



ESTACION PANTITLAN
MEXICO D.F.

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MÉXICO**

FACULTAD DE INGENIERÍA

**CONTROL TOPOGRÁFICO DE LA
ESTACIÓN PANTITLAN PERTENECIENTE
AL SISTEMA DE TRANSPORTE
COLECTIVO METRO.**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

INGENIERO TOPOGRAFO Y GEODESTA

P R E S E N T A:

FERNANDO POPOCA QUINTERO

ASESOR : ING. ADOLFO REYES PIZANO



MÉXICO D.F.

2001



Universidad Nacional
Autónoma de México



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.



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERIA
DIRECCION
FING/DCTG/SEAC/UTIT/0107/01

Señor
FERNANDO POPOCA QUINTERO
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 tesis de su examen profesional de INGENIERO TOPOGRAFO GEODESTA.

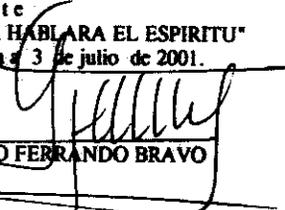
"CONTROL TOPOGRÁFICO DE LA ESTACIÓN PANITTLÁN PERTENECIENTE AL SISTEMA DE TRANSPORTE COLECTIVO METRO"

- I. INTRODUCCIÓN
- II. SITUACIÓN PROBLEMÁTICA
- III. RECONOCIMIENTO DEL CONJUNTO PANITTLÁN
- IV. LEVANTAMIENTO PLANIMÉTRICO DEL CONJUNTO PANITTLÁN
- V. CONTROL TOPOGRÁFICO VERTICAL
- VI. ANÁLISIS Y RESULTADOS
- VI. 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 3 de julio de 2001.
EL DIRECTOR


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

MIS MÁS SINCEROS

AGRADECIMIENTOS

DESDE HOY ME PROMETO

Desde hoy me prometo:

Adeptar una disciplina basada en principios sanos y sujetarme a ellos por propia voluntad.

Evitar dudas y preguntar, si es necesario.

Estudiar y leer todo aquello que pueda hacerme valer cada día más.

Tolerar una reprobación justa y no tratar de justificarme al cometer un error.

No dar por terminada una tarea o trabajo alguno sin tener la certeza de que está correcto.

Hacer siempre en mi trabajo lo mejor.

Siempre buscar el modo de hacer hoy lo de hoy, y hacerlo mejor.

Ser amable, alegre y cordial en todo momento.

Ahorrar una parte de mi sueldo cada mes.

Tener todos los mejores hábitos de limpieza personal y vestirme de forma apropiada.

Agradecer al Creador por lo que me concede diariamente, aún sin pedirlo.

Este trabajo y todo lo que he hecho con el fin de superarme se lo dedico a mi familia:

A mi Papá es por:

Su gran apoyo hacia mí desde niño y en todas las cosas que yo hago, por su lucha permanente de seguir adelante, haciéndole frente a todas las adversidades para llevarnos hasta donde estoy ahora.

A mi Mamá es por:

Todos los sacrificios que hace siendo estos el resultado de lo que he logrado hasta el día de hoy su amor y gran paciencia para conmigo.

A mi hermano José Luis es por:

Su gran apoyo en lo que realice y por el que ha sido el gran ejemplo que siempre un hermano quisiera tener.

A mi hermana Mary es por:

Por ser ella misma, la que nosotros esperamos que logre más aún de lo que nosotros hemos logrado, esperando que lo que hemos hecho sea una guía para su éxito.

A la Universidad Nacional Autónoma de México es por:

Haberme dado la oportunidad de pertenecer a ella misma y prepararme con plena libertad, gracias a cada una de las personas que participaron directamente o indirectamente en mi formación como profesionalista

A los profesores de la Facultad de Ingeniería es por:

Compartir sus conocimientos y experiencia desde mi ingreso a esta facultad.

Especialmente quiero agradecerle al Ing. Adolfo Reyes Pizano su colaboración como director de esta tesis y al Ing. Benito Gomez Dana por todo su ayuda para la realización de la misma.

A todos mis compañeros de la carrera es por:

Su amistad y su participación dentro del Proyecto del Conjunto Puntillas, sin la cual no podría haber realizado la presente tesis

INDICE

INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I. SITUACIÓN PROBLEMÁTICA	2
1.1 Antecedentes	2
1.2 Definición de la situación problemática.	5
1.3 Descripción de la estructura Línea 9.	5
1.4 Descripción de la Climatización de la Línea 9	7
1.5 Características geográficas y factores naturales del lugar	8
1.6 Consecuencias derivadas de la problemática en la línea 9	11
CAPÍTULO II. RECONOCIMIENTO DEL CONJUNTO PANTITLAN.	14
II.1 Reconocimiento en la Línea 9	15
II.2 Reconocimiento en la Línea A	17
II.3 Reconocimiento de Pasarelas	18
II.4 Reconocimiento de puentes peatonales cercanos al Conjunto Pantitlan	18
II.5 Reconocimiento del Cajón del Río Churubusco	21
II.6 Reconocimiento de las zonas afectadas para la posible instalación de los bancos de nivel superficiales y el banco de nivel profundo	22
CAPÍTULO III. LEVANTAMIENTO PLANIMÉTRICO DEL CONJUNTO PANTITLAN	24
III.1 Descripción del Equipo Topográfico utilizado	24
III.1.1 Teodolito Electrónico T1600	24
III.1.2 Distanciómetro DI 1600	27
III.1.3 Configuración del Teodolito Electrónico y el Distanciómetro	27
III.1.4 Reflectores o Prismas	28
III.1.5 Tipos de Mascarillas existentes en el display del Teodolito	29
III.1.6 Tipos de mensajes de los errores mas frecuentes	30
III.1.7 Ajustes del Teodolito Electrónico y del Distanciómetro DI 1600	32
III.1.8 Constantes de los Reflectores o Prismas	33
III.2 Equipo de Computo y Periféricos	34
III.3 Software empleado	35
III.4 Método de Levantamiento	39
III.4.1 Metodología empleada en Levantamiento Planimétrico de la Poligonal Principal y la de Apoyo	39
III.4.2 Cálculo y Ajuste de los datos de la Poligonal Principal y de Apoyo	41
III.4.3 Metodología empleada en el Levantamiento a detalle del Conjunto Pantitlan	44
III.4.4 La importancia de la realización del croquis en la libreta de tránsito	46
III.4.5 Dibujo de los Planos	46
III.5 Posicionamiento GPS (Sistema de Posicionamiento Global)	50
III.5.1 Descripción del sistema de posicionamiento global	50
III.5.2 Descripción del Receptor GPS utilizado	52
III.5.2.1 Operación del Teclado	52
III.5.2.2 Introducción de datos	53
III.5.2.3 Revisión de los mensajes	53
III.5.2.4 Capacidad de almacenamiento	53
III.5.2.5 Precisión del Receptor GPS SRVY II	54

III.5.3 Metodología empleada y planeación del posicionamiento	53
III.5.4 Posicionamientos realizados en la Línea base 2-3	56
III.5.5 Resultados	61
IV. CONTROL TOPOGRÁFICO VERTICAL	63
IV.1 Establecimiento de los puntos de control interiores y exteriores de la Línea A	63
IV.2 Bancos de Nivel utilizados en el control topográfico vertical	65
IV.2.1 Instalación del Banco de Nivel Profundo	67
IV.3 Descripción del Equipo Topográfico utilizado	70
IV.3.1 Pruebas realizadas al Nivel Automático NA2	73
IV.4 Nivelaciones de Precisión de 2° orden	74
IV.4.1 Especificaciones para Nivelaciones de Precisión de 2° orden	75
IV.4.2 Tipos de Registros utilizados en las Nivelaciones de Precisión de 2° orden	76
IV.5 Nivelación de Precisión de 2° orden del BNP Cerro del Peñón a BNS Guadalupe Sur	76
IV.6 Nivelación de precisión de 2° orden del BNS Guadalupe Sur a los Puntos de Control Línea A	79
V. ANÁLISIS Y RESULTADOS	81
V.1 Velocidades de Hundimiento Relativo	81
V.1.1 Velocidad de Hundimiento Relativo de los Puntos de Control de la Línea A Interiores y Exteriores con respecto a la zapata Trapezoidal	81
V.1.2 Velocidad de Hundimiento Relativo de los Puntos de control de la Línea A Interiores y Exteriores con respecto al Banco de Nivel Superficial Guadalupe Sur	96
V.1.3 Velocidad de Hundimiento Relativo de los Puntos de la Poligonal Principal con respecto al Banco de Nivel Superficial Guadalupe Sur	107
V.2 Velocidades de Hundimiento Absoluto	110
V.2.1 Velocidad Hundimiento Absoluto del Banco de Nivel Superficial Guadalupe Sur	110
V.2.2 Velocidad de Hundimiento Absoluto del Banco de Nivel Profundo con respecto al Banco de Nivel Profundo del Cerro del Peñón	111
V.2.2.1 Problemas surgidos por el Hundimiento del Banco de Nivel Profundo	112
V.2.3 Velocidad de Hundimiento Absoluto de los Puntos de control de la Línea A Interiores y Exteriores	113
V.2.4 Velocidad de Hundimiento Absoluto de los Puntos de la Poligonal Principal	124
CONCLUSIONES	127
BIBLIOGRAFÍA	128

INTRODUCCIÓN

***CONTROL TOPOGRÁFICO DE LA ESTACIÓN PANTITLÁN
PERTENECIENTE AL SISTEMA DE TRANSPORTE
COLECTIVO METRO***

INTRODUCCIÓN

Uno de los problemas que mas afecta a las grandes urbes es el de los hundimientos de las pesadas estructuras de los edificios y la Ciudad de México no ha sido la excepción. Es por ello que tanto el Gobierno de la Ciudad de México, como institutos de Investigación, se ven en la necesidad de crear planes y/o soluciones para reducir este fenómeno.

En la Ciudad de México actualmente se han concluido seis etapas de la Red del Metro, en donde hasta 1998 según el Programa, la Red del Metro suma 201 kilómetros y 175 estaciones. Entre las cuales forma parte como una de las más importantes por tener uno de los mas altos volúmenes de usuarios por día, la terminal Pantitlán, la cual se ha denominado Conjunto Pantitlán por ser terminal de las líneas A, 1,5 y 9, el cual está constituido por tres cuerpos de construcción que alojan las instalaciones de las estaciones de las líneas antes mencionadas, así como por pasarelas elevadas, distribuidores, pasos peatonales, paraderos de autobuses, pasarelas subterráneas y un estacionamiento subterráneo. En particular, desde el inicio de operaciones de la Línea 9 del Sistema de Transporte Colectivo Metro (STC) en Agosto de 1987 se detectaron deformaciones a lo largo de dicha línea, así como en estructuras adyacentes a este edificio (edificio de la Línea A). Además debido al paso del tiempo los hundimientos diferenciales fueron creciendo de forma importante, al punto de alterar el trazo y perfil idóneos de las vías, pasarelas y puentes peatonales cercanos.

La naturaleza de los depósitos del suelo que subyace en esta línea del metro de la Ciudad de México es la razón principal de este comportamiento inadecuado, ya que se tienen grandes espesores de materiales altamente deformables.

Por consiguiente, a solicitud de la Dirección General de Construcción y Obras del Sistema de Transporte Colectivo (DGCOSTC), personal académico y estudiantes de la Facultad de Ingeniería de la UNAM realizaron un amplio estudio del subsuelo y de las diversas estructuras que forman el Conjunto Pantitlán con el fin de proponer una solución al problema que aquejan sus cimentaciones.

Dentro del contenido de la presente tesis se describen los estudios realizados por parte del Departamento de Topografía, de campo y gabinete para el Conjunto Pantitlán, para analizar el comportamiento general de la Línea A en esta estación.

La Situación Problemática Capítulo I, es planteada en esta primer tema, en el que se describen los antecedentes, las características estratigráficas y factores naturales del lugar y sus consecuencias.

Antes de comenzar los trabajos de campo se realizó un Reconocimiento del Conjunto Pantitlán Capítulo II, se hizo un recorrido por cada uno de los edificios de las estaciones terminales (1,5,9 y A), pasarelas y puentes peatonales, estructuras adyacentes, como el Cajón del Río Churubusco y por último se determinaron las zonas mas convenientes para la instalación de Bancos de Nivel Superficiales y Bancos de Nivel Profundos.

El Levantamiento Planimétrico del Conjunto Pantitlán Capítulo III, consistió en la descripción de la metodología empleada para realizar dicho levantamiento y su posicionamiento y orientación geodésica mediante el Sistema GPS (Sistema de Posicionamiento Global).

En el Control Topográfico Vertical Capítulo IV, se establecen los puntos de control interiores y exteriores de la Línea A y los tipos de nivelaciones efectuadas para poder controlar a dichos puntos.

Por último, en Análisis y Resultados Capítulo V, se presentan y analizan las Velocidades de Hundimiento Relativas y Absolutas de los puntos controlados en el capítulo anterior, mediante un algoritmo efectuado en computadora con el fin de obtener los mejores y más confiables resultados.

CAPITULO I

SITUACIÓN PROBLEMÁTICA

***CONTROL TOPOGRÁFICO DE LA ESTACIÓN PANTITLÁN
PERTENECIENTE AL SISTEMA DE TRANSPORTE
COLECTIVO METRO***

I SITUACIÓN PROBLEMÁTICA

I.1 Antecedentes

La historia del metro se enmarca en la iniciación del proceso de modernización de la ciudad de México. Se consideraba imposible la construcción de un transporte subterráneo precisamente en la capital de México, cuyo subsuelo hacía impensable el proyecto.

