en zonas de desechos sólidos, el sector publico y privado han realizado recomendaciones para evitar que este conflicto siga creciendo, pero a pesar de los intentos realizados, no es posible crear sitios de disposición final que no tengan un impacto considerable en el medio ambiente y que además conserve la estética de la zona en caso de requerirse.

Durante años se han ejecutado varios estudios y proyectos para la rehabilitación de las zonas de confinamiento de desechos sólidos,

## CONCLUSIONES

aplicando distintos criterios en los sitios ya clausurados los cuales pueden ser desde el reforzamiento con geomembrana de polietileno la cual se protege con material limo-arcilloso con una capa de 40 a 50 cm de espesor , para contener el lixiviado formado por la descomposición de los desechos sólidos y así evitar migración hacia el subsuelo de estos líquidos que contaminarían los mantos acuíferos, la capa de material limo-arcilloso que se coloca para protección de la geomembrana es necesaria para evitar que materiales punzo cortantes dañen a la misma, así también como una extracción moderada de biogás.

Debido a las características tan especiales que presentan por su descomposición los desechos sólidos se detectan asentamientos irregulares, los cuales se presentan como consecuencia, debiendo aplicarse técnicas determinadas para el monitoreo y control del sitio las cuales deben ser flexibles y aceptables a las condiciones de cada uno de los rellenos sanitarios. Un relleno sanitario que cuente con un mantenimiento adecuado, proporcionara mejores resultados a un bajo costo.

A pesar de los diversos trabajos de estudios, análisis y control topográfico correspondiente que se realizan para llevar a cabo los trabajos de monitoreo y mantenimiento; esta problemática sigue creciendo, a pesar de que se han obtenido avances, son mínimos teniendo en cuenta que debido a los asentamientos humanos cerca de los rellenos sanitarios crecen cada vez mas, por lo que el análisis de la ubicación y distribución así como el control y creación de sitios de disposición final es cada vez mayor.

Por ultimo cabe señalar que el control topográfico empleado en el sitio de disposición final Prados de la Montaña fue diseñado para monitorear las tuberías de extracción de biogás que se encuentran en la superficie.

# **BIBLIOGRAFIA**

**Brinker, Russell C Y Wolf, Paul R. Topografía Moderna. California E.U.A. Harla, 1982.**

**Raymond E. Davis, Tratado de Topografía, 3ª edición España, Ed. Aguilar S.A. 1979.**

**Sánchez Gómez Jorge, Estaciones de Transferencia de Residuos Sólidos en Áreas Urbanas, 1ª edición, México, Instituto Nacional de Ecología, 1996.**

**Trejo Vázquez Rodolfo, Procesamiento de la basura urbana, 3ª edición, Trillas, México, 1999.**

**Llanas Fernández Roberto y otros, Residuos Sólidos y Ecología en México (una visión histórica), 1ª edición, Instituto Nacional de Ecología, México, 1996.**

**Montes de Oca Miguel, Topografía, 4ª edición, Editorial Representaciones y Servicios de Ingeniería S.A. México, 1985.**

**Brambila, Alejandro. Topografía. México.**

**Toscano, Ricardo. Métodos topográficos. México; editorial Porrúa.**