Para la fortuna nuestra, se conjugaron como factores definitivos el genio de Bernardo Quintana, figura notable de la ingeniería civil; la disciplina y la decisión del General Alfonso Corona del Rosal, entonces jefe del Departamento del Distrito Federal y el total respaldo político que dio el presidente Gustavo Díaz Ordaz. Un proyecto de esta naturaleza requería, además, de la mejor tecnología de operación disponible entonces y de un esquema de financiamiento que garantizara su viabilidad a largo plazo.

La idea de construir en la Ciudad de México un tren subterráneo aparece por primera vez en 1958, a fines de la administración del presidente Adolfo Ruiz Cortines. Entonces fue desechada no solo por su magnitud de la inversión que hubiese requerido y las limitaciones financieras que enfrentaba el país, sino también por las dificultades técnicas de su construcción, impuestas por las características del subsuelo de la ciudad y por el hecho de encontrarse esta asentada en una zona sísmica. Uno de los principales promotores para construir un metro en la ciudad de México fue el ingeniero Bernardo Quintana, al frente de los Ingenieros Civiles Asociados, ICA. A partir de 1958, ICA realiza una serie de estudios que permitirán elaborar un anteproyecto y más tarde el proyecto de construcción de un Metro para la Ciudad de México. Entre ellos destacan los siguientes: las características y el comportamiento del subsuelo de la Ciudad de México; el hundimiento de la ciudad y la forma de contrarrestarlo en las construcciones subterráneas y de superficie; un análisis crítico de la construcción, instalaciones y operación de los 33 principales metros del mundo, y un estudio de la situación de la red vía de la ciudad de México y de sus perspectivas. Al mismo tiempo, el Grupo de Empresas ICA adquiría una importante experiencia con la construcción de obras civiles en la ciudad, como el drenaje profundo, que le permitió desarrollar una serie de técnicas aplicables a la eventual construcción del metro.

El diseño de una red de transporte colectivo, así como el trazo de las líneas que la componen, están sujetos a una serie de modificaciones determinadas por el tipo de subsuelo por donde han de pasar los túneles, las instalaciones subterráneas de servicios públicos en las inmediaciones, los monumentos históricos cercanos, los restos arqueológicos ocultos, las características demográficas de los puntos que se enlazan, etc. El trazo definitivo de una línea se obtiene por etapas sucesivas.

La primera etapa de construcción del Metro se inicia el 19 de Junio de 1967 y concluye el 10 de Junio de 1972. En esta primera etapa la red del Metro consta de tres Líneas la Línea 1 de Zaragoza hasta Chepultepec; la Línea 2 que corre desde el pueblo de Tacuba a Tasqueña y la Línea 3 de Tlatelolco a Hospital General.

La segunda etapa se inicia en 1977, en la cual se identifican dos fases, la primera corresponde a las prolongaciones de la Línea 3: hacia el Norte, de Tlatelolco a la Raza, y hacia el Sur, de Hospital General a Zapata. Como segunda fase de esta etapa se inició la construcción de las líneas 4 y 5. Con la conclusión de la segunda etapa, a fines de 1982, la red del metro alcanzó una longitud de 79.5 kilómetros y el número de estaciones aumentó a 80.

La tercera etapa de construcción consta de ampliaciones a las líneas 1, 2 y 3 y se inician dos líneas nuevas, la 6 y 7. La longitud de la red se incrementa en 35.2 kilómetros y el número de estaciones aumenta a 105.

La cuarta etapa de construcción se compone de las prolongaciones de las líneas 6 y 7 y el inicio de una nueva línea, la 9 de Pantitlán a Tacubaya.

La quinta etapa de conformidad con el Plan Maestro del Metro, en su revisión de 1985, prevenía concluir: la ampliación de la línea 4 de Santa Anita a Santa Ana; la ampliación de la línea 7, de Barranca del Muerto a Ciudad Universitaria; el inicio de la línea 8, de Indios Verdes a Ejército Constitucionalista y el inicio de la Línea 10, de Hipódromo a Villa Aragón, pero el Programa Maestro del Metro se revisó nuevamente en 1988, modificándose la quinta etapa de construcción. Se decidió, en cambio, construir la línea A, de Pantitlán a La Paz, la primera extensión de la Red del Metro al Estado de México. Figura A

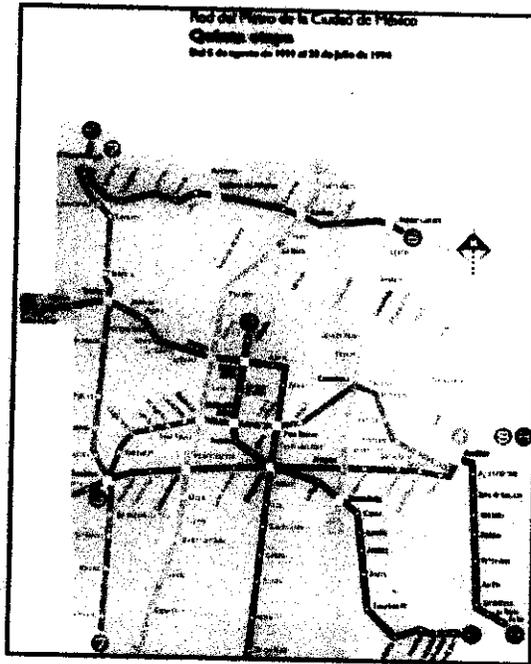


Figura A. Quinta Etapa de la Red del Metro de la Ciudad de México

Inicialmente, se había considerado este trazo como una línea de tren suburbano. Se optó para esta línea por una solución de superficie y trenes de ruedas férreas en lugar de neumáticos, ya que se reducían los costos de construcción y mantenimiento. Se construyó un puesto de control y talleres exclusivos para la línea. La Línea A, se inauguró el 12 de Agosto de 1991, agregó 10 estaciones y 17 kilómetros de longitud a la red. La Estación Pantitlán la pone en correspondencia con las líneas 1, 5 y 9. Al finalizar la quinta etapa de construcción del Metro se había incrementado la longitud de la red en 37.1 kilómetros añadiendo 2 nuevas líneas y 29 estaciones.

Actualmente se han concluido seis etapas de la Red del Metro de la Ciudad de México en donde hasta 1988 según el Programa, la Red del Metro sumará 201 kilómetros y 175 estaciones. Entre las cuales forma parte como una de las más importantes por tener uno de los más altos volúmenes de usuarios por día la terminal Pantitlán, la cual se ha denominado Conjunto Pantitlán por ser terminal de las líneas A, 1, 5 y 9, el cual está constituido por tres cuerpos de construcción que alojan las instalaciones de las estaciones de las líneas A, 1, 5 y 9 así como por pasarelas elevadas, distribuidores, pasas peatonales, paraderos de autobuses, pasarelas subterráneas y un estacionamiento subterráneo.

La Estación toma su nombre de la colonia donde se encuentra ubicada. Es una palabra de origen azteca que quiere decir: "Entre banderas".

En tiempo de los aztecas, ese lugar era parte del lago de Texcoco. Había allí un "reumidero" y el agua hacia remolinos, el sitio también se llamaba Chalchiuh-Cotlufyan, que significa: "donde la esmeralda se tuerce". Era tal la fuerza del remolino que se llevaba a las canoas y por eso fue que cercaron el lugar poniendo dos pozos, y como aviso a los navegantes pusieron las banderas.

En la actualidad, toda esta zona está urbanizada con lo que se perdió para siempre la localización del lugar. Sin embargo, es un sitio arqueológico que está en plena Ciudad de México. La estación Pantitlan se encontrará a un lado de la confluencia de las avenidas Zaragoza y Río Churubusco, en las calles de Miguel Lebrija y A Braniff, perteneciente a la Delegación Venustiano Carranza. La siguiente figura B muestra una ubicación más exacta del lugar.

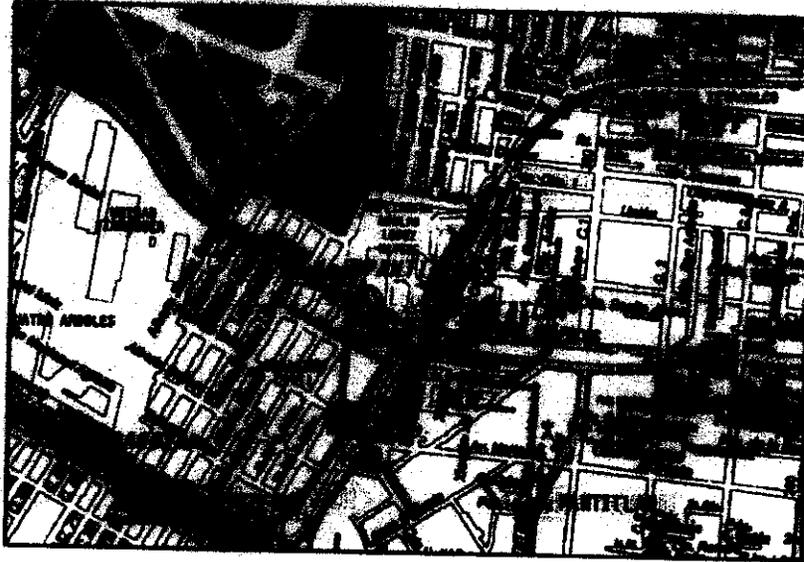


Figura B. Ubicación del Conjunto Pantitlan.

Como se mencionó anteriormente en esta zona donde se construyó el Conjunto Pantitlan se localizaba un resumidero, además de que esta zona pertenecía al lago de Texcoco, por tal motivo cabe destacar que la desmedida explotación de los mantos acuíferos ha provocado hundimientos del terreno que se han extendido en todas direcciones y que han producido depresiones considerables en menos de 20 años en todo el Distrito Federal y no ha sido la excepción en las líneas del metro, especialmente en la zona donde se ubican las terminales de las Líneas B, A, 5 y 1, denominada "Conjunto Pantitlan", la cual ha sufrido hundimientos derivados de su propio peso y además por el hundimiento regional que se presenta en toda el área metropolitana.

Esto ha afectado considerablemente a la obra civil del Conjunto Pantitlan, al grado de presentar fracturas considerables sobre todo en la Línea "9" y "A".

1.2 Definición de la situación problemática.

Desde la puesta en operación de la línea 9 del Sistema de Transporte Colectivo Metro (STC) en el mes de agosto del año de 1987, se detectaron deformaciones a lo largo de la estación así como en estructuras adyacentes en este edificio, aunado a los hundimientos diferenciales que fueron creciendo de forma importante, al punto de alterar en demasía tanto el alineamiento horizontal como el vertical de las vías del metro, la pérdida de forma de los puentes peatonales pasarelas, etc., cercanos a la estación.

Dicho comportamiento inadecuado se debe a la naturaleza de los depósitos que subyace al Conjunto Pantitlán, que consiste de materiales altamente deformables.

Geotécnicamente hablando no es nada sencillo cimentar edificios sobre este tipo de suelos, sin embargo en la Ciudad de México dicho problema se tiene que tomar en consideración en el diseño de las grandes obras civiles. Por consiguiente la situación problemática existente es causada principalmente por la forma en que se resolvió su cimentación.

1.3 Descripción de la estructura Línea 9.

El edificio consta de tres niveles; nivel vestíbulo de la línea A, nivel vestíbulo de la línea 9 y nivel andén de la línea 9, por lo que se considera una estructura muy pesada.

En el nivel vestíbulo de línea A, el techo está formado por traves principales de tipo L de concreto armado coladas en sitio, apoyadas sobre columnas de entrepiso en sentido transversal a la estación y por traves secundarias precoladas de sección tipo T, colocadas en sentido longitudinal y apoyadas sobre las traves principales como se muestra en la siguiente figura (1.1)



Figura 1.1 Techo del nivel vestíbulo L-A

En el segundo nivel el techo está conformado por elementos de concreto armado en el cual se diferencian dos tipos: las traves centrales precoladas, colocadas en sentido longitudinal de la estación de sección tipo T, colocadas en sitio y las traves principales tipo T, colocadas en sitio, dispuestas en forma transversal a la estación. En dicho nivel ocurren los transbordos con las líneas 1 y 5 a través de las pasarelas peatonales siendo estas, estructuras de concreto que se apoyan en el edificio (fig 1.2) aportando cargas adicionales.



Figura 1.2 Apoyo de la una de las pasarelas con la L-9

En el nivel de andén el techo está estructurado con traves principales precoladas apoyadas en sentido longitudinal sobre ménsulas de columnas en ambos lados de la estación, además por vigas secundarias de concreto de sección TT (figs 1.3 y 1.4), colocadas en sentido transversal a la estación, con algunas alas en donde se tienen domos o tragaluces. En este nivel se encuentran las vías, ductos de obfedeo, las losas de andén y los cuartos de control.



Figura 1.3 Techo Nivel Andén

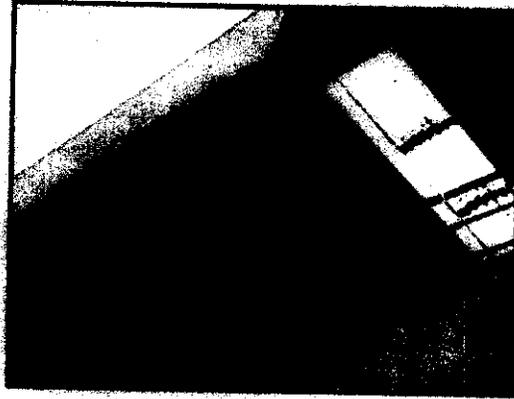


Figura 1.4 Traves TT en Nivel Anden

Por último las columnas de la estación son de concreto armado coladas en sitio con sección variable. (fig 1.5)



Figura 1.5 Columnas de la Estación.

1.4 Descripción de la Cimentación de la Línea 9.

La cimentación está constituida por seis zapatas rectangulares de 35.00 m. Por 12.00m y 2.20 m de espesor y una zapata trapezoidal (cabecera sur) de 34.20 m. De base mayor, 22.75 m. De base menor, 35.00 m. de altura y 2.20m de espesor habiendo entre cada zapata una separación de 13 m de paño a paño. Tanto en la zapata trapezoidal como las rectangulares están constituidas por losas y contra traves que forman celos de diferentes dimensiones. Las zapatas rectangulares cuentan con 88 pilotes de fricción de 34.00 m de longitud efectiva cada una y la zapata trapezoidal con 124 pilotes de fricción de 46.00 m de longitud efectiva. En la zapata trapezoidal existen celos que están rellenos con concreto ciclópeo que sirve de lastre. (fig 1.6)

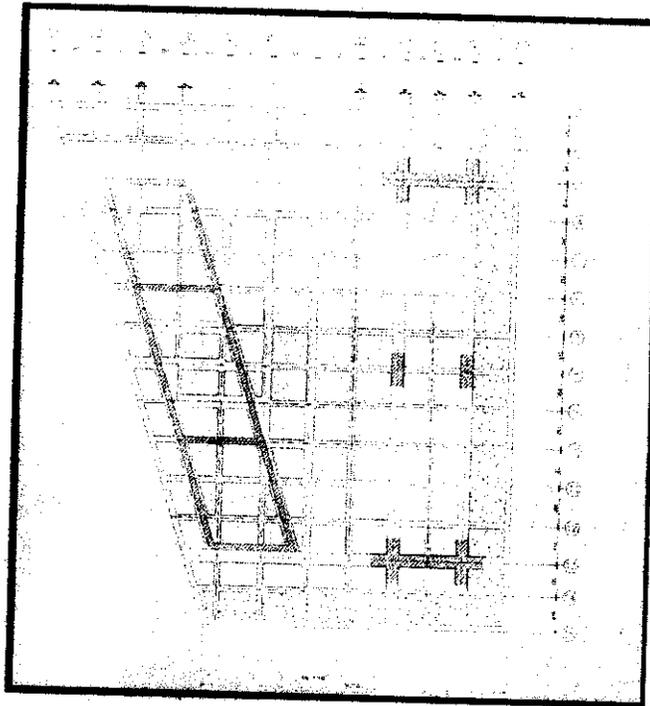


Figura 1.6 Ubicación del Lastre en la Zapata Trapezoidal

1.5 Características estratigráficas y factores naturales del lugar.

A) Características del suelo y subsuelo.

La ciudad de México está asentada en el fondo de un antiguo lago sobre depósitos de suelo arcilloso, muy blando y muy compresible (resistencia no drenada, $c \approx 0.2-0.3 \text{ kg/cm}^2$ y módulo de compresibilidad volumétrico $m_v \approx 0.1 \text{ cm}^2/\text{kg}$).

Desde el punto de vista geológico, el valle de México es una cuenca cerrada hacia la que vierten sus aguas diversas corrientes fluviales que nacen en serranías circundantes. Esto dio origen a los lagos Zumpango y Texcoco al norte y Chalco y Xochimilco al sur. En temporadas de lluvias intensas se producían grandes inundaciones en todo el valle, razón por lo que en la época colonial se iniciaron los trabajos del llamado el Tajo de Nochistongo para proporcionar salida artificial a las aguas de la cuenca. Es conveniente resaltar que el Conjunto Periférico se encuentra en la zona de lago virgen de acuerdo a la zonificación geotécnica de la Ciudad de México (fig 1.7), la cual se caracteriza por grandes espesores de arcilla altamente compresibles y de baja resistencia al esfuerzo cortante.

Para realizar un estudio de las condiciones del subsuelo es necesario contar con los datos confiables y suficientes respecto al suelo con el que se está tratando.

Los sondeos exploratorios sin recuperación de muestras sirven para definir los estratos característicos de los suelos y sus espesores; además permiten conocer de manera aproximada la resistencia al corte.

En particular, para el estudio del Conjunto Pantitlan se realizaron exploraciones con recuperación de muestras tanto no alteradas como alteradas, además de exploraciones de verificación estratigráficas sin recuperación (sondeos de cono). La ubicación de los diferentes sondeos alrededor de la estación Línea 9 es la que se observa en la figura 1.8.

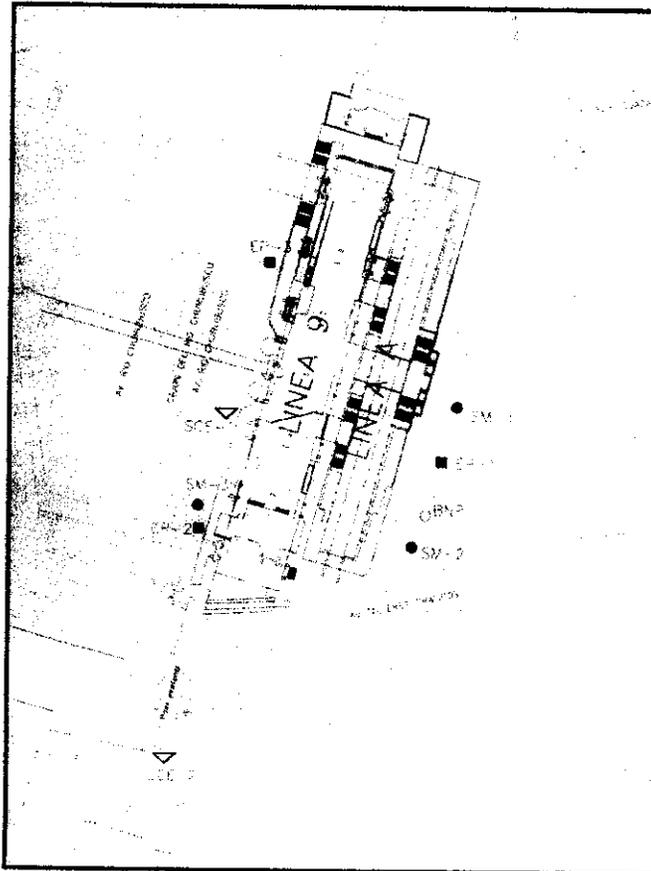


Figura 1.8 Ubicación de los Sondeos.

Los criterios que se adoptaron para definir el número y localización de sondeos fueron los dictados a lo observado en los recorridos previos y a la información proporcionada por la DGCOSTC, que la cabecera sur de la estación era la que mayores problemas presentaba, por consiguiente basándose en dicha información y tomando en cuenta las indicaciones de las Normas Técnicas Complementarias para Diseño y Construcción de Cimentaciones, además de las

condiciones geográficas del sitio, se decidió que tres sondeos mixtos y dos de cono serían suficientes para conocer el subsuelo que subyace el Conjunto Pantitlan.

Los sondeos mixtos son una combinación de muestreo alterado e inalterado en una misma perforación, de tal modo que las técnicas de recuperación se alteran de acuerdo con un programa de perforación.

El sondeo de cono eléctrico es una técnica de medición directa de la resistencia a la penetración que ofrece el suelo. El objetivo de su utilización es la de determinar las variaciones de la resistencia de punta de cono con la profundidad que permitan realizar la interpretación estratigráfica e indicar las fronteras de los estratos característicos y con base en esta información evaluar la confiabilidad de las propiedades mecánicas.

Como resultado de los de los sondeos realizados en el Conjunto Pantitlan se identifico la siguiente estratigrafía:

- 1.- **Capa Superficial.** Constituida por rellenos de arcillas limosas y lentes de arena fina hasta una profundidad de 2.50 m.
- 2.- **Formación Arcillosa Superior (FAS).** Constituida por arcilla plástica con intercalaciones de lentes de arena fina. Se localizó a partir de la capa superficial hasta una profundidad promedio de 39.0 m.
- 3.- **Lente de arena fina.** Se localizó a una profundidad promedio de 9.50 m, con un espesor variable entre 0.80 m, y 1.40 m.
- 4.- **Capa Dura (CD)** Constituida por un estrato de limo arenoso de compacidad variable, se encontró a una profundidad variable entre 39.0 m, hasta los 40.5 m. Las resistencias por punta de cono en este estrato superan los 39.0 kg/cm²
- 5.- **Formación Arcillosa Inferior (FAI).** Constituida por estratos de arcilla limosa, limo arenoso y algunos lentes de arena f., de la capa dura hasta una profundidad de 56.00m.
- 6.- **Depósitos Profundos (DP).** Se identificaron a una profundidad de los 56.00 m con resistencias mayores a los 145 Kg/cm².

B) Hundimiento regional.

En el área metropolitana de la Ciudad de México se presentan hundimientos del terreno los cuales varían de una zona a otra de acuerdo a la constitución del subsuelo. Los antiguos lagos en el valle de México, originaron la acumulación de sedimentos arcillosos que cubren actualmente la parte plana de la zona metropolitana de la Ciudad de México. Las características propias de los suelos y las afectas a los que se encuentran sujetos, han sido la causa principal que ha ocasionado los hundimientos. La extracción de agua de los estratos permeables localizados bajo los depósitos superficiales (arcillas) que caracterizan al valle de México se pueden considerar como el origen del hundimiento regional.

Con la extracción de agua de los estratos se abate las presiones del poro lo que, en las arcillas, genera un efecto de consolidación que se manifiesta en la pérdida gradual de su espesor. Este fenómeno se traduce en hundimientos diferenciales en la superficie del terreno, que afectan el comportamiento de las estructuras asentadas en él.

En particular, en el Conjunto Pantitlan la velocidad de hundimiento se determinó en base al análisis de nivelaciones efectuadas por un periodo aproximado de 10 meses para cuantificar el hundimiento en la zona se utilizaron los bancos de nivel superficiales y profundos

Fue de vital importancia la cuantificación de dicho hundimiento regional ya que de ello depende el tiempo en que los pilotes toquen la primera capa dura, en el caso de las zapatas rectangulares.

El incremento del hundimiento diferencial transversal de la estación Línea 9, se debe a la influencia que tuvo la construcción del cajón de cimentación de la estación terminal de la línea A, que posiblemente fue ocasionado por la pérdida de confinamiento y de los desplazamientos ocurridos durante la excavación de dicho cajón.

c) Alta sismicidad.

En el territorio mexicano, principalmente a lo largo de las costas del Pacífico, es donde se presenta la alta sismicidad. Los temblores que se producen en esta región son ocasionados por la subducción de las placas oceánicas de Cocos y Rivera bajo la placa Norteamericana. Los movimientos sísmicos del terreno se presentan no solo en las zonas donde existen fallas tectónicas, sino en todas aquellas en las que están suficientemente cercanas a las mismas para que lleguen a ellas ondas sísmicas de amplitud significativa. Por consiguiente, la alta sismicidad se refiere al grado de exposición que un sitio dado tiene a los movimientos sísmicos. La peligrosidad de la alta sismicidad se agudiza en los edificios, ya que estos se encuentran apoyados en el suelo y durante un sismo tienden a seguir el movimiento del mismo, en consecuencia la masa del edificio se opone a ser desplazada dinámicamente y a seguir el movimiento de la base. Por consiguiente se generan fuerzas de inercia que ponen en peligro la seguridad de las estructuras.

Para el caso del Conjunto Pantitlan, la Fundación Barros Sierra, elaboró un estudio de riesgo sísmico, cuyos objetivos principales son identificar los temblores de mayor riesgo para el Conjunto Pantitlan, posteriormente proporcionar los parámetros de aceleración, velocidad y desplazamiento en superficie para los terrenos de dicho Conjunto, y finalmente, estimar las intensidades sísmicas a las que estarían sometidas las estructuras a partir de los modelos estructurales simplificados.

1.6 Consecuencias derivadas de la problemática en la línea 9.

Estas consecuencias son debidas a la diferencia existente en el diseño de las zapatas, rectangular y trapezoidal, que fueron descritas en el punto 1.1.2 y tomando en cuenta la profundidad promedio de la primer capa dura (38 m) la cabecera sur no sigue el hundimiento regional (se mantiene) causando daños en los locales técnicos, zona de andenes y zona de salida de vías. Es evidente el gran deterioro que ha sufrido el muro de contención que se ubica en la avenida talleres gráficos en el costado poniente de la zapata trapezoidal (fig 1.9)



Figura 1.9 Interior del muro de contención sobre el eje 1 norte

En las pasarelas peatonales de acceso a la estación de la línea 9, construidas a partir de elementos prefabricados, se observan movimientos diferenciales de las cimentaciones, que a su vez han inducido separaciones en las conexiones de los elementos estructurales y pérdida parcial del apoyo, por tal motivo se han fijado unas placas de acero con el fin de evitar el desplazamiento (fig 1.10) existe ya una holgura entre las juntas y no un apoyo libre como lo supone el diseño, tanto en la zona de comunicación de distribuidores como en la propia estación de la línea 9. Es de llamar la atención la situación que se presenta en la pasarela más cercana a la cabecera norte, en donde las condiciones de apoyo de las traveses que llegan al distribuidor son alarmentes, obligando a colocarse unos elementos metálicos tubulares superficiales para recibir a estas traveses como medida preventiva. (fig 1.11)

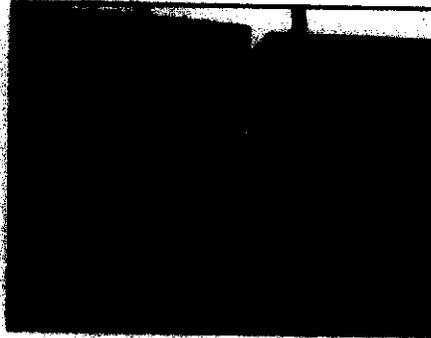


Figura 1.10 Placas de conexión en la pasarela II



Figura 1.11 Puntales en una de las Pasarelas

En consecuencia a los daños ocasionados por los hundimientos diferenciales tanto longitudinales como transversales los efectos derivados son diversos tales como:

1. Afectación de los niveles de los andenes y de las vías, lo que ha dado lugar a renivelaciones por una parte de la nariz de andén de vía "Z" (vía central de la estación), del lado oriente se encuentra por arriba del nivel de la del lado poniente 35 mm, también se tiene una diferencia de elevaciones de la cabecera norte a la cabecera sur de 341 mm, cuando de acuerdo a las especificaciones técnicas del SCT, * las estaciones deben proyectarse sin pendiente ni sobre elevación, para evitar que se tenga que aplicar los frenos cuando un convoy se encuentra estacionado para ascenso y descenso de los

- pasajeros". Las diferencias de niveles antes descritas afectan a los usuarios tanto al ascender como al descender del tren, ya que se presenta un peralte mayor al lo a acostumbrado.
2. Debido a las alteraciones en el alineamiento horizontal y el vertical de las vías, se tiene como resultado bamboleos y golpeteos al paso del tren originando a su vez un desgaste excesivo del material rodante y el deterioro de los elementos de las vías provocado por el rozamiento entre las cajas de las ruedas metálicas y los rieles así como sus elementos de fijación.
 3. Debido a los daños en la zona de salida de vías el Sistema de Transporte Colectivo se vio en la necesidad de disminuir la velocidad de arriba a la estación terminal de la Línea 9 para mantener los rangos de seguridad y confort, ocasionando con ello un atraso en el servicio.

CAPITULO II

RECONOCIMIENTO DEL CONJUNTO PANTITLAN

**CONTROL TOPOGRÁFICO DE LA ESTACIÓN PANTITLAN
PERTENECIENTE AL SISTEMA DE TRANSPORTE
COLECTIVO METRO**

CAPÍTULO II RECONOCIMIENTO DEL CONJUNTO PANTITLAN.

El objetivo principal de la realización de un reconocimiento en el Conjunto Pantitlan es el de analizar el comportamiento en cada una de sus instalaciones y en su caso proponer una solución, mediante los estudios topográficos practicados.

El Conjunto Pantitlán, se localiza en la colonia Aviación Civil, Delegación Venustiano Carranza y en la colonia Pantitlan de la Delegación Iztacalco, en la ciudad de México y es una de las Estaciones del Metro más transitadas peatonal y vehicularmente.

Los trabajos se iniciaron desde mediados del mes de noviembre de 1988, y es hasta el 1° de febrero de 1989 cuando oficialmente se iniciaron los trabajos de campo, comenzando con el reconocimiento de la zona de estudio, en el que participaron personal del Sistema de Transporte Colectivo Metro y personal del Departamento de Topografía de la Facultad de Ingeniería. La zona en estudio comprende un diámetro aproximado de 1,100 metros, y esta definida hacia el sur por la Avenida Talleres Gráficos, al norte por la calle 2, al oriente por la calle 1 y hacia el poniente por la Av. Adolfo López Mateos.

Sin lugar a dudas, el Sistema de Transporte Colectivo Metro es uno de los más importantes en la Ciudad de México, debido al gran número de personas que transporta diariamente, aproximadamente cinco millones de personas hacen uso de él, de esta manera el buen funcionamiento de sus instalaciones es primordial para la seguridad de todos los usuarios. Dicho sistema cuenta con 11 líneas en la actualidad, que han cubierto gran parte del valle de México, 4 de estas líneas 1, 5, 9 y A convergen en el denominado Conjunto Pantitlan, ubicado al Oriente de la Ciudad de México en su colindancia con el Estado de México, dentro de las demarcaciones de las delegaciones de Iztacalco y Venustiano Carranza.

El Conjunto Pantitlan está integrado por cuatro edificios de Estación, pasarelas elevadas de correspondencia, pasillos subterráneos, zonas de distribuidores, paraderos para transportes públicos, un estacionamiento subterráneo, zonas de maniobras para los trenes y por varios puentes peatonales. Todo esto puede verse en la siguiente figura II.1

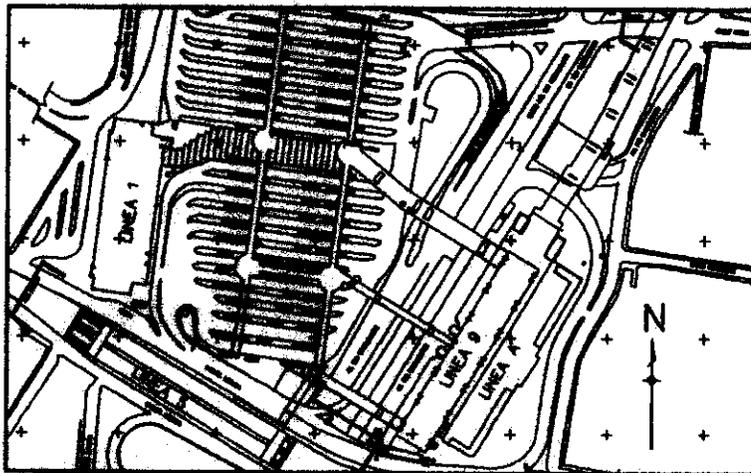


Figura II.1 Planta del Conjunto

Dichos estudios requieren un reconocimiento previo de la zona de estudio el cual se describe brevemente a continuación.

II.1 Reconocimiento en la Línea 9

Primeramente es conveniente resaltar que el Conjunto Pantitlan, por lo tanto cada una de las estaciones terminales 1, 5, 9 y A, se localiza en la zona de lago virgen de acuerdo a la zonificación geotécnica de la Ciudad de México, el cual se caracteriza por grandes espesores de arcilla altamente compresibles y de baja resistencia al esfuerzo cortante.

En particular, en esta línea desde que inició operaciones en Agosto de 1967, se detectaron deformaciones a lo largo de la estación, así como en estructuras adyacentes a este edificio. Con el paso del tiempo los hundimientos diferenciales fueron creciendo de forma importante, al punto de alterar el trazo y el perfil de las vías, provocando con ello daños estructurales y afectaciones en la operación de los trenes. La siguiente figura II.2 muestra las deformaciones a nivel de Anden presentadas en la línea 9.



Figura II.2 Deformaciones a nivel de anden

En dicho reconocimiento, se investigó la existencia de puntos de control vertical ó "palomas" que son figuras de forma triangular \square pintadas sobre las columnas para su control. Y efectivamente, las columnas de la estación terminal Línea 9 sí cuentan con palomas con las cuales se puede medir su comportamiento. La figura II.3 muestra la ubicación de las palomas así como su nomenclatura.

1. The first part of the document is a list of names and addresses of the members of the committee.

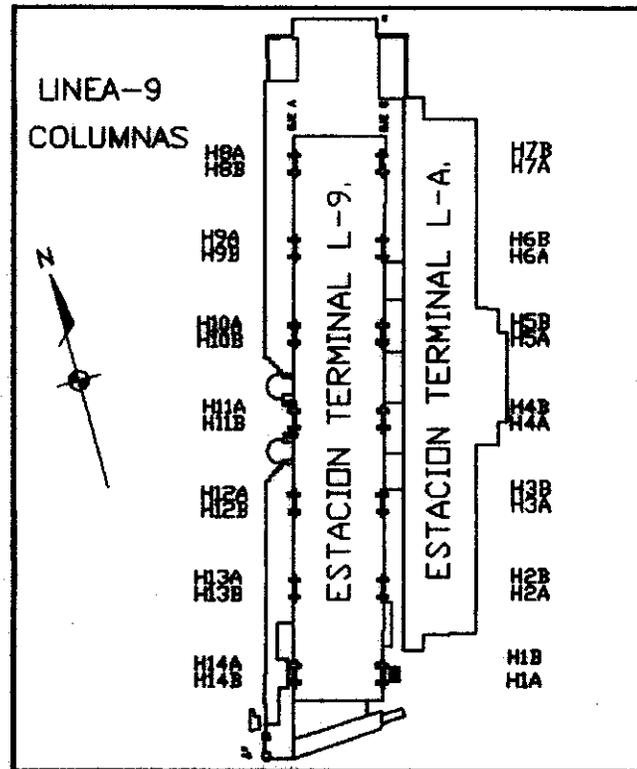


Figura II.3 Ubicación de las Palomas en la Línea 9

En esta misma zona es perceptible a simple vista el gran deterioro que ha sufrido el muro de contención ubicado entre la avenida eje 1 Norte y la cabecera sur de la misma estación, en un tramo de 8 metros aproximadamente, ya que el armado queda expuesto entre las grietas considerable tamaño.



Figura II.4 Interior del muro de contención sobre la avenida eje 1 Norte

En consecuencia, debido al diferente diseño de las zapatas trapezoidal y rectangular, el cual se describe brevemente en el tema 1.1.2 Descripción de la Cimentación de la Línea 9 del capítulo I, y tomando en cuenta la profundidad promedio de la primer capa dura (38 m) la cabecera sur no sigue el hundimiento regional causando daños además, en los locales técnicos, pisos, zona de andenes y la zona de salida de trenes.

Además de esto se presentan otros daños como los siguientes:

Existe un hundimiento diferencial tanto longitudinal como transversal y las consecuencias presentadas son diversas; se han afectado los niveles de los andenes y de las vías, lo que ha dado lugar ha nivelaciones, en la nariz sur del andén de esta línea, el lado oriente se encuentra por arriba del nivel de la del lado poniente 35 mm, también se tiene una diferencia de elevaciones de la cabecera norte con respecto a la sur 341 mm, cuando de acuerdo a las especificaciones técnicas del SCT, "las estaciones deben proyectarse en tangente sin pendiente ni sobreelevación, todo ello para evitar que se tengan que aplicar los frenos cuando un convoy este en la zona de andenes de cualquier estación para el ascenso y descenso de los usuarios.

Por otro lado, en la siguiente figura II.4 se observa las grietas presentadas en los locales técnicos ubicados en la cabecera sur.

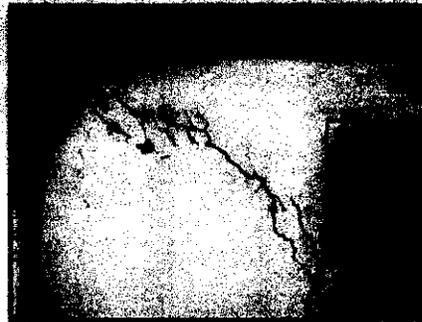


Figura II.4 Grietas presentadas en los locales técnicos.

Concluyendo, el mal diseño de la cimentación, las características del subsuelo, el peso de la construcción y la construcción vecina, la Línea A, han producido hundimientos diferenciales en dicha estación terminal, poniendo así en peligro la misma.

II.2 Reconocimiento en la Línea A

La construcción de esta línea incrementó los hundimientos de la estación de la Línea 9, no solo en los hundimientos verticales diferenciales sino, también en los hundimientos transversales, es decir, que los andenes se encuentran torcidos a lo largo de su longitud, lo anterior es congruente de acuerdo con el informe de las nivelaciones de precisión realizadas por la Compañía Colinas de Buen S.A. de C.V. en el periodo de 1990 a 1997, donde para un corte transversal en el eje de la estación, el eje G, este se puede observar en la Figura II.3 Ubicación de las Patomas en la Línea 9, se encontraba 1 cm por debajo del eje A en 1991 y para 1997 esta diferencia era de 20 cm aproximadamente. El incremento en la diferencia de los hundimientos entre el eje A y el eje G, se debe a la influencia que tuvo la construcción del cajón para alojar la estación terminal de la Línea A.

En lo que respecta a la propia línea A, en el reconocimiento realizado se observó que a diferencia de los andenes de la línea 9 estos no presentan hundimientos transversales, sino que se suponen solamente hundimientos diferenciales verticales.

Lo anteriormente dicho se basa en la inspección ocular que se hizo en todas las instalaciones de la línea A, ya que no se encontraron grandes perturbaciones ocasionadas por los hundimientos diferenciales.

Por último, cabe mencionar que en esta estación no se tenían puntos de control vertical, ni tanto interiores como exteriores, por lo que dentro del mismo reconocimiento, se localizaron las zonas más convenientes para la instalación de dichos puntos, en el tema I.V.1 Establecimiento de los puntos de control interiores y exteriores de la Línea A, del capítulo IV de esta misma Tesis se habla acerca de estos puntos su instalación y su ubicación.

II.3 Reconocimiento de Pasarelas.

En las pasarelas de acceso al a Estación Pantitlan Línea 9, construidas a partir de elementos prefabricados, se observan movimientos diferenciales de las cimentaciones, que a su vez han inducido separaciones en las conexiones de los elementos estructurales y pérdida parcial del apoyo, por tal motivo se han fijado unas placas de acero con el fin de impedir el desplazamiento, figura II.5, es decir, en las juntas de sus elementos prefabricados se observa una holgura y no un apoyo firme como lo supone el diseño, tanto en la zona de comunicación con los distribuidores, como con la propia estación de la Línea 9. En particular, la pasarela ubicada cerca de la cabecera norte de dicha estación, las condiciones de la traves que llegan al distribuidor son alarmantes, lo que ha obligado a colocar unos elementos metálicos tubulares para recibir a estas traves como medida preventiva figura II.6



Figura II.5 Placas de conexión en pasarelas



Figura II.6 Puntales en pasarelas.

En lo que respecta a los puntos de control vertical en las pasarelas se encontraron "pelomas" pintadas en cada uno de los elementos estructurales de dichas pasarelas, en las cuales solamente se definió perfectamente la zona en la cual se tomarían las mediciones para evitar los errores por realizar las mediciones en diferentes lugares.

II.4 Reconocimiento de puentes peatonales cercanos al Conjunto Pantitlan.

Existen varios puentes peatonales dentro del Conjunto Pantitlan pero fueron solo cinco en los cuales se hizo un reconocimiento para poder obtener un control de los mismos.

Estos fueron los siguientes:

Puente de la Calle Unión

Puente No.1 del Asero.

Puente de la Calle J. Torres Bodet.

Puente de la Calle 2.
Puente de la Calle1

En las siguientes figuras se muestran la ubicación de estos:

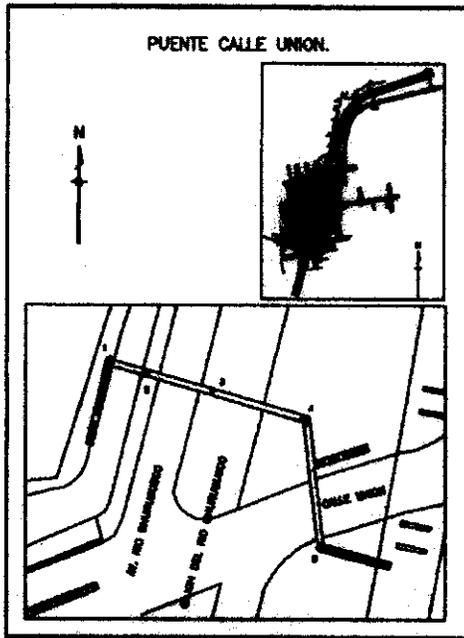


Figura II.7 Ubicación del Puente Calle Unión Acero

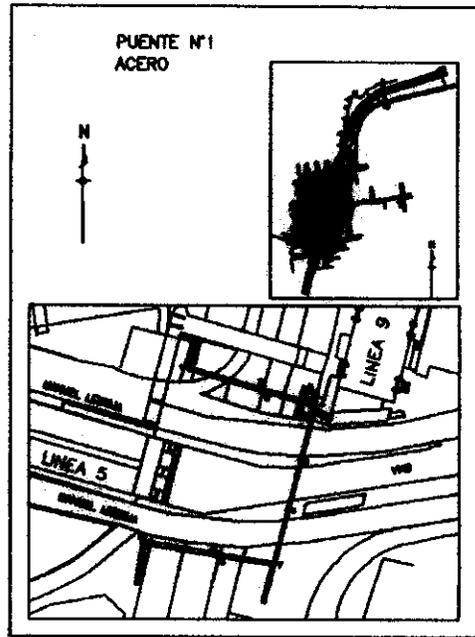


Figura II.8 Ubicación del Puente No.1 de Acero

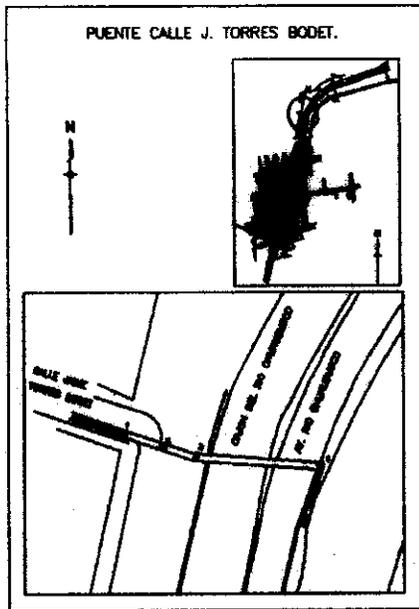


Figura II.9 Ubicación del Puente de la Calle J Torres Bodet

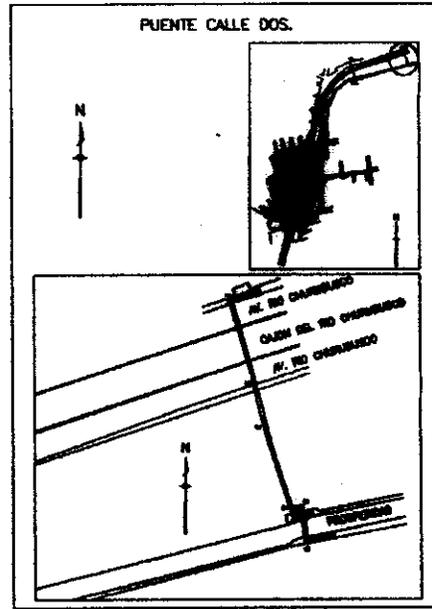


Figura II.10 Ubicación del Puente de la Calle dos

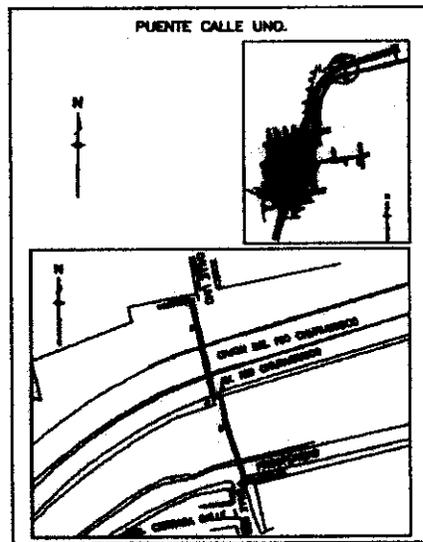


Figura II.11 Ubicación del puente de la Calle Uno

Es importante mencionar que en las figuras anteriores se observan los puntos de control vertical. La ubicación de los mismos, fue exactamente la parte en donde se encuentran las columnas que soportan a los puentes.

En el reconocimiento que se realizó en los 5 puentes se pudo observar que el que presenta mas problemas es el que se encuentra ubicado en el costado poniente de la cabecera sur de la línea 9. Dicho puente, Figura II.8, es uno de los mas utilizados por los usuarios dentro del Conjunto Pantitlan y en él, la parte que se encuentra mas dañada es el tramo paralelo a la línea 9, ya que dicho tramo se encuentra torcido a lo largo de su longitud.

En lo que respecta a los demás puentes, durante el reconocimiento practicado a los mismos no se observaron grandes daños de consideración que pudiera poner en peligro la estabilidad de los mismos, sin embargo, estos fueron controlados mediante nivelaciones periódicas.

II.5 Reconocimiento del Cajón del Río Churubusco.

El cajón del Río Churubusco tiene una longitud aproximada de 340 metros, dicha longitud fue la controlada durante los meses de estudio del Conjunto Pantitlan, pero dicho cajón se extiende aun mas hacia ambos lados. Por otro lado, cabe mencionar que en el costado oriente de dicho cajón se construyó un muro de contención de concreto, el cual parece que ha sufrido en menor grado los hundimientos verticales, a comparación del mismo cajón.

En la siguiente figura II.12 se muestra la ubicación del cajón del Río Churubusco así como su cadenamamiento aproximado.

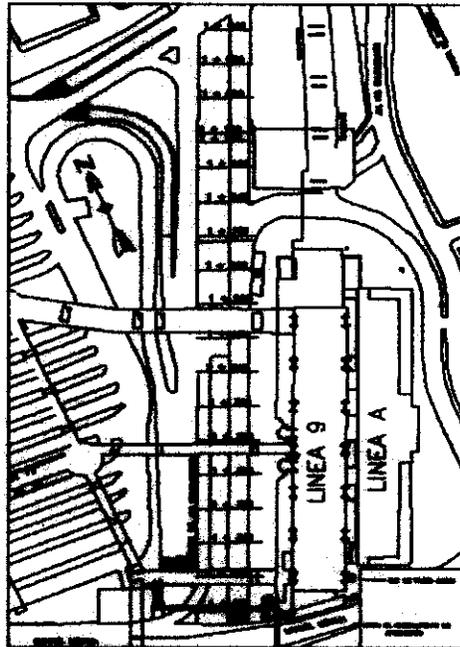


Figura II.12 Localización del trazo del Eje del Muro de la Vialidad Adyacente al Hombro derecho del Cajón del Río Churubusco (Entre los Cadenamientos 1+040 y 1+380).

Durante el reconocimiento practicado a esta zona se pudo observar que las zonas mas criticas son las que se encuentran entre los cadenamientos 1+320 y 1+380, ya que en esta zona es donde se encuentran los desniveles mas fuertes entre el cajón y el muro de contención del Río Churubusco.

II.6 Reconocimiento de las zonas aledañas para la posible instalación de los bancos de nivel superficiales y el banco de nivel profundo.

Las Nivelaciones son sin duda un elemento primordial que ayuda a comprender el comportamiento real de las estructuras, ya que estas, cuantifican los desplazamientos ocurridos en un intervalo de tiempo. Es por ello que contar con un punto de referencia fijo, en el estudio del Conjunto Pantitlan es de vital importancia para la realización de los estudios comprendidos dentro de un Control Topográfico Vertical.

Por consiguiente, se decidió realizar un reconocimiento de la zona, mediante un recorrido conjuntamente con personal del Sistema de Transporte Colectivo, para conocer los Bancos de Nivel utilizados hasta esta fecha, (es decir, antes de iniciar los estudios por parte de la Facultad de Ingeniería de la UNAM), en el control vertical del edificio terminal, de las columnas, pesarelas y demás estructuras que constituyen las líneas A y 9 de las terminales alojadas en el Conjunto Pantitlan.

Así mismo, derivado del mismo recorrido se decidió colocar estratégicamente dos Bancos de Nivel Superficiales, fuera de la zona de influencia del conjunto Pantitlan, sobre las aceras norte y sur de la Calle Guadalupe, a los cuales se les denominó BN1 y BN2 (Banco de Nivel Norte 1 y Banco de Nivel sur 2); los cuales tiene la siguiente ubicación:

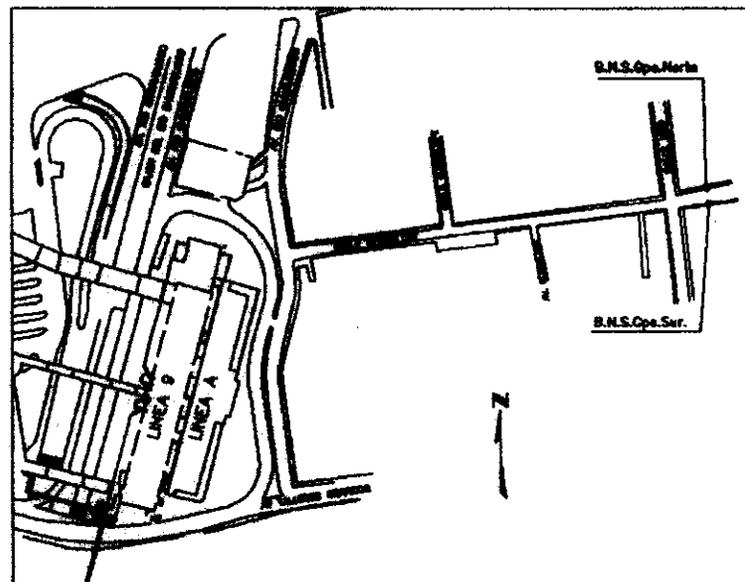


Figura II.13 Ubicación de los Bancos de Nivel Superficiales.

Además de los Bancos de Nivel Superficiales anteriormente mencionados, se optó por instalar un Banco de Nivel Profundo, es decir, contar con un punto de referencia fijo. Con la instalación de dicho Banco de Nivel se aseguraría que este no sufriría los asentamientos regionales que ocurren en la superficie del terreno y serviría de referencia confiable para la medición de desplazamientos verticales que las estructuras experimentan durante su vida útil.

La zona mas favorable para la instalación de este Banco de Nivel Profundo es la que a continuación se muestra (figura II.14) y la descripción de su instalación se encuentran en el tema IV.2.1 instalación del Banco de Nivel Profundo perteneciente al capítulo IV de esta misma tesis.

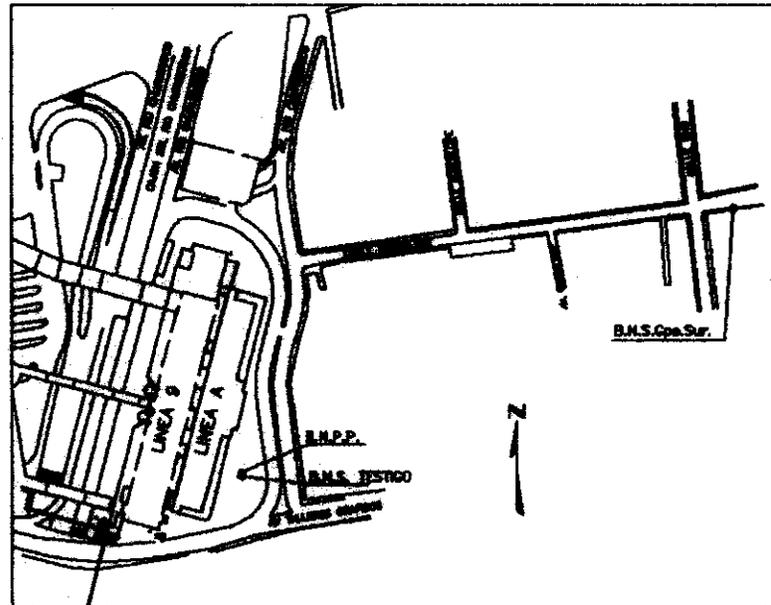


Figura II.14 Ubicación del Banco de Nivel Profundo.

CAPITULO III

LEVANTAMIENTO PLANIMETRICO DEL CONJUNTO PANTITLAN

***CONTROL TOPOGRÁFICO DE LA ESTACIÓN PANTITLAN
PERTENECIENTE AL SISTEMA DE TRANSPORTE
COLECTIVO METRO***

CAPITULO III LEVANTAMIENTO PLANIMÉTRICO DEL CONJUNTO PANTITLAN,**III.1 Descripción del Equipo Topográfico utilizado.**

Para obtener la planimetría del conjunto Pantitlan se utilizó el siguiente equipo de topografía:

1. Teodolito electrónico T1600
2. Distanciometro D1600,
3. Modulo Rec
4. Reflectores LEICA (prismas)
5. Bestones y bípodes
6. Cintas de 30 metros
7. Libretas de tránsito
8. Trípodes de Madera

En este capítulo se describe el equipo utilizado el cual se enlistó anteriormente: para este fin se clasifica en dos categorías equipo electrónico y no electrónico, a su vez cada uno de ello se clasifica en equipo de apoyo horizontal y equipo de apoyo vertical lo que permite una mayor facilidad al describirlos como a continuación se realiza.

III.1.1 Teodolito Electrónico T1600

El teodolito electrónico T1600 (figura III.1) es un teodolito electrónico de alta precisión. El anteojo que posee es coaxial, por lo que solo una puntería es suficiente para la medición de ángulo al segundo. Cuenta con un teclado (figura III.2) codificado en color con bloque de entrada numérico, posibilidad de entrada alfanumérica y programas de calculo integrados, una pantalla para arrojar los datos medidos que en este caso son ángulos horizontal y vertical, las distancias medidas con el distanciometro cuando se cuenta con él, así como los comandos integrados que sirven para tener diferentes opciones de medición y configurar el equipo.



Figura III.1 Teodolito Electrónico T1600

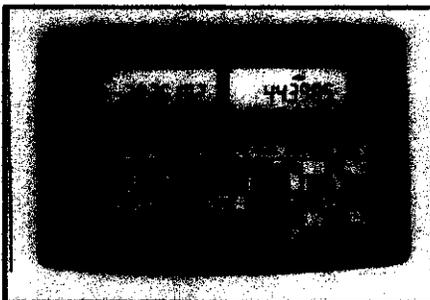


Figura III.2 Teclado Codificado del Teodolito T1600

Antes de comenzar a describir como se debe configurar el equipo y como se utilizan todos los comandos y la finalidad de cada uno de ellos, es necesario mencionar que el teodolito trabaja mediante una energía proporcionada por una batería, cuyas características son las siguientes:

Se dispone entonces de 1 batería de Níquel-Cadmio GEB77 y dos baterías externas GEB70 y GEB71, si el teodolito está conectado a una de estas baterías externas, la batería de Níquel-Cadmio se desconecta automáticamente y no es posible que se cargue está con la batería externa.

Para el funcionamiento con el teodolito, unidad de registro y el distanciómetro se necesita corriente continua de 12 volts. Existen tres tipos de baterías disponibles. También puede realizarse la conexión a cualquier fuente de corriente continua de 12 volts. Se puede suministrar un cable de conexión para batería de automóvil de 12 volts.

Los datos de duración que a continuación se presentan se refieren a baterías nuevas y a una temperatura ambiente de +20° C. Si se trata de baterías antiguas o si las temperaturas son mas bajas la duración es menor.

Módulo de Batería GEB77	Batería GEB70	Batería GEB71
Aprox. 9 horas	Aprox. 35 horas	Aprox. 120 horas

Tabla III.1 Duración de las Baterías.

En nuestro caso solo se trabajó con el módulo GEB77 y la batería GEB77.

La comprobación de la carga de las baterías se realiza de la manera siguiente:

Oprimiendo las teclas

TEXT

0 (cero) indica la tensión de la batería (de 1 hasta 9); 9 indica que la batería está totalmente cargada. Cuando la batería esta baja, aparece BAT en la pantalla. Cuando la tensión de la batería baja de 10.9 V, aparece el mensaje 12 y el teodolito se desconecta automáticamente cuando se aprieta la tecla siguiente.

Así mismo este teodolito cuenta con una unidad de registro llamada Módulo REC el cual sirve para almacenar los datos y posteriormente ser vaciados en una PC mediante una lectora de dicho modulo llamada GIF 10 y utilizando el software de comunicación entre la PC y el modulo GIF 10.

El módulo Rec se maneja desde el teodolito. La introducción de los datos en el teodolito se realiza de la siguiente manera:

74 Elige configuración del teclado para la interface. Apertando una sola vez se cambia la configuración del teclado.

76 Se elige la unidad de registro. Apertando una sola vez se pasa del registro con el GRE al registro con el Módulo REC.

78
Fija en el teodolito los parámetros estándar: 2400 baud, paridad par, CR LF

99 el formato de registro estándar

Si no se ha fijado el formato de registro estándar, aparece en el indicador "OK?" antes de registrar por primera vez. Apertando de nuevo se confirma el formato de registro y se registra el bloque de medición.

No es necesario hacer las operaciones anteriores cada vez que se empiece una sesión ya que se mantienen en la memoria después de

Las mediciones que se pueden realizar en el teodolito, ya sea el ángulo horizontal, el ángulo vertical y la distancia vertical, se hacen de la siguiente manera:

Inicia la medición de distancia realizando la correcta puntería al reflector.

Registra el bloque de medición. El ángulo horizontal registrado se refiere a la realizada en el instante del registro. El ángulo vertical registrado se refiere a la puntería correspondiente al instante de terminar la medición de distancia.

Inicia la medición de distancia, registra el bloque de medición e incrementa en una unidad la numeración correlativa del punto.

Asigna al bloque de medición el mismo número de punto que al bloque anterior.

Después de haber realizado una medición y una vez registrado este bloque en el módulo REC, estos datos se pueden visualizar en la pantalla de la siguiente manera:

Oprimiendo la tecla

Cambia el teodolito al modo DATA

Acaba la función DATA



Indicación palabra por palabra, hacia delante o atrás.

Búsqueda de un bloque de medición con un determinado número de punto. El comando FIND revisa el contenido de la memoria, empezando por el final.



Borra todo el contenido del modulo REC. No es posible un borrado parcial de solo ciertos datos.

III.1.2 Distanciómetro DI 1600

Dentro del equipo eléctrico empleado en el apoyo horizontal, este teodolito se trabaja simultáneamente con el distanciómetro DI 1600 que se puede utilizar para levantamientos topográficos y geodésicos.

Este dispositivo (distanciómetro DI 1600) determina la distancia mediante la medición indirecta del tiempo que le toma a la energía electromagnética de velocidad conocida, viajar de un extremo a otro de la línea y regresar. Este esquema de medición indirecta del tiempo consiste en determinar cuantos ciclos de energía electromagnética son necesarios para recorrer el doble de la distancia a medir. La frecuencia (tiempo necesario por ciclo) es controlada por el distanciómetro, y de esta forma el tiempo total de recorrido se conoce. Multiplicando el tiempo total por la velocidad y dividiendo el resultado por 2, se obtiene la distancia requerida. Este distanciómetro cuenta con un contrapeso que le permite permanecer equilibrado en cualquier posición.

También cuenta con un teclado para poder operarlo y realizar los ajustes necesarios para obtener las distancias correctas.

En condiciones atmosféricas medias y utilizando 11 prismas se tiene un alcance de 4 km. La precisión en una medición es de 3 mm \pm 2ppm*. Este distanciómetro puede arrojar resultados muy exactos, con una resolución entre 1 y 6 partes por millón (error relativo). Así, por ejemplo, un error de 5 partes por millón representa 5 mm de error por cada kilómetro medido.

III.1.3 Configuración del Teodolito Electrónico y el Distanciómetro.

Antes de iniciar un trabajo de campo se requiere realizar una configuración al teodolito junto con el distanciómetro de la manera siguiente:

a) Colocar el distanciómetro en el anteojo

b) Fijar en el teclado con los botones la corrección de escala expresada en partes por millón (ppm*) ingresando dicha cantidad con la parte numérica del teclado de acuerdo a la tabla que se presenta a continuación y al terminar esta operación teclar

*ppm es igual a la millonésima parte de la unidad, por ejemplo la millonésima parte de 1000 m equivale a un milímetro.

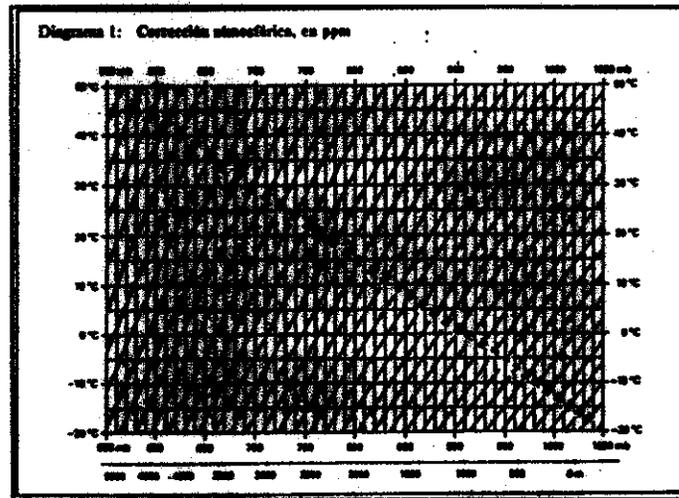


Tabla III.2 Valores de las partes por millón

Con la introducción de una corrección de escala se pueden aplicar las reducciones que son proporcionales a la distancia como, por ejemplo, la corrección atmosférica, la reducción a nivel del mar o la distorsión de la proyección.

La distancia indicada es correcta solo si la corrección de escala introducida corresponde a las condiciones atmosféricas reinantes en el momento de la medición.

La corrección atmosférica tiene en cuenta la presión atmosférica y la temperatura del aire.

c) Fijar en el teclado con los botones    la constante del reflector ingresando dicha cantidad con la parte numérica del teclado y al terminar esta operación teclear

Con la introducción de la constante del reflector que se memoriza en el distanciómetro, se asegura que la distancia en el indicador sea correcta, debe fijarse antes de cada medición la constante correspondiente al tipo de prisma utilizado. El valor de la constante para los prismas circulares Wild es 0 mm.

d) Ajuste del distanciómetro. El ajuste que se le practica al distanciómetro se describe en este mismo capítulo dentro del tema III.1.9 Ajustes del Teodolito Electrónico y del Distanciómetro.

III.1.4 Reflectores o Prismas.

Es necesario mencionar que para poder realizar una medición el rayo infrarrojo que manda el distanciómetro debe reflejarse en un reflector para que una medición sea correcta.

Los reflectores de LEICA o prismas se colocan en los bastones que son ajustables hasta una altura de 2 metros y el bipode solo es utilizado cuando se esta orientando el aparato.

Para realizar medidas sin errores con este distanciometro, el rayo infrarrojo debe ser paralelo a la línea de colimación del anteojo. Una única puntería es suficiente para realizar una medición de ángulo y distancia con un distanciometro que esta bien ajustado.

La puntería que se debe realizar en el reflector es como a continuación se muestra en la figura III.3:

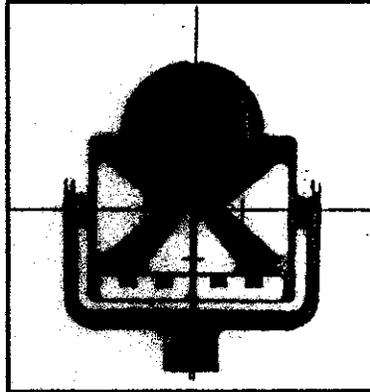


Figura III.3 Puntería al Reflector

III.1.5 Tipos de Mascarillas existentes en el display del Teodolito.

En este teodolito electrónico se pueden visualizar, al igual que en los registros de campo en las libretas de tránsito, diferentes mascarillas en la pantalla (display), las cuales se pueden seleccionar para observar los datos más convenientes dependiendo el tipo de usuario o el tipo de levantamiento que se este realizando.

Los datos que contienen estas mascarillas son lo siguientes:

1. Coordenadas, norte y este (y, x) (Se visualiza oprimiendo las teclas DSP y 3)

1000.000	1000.000
----------	----------

2. Ángulo horizontal y distancia horizontal. (Se visualiza oprimiendo las teclas DSP y 5)

158.5634	123.456
----------	---------

3. Ángulo vertical y distancia inclinada. (Se visualiza oprimiendo las teclas DSP y 7)

89° 45' 13"	126.678
-------------	---------

4. Numero de punto. (Se visualiza oprimiendo las teclas DSP y 9)

nr	54
----	----

Cabe mencionar que los ejemplos solo se podrán observar en la pantalla si se hizo una medición.

III 1.6 Tipos de mensajes de los errores mas frecuentes.

Es importante conocer los errores más frecuentes que se presentan al momento de operar este teodolito.

Los errores se indican de la forma siguiente:

Error XX Mensaje erróneo del teodolito o fallo en el funcionamiento del mismo

Error 0XX Mensaje de error en la unidad de registro

Error 2XX Mensaje de error en el distanciómetro

La siguiente tabla muestra los mas frecuentes:

Error	Causa	Medidas a tomar
1	Comando SET MODE no válido	CE, corregir entrada
2	La determinación del índice vertical o del error de colimación no ha empezado en la posición 1 del anteojo	CE, comenzar en la posición 1
5	REC durante la medición de distancia	CE CE, repetir la medición
9	Se ha llegado al número de punto 99 999 999 (numeración ascendente) ó al 0 (numeración descendente)	CE; en numeración ascendente, el próximo número será 0, en numeración descendente, 99 999 999
12, 212	La tensión de la batería es demasiado débil	Apretar una tecla para desconectar el teodolito
14	Comando no permitido durante la medición de la distancia	CE CE, repetir la medición
21	Error de paridad o de velocidad de transmisión errónea en la recepción de datos	CE comprobar los parámetros fijados y la conexión del cable
221-226	Error de interface en el distanciómetro	CE si persiste el error, avisar al servicio técnico
22	En el modo de comandos, al apretar REC el teodolito no recibe	CE, comprobar la conexión del aparato al GRE o al computador y los parámetros fijados
39	El distomat no responde	CE, comprobar parámetros fijados en distanciómetro y conexión
255	Falta de señal del distanciómetro	CE, elevar número de prismas
58	El aparato no está bien nivelado	CE, nivelar el instrumento
71	Los valores requeridos no están bajo este número	CE
72	La memoria del modulo REC está casi llena; aún se pueden registrar otros 5 bloques	CE; se trata de un aviso previo que se repite después de cada bloque siguiente
73	No existe el número de punto buscado	CE
79	Falta el modulo REC	CE, insertar el modulo REC

Tabla III.3 Mensajes de errores mas frecuentes.

III.1.7 Ajustes del Teodolito Electrónico y del Distanciómetro DI 1600.

Los Ajustes que uno mismo le puede realizar al Teodolito Electrónico son los siguientes:

a) Ajuste para minimizar el error de colimación.

La línea de puntería se ha ajustado en la fábrica todo lo mejor posible. Si el error de colimación supera los 30", se recomienda ser ajustado mejor en un taller especializado. Para ajustar el error de colimación se desenrosca la parte trasera del manguito de enfoque, tras visar el punto se introduce el comando



Se adiciona algebraicamente si la puntería se realiza en la posición uno, o se resta en la posición dos, el error de colimación a la lectura del círculo horizontal y se fija con el botón de movimiento horizontal, el valor calculado.

Si el trazo vertical queda a la izquierda del punto visado se suelta un poco el tornillo de ajuste situado a la izquierda del ocular del anteojo con la clavija de ajuste. En la misma medida se aprieta el tornillo derecho y se controla el efecto en el anteojo. Se corrige así, paso a paso hasta que el trazo vertical y el punto visado coincidan. Debe evitarse apretarse en exceso los tornillos, por último se repite la comprobación para control y se vuelve a enroscar el manguito de protección.

El error de colimación se determina y memoriza en la fábrica para cada instrumento antes del suministro. El valor memorizado se tiene en cuenta en cada medición de ángulos horizontales, por lo que en cualquier momento se puede determinar un nuevo error de colimación y memorizarlo en el instrumento.

b) Ajuste para minimizar el error del índice vertical.

El error de índice vertical se determina y memoriza en la fábrica antes de suministrar el aparato. El valor memorizado se tiene en cuenta en cada medición de ángulos verticales, por lo que en cualquier momento se puede calcular un nuevo error de índice vertical y memorizarlo en el instrumento.



aparece en el indicador: el último valor memorizado del error de índice vertical.

En la posición 1 del anteojo se dirige la visual al punto señalado.



Borra el indicador

Se dirige la visual al mismo punto pero en la posición 2 del instrumento.



Indicación del nuevo error de índice vertical.



Se memorizo el nuevo valor.



Termina la función y se conserva el valor del índice vertical.

El ajuste que se le realiza al Distanciómetro DI1600 es el que a continuación se describe:

Para que las mediciones que se realicen con el distanciometro no presenten errores, el rayo de medición debe ser paralelo a la línea de puntería del anteojo, para comprobar esto se coloca el reflector o prisma a una distancia de 100 a 150 metros y compruebese que el distanciometro asiente correctamente sobre el anteojo del instrumento.

Con la tecla TEST en el distanciometro enviar la señal de recepción, esta se puede visualizar en la pantalla del distanciometro mediante unas líneas y que además representan la tensión de las baterías. Si existe un fuerte desajuste el distanciometro no recibirá señal alguna, y entonces se procederá al ajuste.

1.- Se enciende y presiona la tecla TEST en el Distanciometro.

2.- Se hace una puntería con la bayoneta que se encuentra en la parte superior del distanciometro hacia el reflector y se busca la señal con los tornillos tangenciales del teodolito hasta encontrarla (si se ha encontrado la señal, aumentaran las líneas en la pantalla del distanciometro y se escuchara un chillido mas fuerte).

3.- Una vez encontrado se procede a realizar la corrección de la forma siguiente: Con los tornillos de los movimientos tangenciales ya sea horizontal o vertical se coloca la recepción de la señal en 4 líneas en la pantalla del distanciometro.

Ahora se observa por el anteojo donde quedó la línea de colimación con respecto a la puntería que debe de hacerse en el prisma.

Se recorre con los mismos tornillos tangenciales la misma distancia pero en sentido contrario respetando el movimiento que se haya hecho ya sea horizontal o vertical.

Se gira el tornillo de ajuste del efecto horizontal o vertical (estos se encuentran en la parte inferior del distanciometro y se ajustan con una llave allen proporcionada por el fabricante) según el que se haya movido primero hasta visualizar 4 líneas en la pantalla del distanciometro.

Posteriormente se realiza el mismo ajuste con el otro tornillo que no se ha ajustado.

Para comprobar que se ha realizado un buen ajuste se visa al reflector en la forma correcta y observar la intensidad de la señal en el distanciometro, si se satisface, el ajuste ha sido el correcto, de no ser así se procedería a efectuar de nuevo el ajuste.

III.1.8 Constantes de los Reflectores o Prismas

Con el fin de que la distancia sea la correcta hay que fijar antes de efectuar una medición la constante correspondiente al tipo de prisma utilizado. La constante de los prismas circulares utilizados es de 0 mm. Si se utilizan reflectores de otros fabricantes habrá de determinar primero su constante realizando mediciones en una base de distancia conocida.

III.2 Equipo de Computo y Periféricos.

En estos tiempos el uso de una computadora es indispensable para el desarrollo de proyectos o estudios como el realizado en este caso en el Conjunto Pantitlan. Por consiguiente, el equipo de computo utilizado para el vaciado de los datos levantados en campo, el dibujo automatizado de los planos y la realización de los boletines correspondientes a las nivelaciones realizadas fue el que a continuación se menciona.

Las características del equipo de computo que se utilizó es una computadora marca Hewlet Packard, con procesador Pentium II a 300 Mhz, un disco duro de una capacidad de 10 Giga bytes y memoria RAM de 64 Mega bytes.

En tanto el equipo periférico utilizado fueron impresoras de tonner, plotters con inyección de tinta, los módulos REC, los cuales sirven para almacenar los datos levantados en campo, y el WILD GIF-10 (figura III.4) que es una lectora de los módulos REC.



Figura III.4 Lector Wild GIF10 y el Módulo REC

El GIF10 es una interface universal entre el módulo REC y una computadora personal. Se utiliza para indicar, transferir y recibir datos y también para copiarlos en otro módulo REC

III.3 Software empleado.

Para el desarrollo del estudio realizado en el Conjunto Pantitlan, además del equipo de cómputo utilizado se emplearon diferentes tipos de software para poder obtener los resultados requeridos por dicho estudio.

Por consiguiente, el software empleado va desde un procesador de textos hasta los denominados CAD (Diseño Asistido por Computadora).

En el desarrollo de un estudio como este tipo, existen programas específicos para dar solución a cada una de las etapas que comprenden el mismo. Por ello, para las etapas que comprende este estudio se utilizaron diferentes tipos de software, de este modo para la etapa del Levantamiento Planimétrico del Conjunto Pantitlan se utilizó:

- a) Wild Soft
- b) Autocad

El Wild Soft es un programa que se utiliza para vaciar los datos que se levantaron en campo y que se guardaron en el módulo REC del Teodolito Electrónico T1900, para que posteriormente, con la ayuda de la computadora y la lectora de datos Wild GIF 10, pudieran ser visualizados en el prompt de raíz de la computadora y guardar la información del módulo Rec en un archivo creado en la computadora para dicho fin. Cabe mencionar que en dicho programa se pueden cambiar las extensiones de los datos que se han vaciado y así poder observar en Autocad los puntos levantados y comenzar a trazar el dibujo.

El software utilizado para la etapa del control vertical del Conjunto Pantitlan fue:

- a) Hoja de calculo de Microsoft Excel
- b) Procesador de textos Microsoft Word

La hoja de calculo de Microsoft Excel fue utilizada primeramente para realizar las Tablas Comparativas de Movimientos Diferenciales y posteriormente la obtención de las graficas de los Desplazamientos Verticales Diferenciales correspondientes a los elementos estructurales controlados.

El procesador de Textos de Microsoft Word se requirió para dar la presentación final de los Boletines, que contienen los resultados finales de las Tablas Comparativas de Movimientos Diferenciales y las graficas de los Desplazamientos Verticales Diferenciales.

Por otro lado, para el proceso del posicionamiento GPS que se realizó en la techumbre de la Línea 9 se empleó el receptor denominado GARMIN 100 SRVY II, que se describe en el tema III.5.2 Descripción del Receptor GPS utilizado, se utilizó el software GARMIN PC100S2 Versión 3.03 que sirve para poder transmitir los datos obtenidos en el receptor GPS y visualizarlos en una PC después de haber realizado una serie de operaciones en el GARMIN PC100S2.

Este software trabaja sobre ambiente Windows, por lo que es relativamente fácil su manejo. En la pantalla principal, como se puede observar en la siguiente figura III.5 se tiene el menú principal

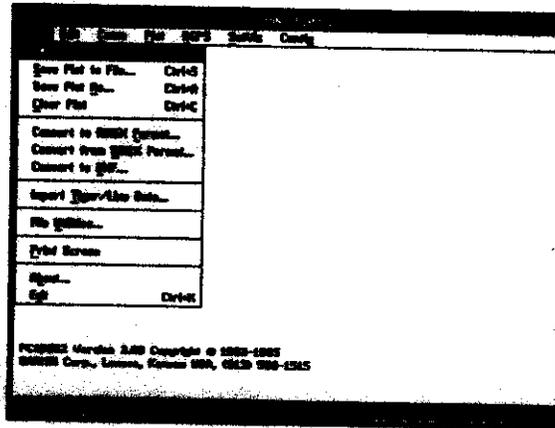


Figura III.5 Software PC 100S2

Primeramente se debe realizar una configuración que será la misma que tiene el receptor GPS que se hace de la siguiente manera: En el menú de configuración (Config) se selecciona el sub-menú de unidades (units) y posteriormente se seleccionan el tipo de unidades empleadas (fig III.6)

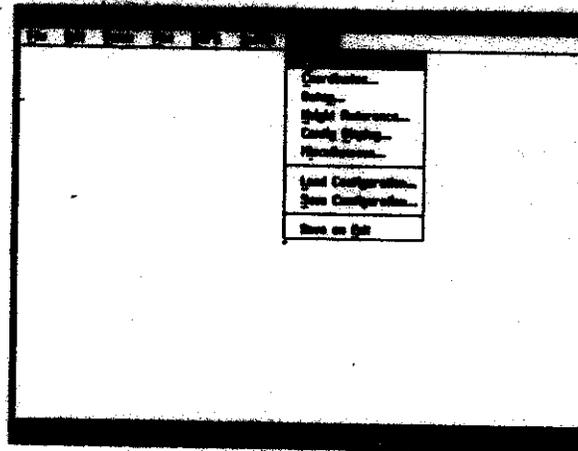


Figura III.6 Software PC 100S2

En la siguiente figura (figura III.7) se muestran las diferentes opciones que se tienen dentro de las unidades que se pueden utilizar, sin embargo para la configuración de este caso para las distancias se seleccionó metros con una precisión de cuatro dígitos y para la altura metros.

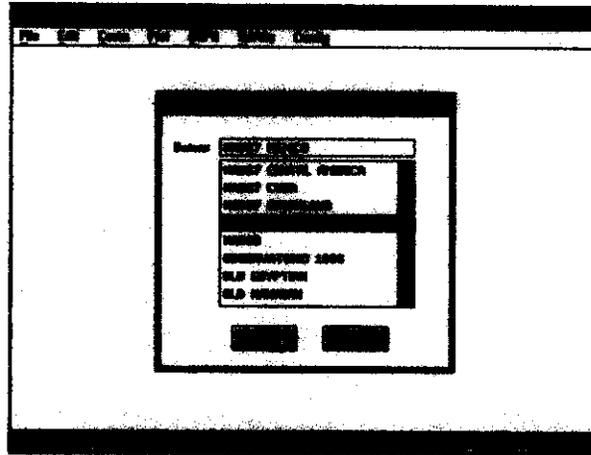


Figura III.9 Software PC 100S2

En el sub-menú de height Reference se seleccionó la opción de geoidal (figura III.10)

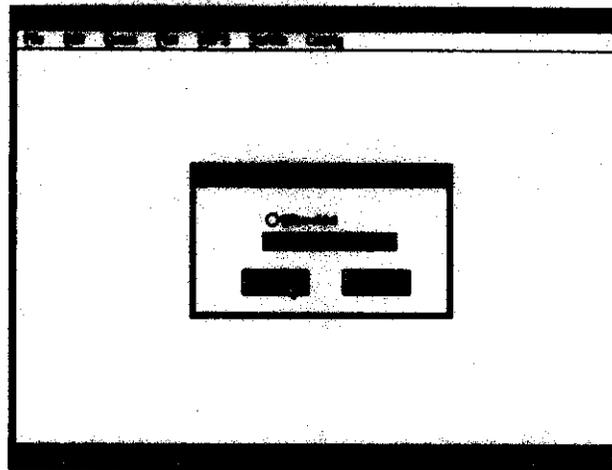


Figura III.10 Software PC 100S2

Este software tiene la capacidad de poder guardar las diferentes configuraciones para distintos posicionamientos, en el sub-menú de "save configuration" se puede guardar dicha configuración dándole un nombre y el programa por default le asigna la extensión ".CFG" y el usuario le puede asignar en la unidad que se desee. En particular, se salvo una configuración con el nombre de farpq.cfg que será utilizada posteriormente.

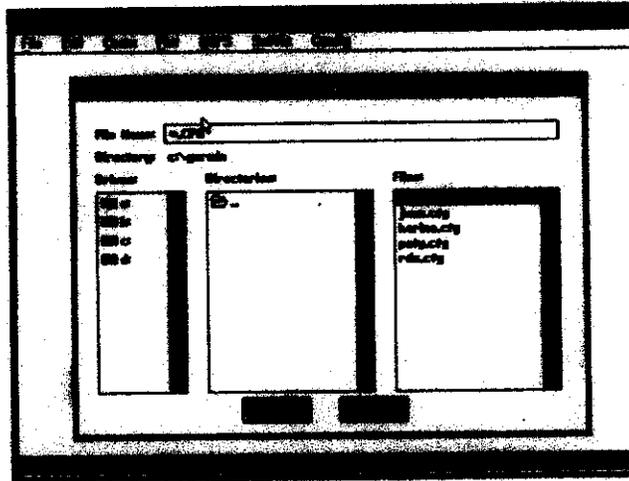


Figura III.11 Software PC 100S2

III.4 Método de Levantamiento

El levantamiento Topográfico tiene como función primordial trasladar al plano los puntos determinados en el terreno partiendo de una línea medida y orientada que se le conoce como línea base.

En particular, para el estudio del Conjunto Pantitlan la finalidad principal es la de conocer la ubicación y distribución de las estructuras y tener un marco de referencia para la colocación de los puntos de control vertical.

Dicho levantamiento se comenzó con la realización de una red topográfica o de poligonación conocida como poligonal principal cerrada, posteriormente y como las circunstancias requirieron un mayor número de puntos, se hizo una mayor densificación mediante las poligonales adicionales apoyadas en la poligonal principal.

III.4.1 Metodología empleada en Levantamiento Planimétrico de la Poligonal Principal y la de Apoyo.

Se define como poligonación al método de levantamiento horizontal que consiste en un conjunto de líneas que sucesivamente conforman una línea quebrada, en la que se miden todas sus distancias y se observan todos sus ángulos, para de esta manera obtener las coordenadas de los puntos que constituyen los extremos de cada línea y que se conocen con el nombre de vértices. De acuerdo con esto la metodología que se siguió para realizar el levantamiento de la poligonal principal fue el siguiente.

Como resultado del reconocimiento de campo, la extensión del terreno que aloja el Conjunto Pantitlan y demás elementos estructurales que se tomaron en consideración para ser controlados (cajón del río Churubusco puentes peatonales por ejemplo) se establecieron 13 vértices de la poligonal principal y 6 de la poligonal de apoyo, con los cuales se obtuvo la planimetría necesaria para realizar el estudio.

Se estableció para ello una poligonal cerrada, empezando en la estación denominada V1, con vista atrás a V13 y adelante a la estación V2 continuando con la estación V3, análogamente se realizaron las mismas operaciones con los vértices V4, V5, V6, V7, V8, V9, V10, V11, V12, y

cerrando en la estación V13 , viendo atrás a V12 y adelante a V1. Estas mismas operaciones se realizaron en la poligonal de apoyo.

Para las observaciones angulares se aplicó el método de direcciones de Bessel, que consiste en registrar en el módulo GRM (del Teodolito Electrónico T1800), con solo apretar una tecla (ALL), las direcciones horizontal y vertical, así como la distancia medida con el distanciómetro, primero al punto de atrás y posteriormente al de adelante, en la posición I del teodolito, después se da vuelta de campana y se vuelve a repetir el proceso en la posición II, esto constituye una serie de observación.

Como ya se había mencionado anteriormente el levantamiento topográfico debe contener una línea medida y orientada que se le conoce como línea base, por consiguiente, se hizo un recorrido para determinar los sitios más favorables para el establecimiento de la base. Con este propósito se localizaron dos puntos, el V2 sobre el camellón de la Av. Río Churubusco , en su cruce con la calle Guadalupe y el V3, ubicado sobre el camellón de la Av. Río Churubusco en su intersección con la Avenida Talleres Gráficos, que conformaron la línea base y en los cuales se efectuarían las observaciones desde los satélites NAVSTAR, para dar POSICIONAMIENTO Y ORIENTACION geodésica a la base. (Fig III.12)

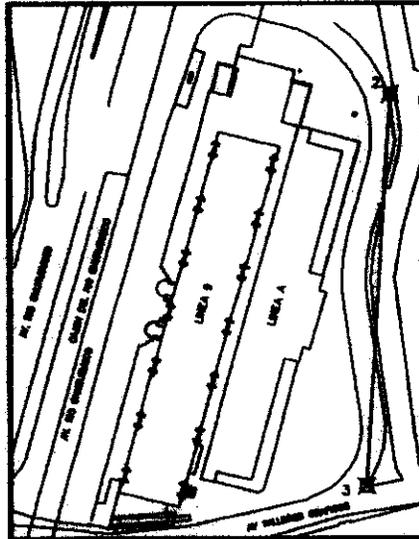


Figura III.12 Ubicación de la Línea base

El método con el cual se levantó la poligonal principal y la de apoyo garantiza que los errores instrumentales y personales se minimicen. En cada estación de la poligonal principal y de apoyo se observaron al menos dos series de Bessel.

A continuación se muestra la ubicación de los vértices que conforman la poligonal principal y la de apoyo con los cuales se obtuvo la planimetría del lugar.

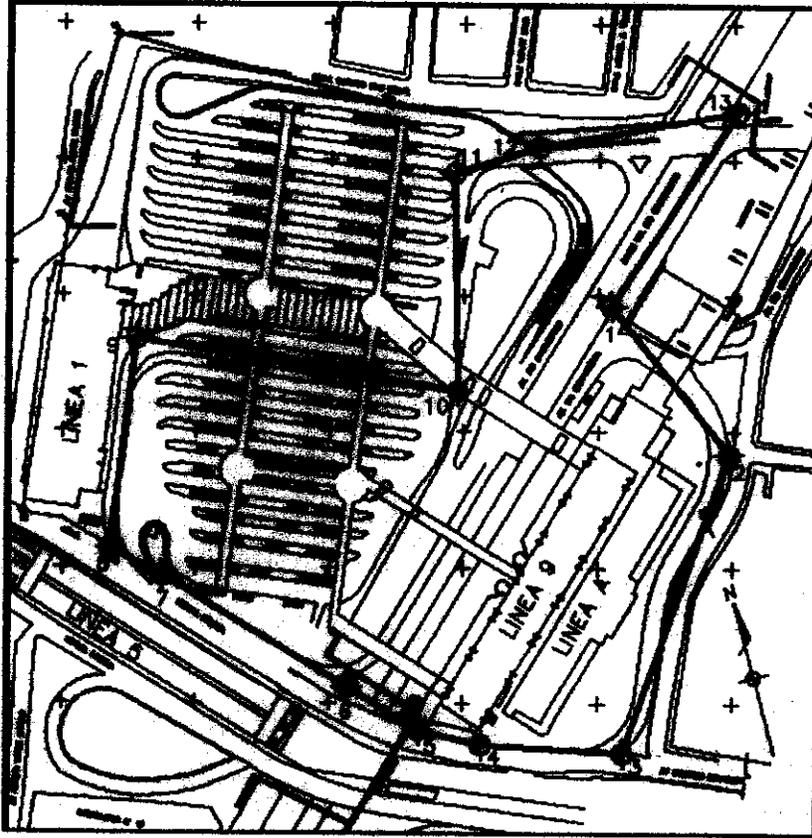


Figura III.13 Vértices de la Poligonal de Apoyo

III.4.2 Cálculo y Ajuste de los datos de la Poligonal Principal y de Apoyo.

En el tema anterior se mencionó que el método que se utilizó para observar los ángulos de la poligonal principal y la de apoyo, fue el método de Bessel. Una vez realizadas, por lo menos dos series de Bessel, se procedió a realizar los cálculos a partir del promedio de los ángulos observados y de los promedios de las distancias. Con estos datos y con el acimut inicial (del punto 1 visando hasta el punto 2 con dirección de Az $125^{\circ} 00' 02''$) se comenzó a calcular el Cuadro de Construcción del Poligono Plano (Tabla III.4) que es el que se utiliza para compensar las observaciones por el Método del Tránsito y así determinar las coordenadas de los vértices, que son las requeridas para realizar la propagación del control planimétrico por medio de poligonales complementarias de apoyo hacia el interior y exterior de la poligonal principal.

Cabe mencionar que en el cierre angular de la poligonal se obtuvo un error angular $E_a = 35''$, el cual se calculó mediante la siguiente condición, en donde la sumatoria de los ángulos interiores de una poligonal cerrada debe de ser igual a:

$$\text{Ang. Int.} = 180^{\circ} \times (n-2)$$

En donde: n = número de vértices de la poligonal.

Sustituyendo:

$$\text{Angs. Int.} = 180^\circ \times (13-2) = 1980^\circ 00' 00''$$

La sumatoria de los ángulos medidos en campo resultó ser $1980^\circ 00' 35''$ siendo está diferente a la de la condición obteniéndose así el error angular $E_a = 35''$. Para ser aceptada esta discrepancia debe ser menor que la cantidad máxima permitida o tolerable y que esta en función de la precisión que se desee alcanzar para ello se calcula la tolerancia con la siguiente ecuación:

Tolerancia:

Donde:

a es la precisión angular aceptable
 n es el número de vértices

Por lo que se tiene:

$$\text{Tolerancia} = 30'' \times (13) = 0^\circ 02' 10.77''$$

Como $30''$ es la aproximación que se aceptó antes de iniciar los trabajos y dado que (E_a) es menor que la tolerancia, se considera como aceptable este error.

Por último, para repartir el error angular se dividió este error en partes iguales y se restó a cada uno de los ángulos interiores. Esto es debido a que no se conocerán los valores verdaderos de los ángulos, y como se consideran con el mismo peso a dichas observaciones, la discrepancia se dividió entre el número de vértices resultando esta una constante, conocida como corrección angular (C_a) .

Con los ángulos corregidos se calcularon los rumbos astronómicos de cada uno de los lados de la poligonal de apoyo en función del acimut de la línea base que fue orientada.

El acimut de la línea base 1-2 $Az = 125^\circ 00' 02''$. No obstante se puede trabajar también con los rumbos que para este mismo caso de la línea base 1-2 su rumbo magnético sería $S 54^\circ 58' 58'' E$.

La tabla que se muestra a continuación (Cuadro de Construcción del Polígono Físico) fue realizada en Microsoft Excel, en donde se programaron todas las operaciones necesarias que se utilizan en el método del tránsito para la obtención de las coordenadas a partir de las distancias entre cada uno de los puntos y los rumbos magnéticos

III.4.3 Metodología empleada en el Levantamiento a detalle del Conjunto Pantitlan.

El objetivo de este levantamiento fue el conocer la ubicación de los puntos de control vertical para determinar el riesgo existente en la estructura de todo el Conjunto Pantitlan, incluyendo la estación de la Línea A; apoyándose en los vértices de la poligonal principal, se procedió al levantamiento por radiaciones de las instalaciones, así como de las esquinas de paramentos, los quebranes de estos mismos y las guarniciones que servirán para conformar la planimetría antes mencionada, las radiaciones se midieron con el teodolito electrónico T1600 y el distanciómetro D11000 y se registraron en el módulo GRM. Este registro es el denominado libreta electrónica, la cual sustituyó en buena parte a la libreta tradicional.

El método empleado para obtener el Levantamiento a detalle se le denomina el Método Polar o de Radiaciones, este es una solución eficaz en los levantamientos, si se utilizan equipos modernos. El método crea sistemas elementales de levantamiento que cubren áreas circulares. Cada sistema está dado por una estación y una dirección de referencia, se miden los vectores a cada punto de interés y se registran las coordenadas polares (ángulo horizontal y distancia).

Consiste en localizar uno o varios puntos consecutivamente alrededor de una de una zona determinada con solo la visual del aparato desde uno de los vértices de la poligonal principal y desde este medir la distancia entre los puntos y el ángulo existente entre esta línea (la conformada por el vértice de la poligonal y el punto a levantar) y una dirección determinada para posteriormente almacenar estos datos en el módulo de registro del teodolito electrónico.

En particular, la metodología que se aplicaba para el Levantamiento a detalle del Conjunto Pantitlan es el que a continuación se describe:

Si al encontramos en un punto de la poligonal principal, por ejemplo en el punto número 2 teniendo centrado y nivelado el aparato en dicho punto realizaremos la operación de "orientación", es decir, la indicaciones necesarias que debe recibir el instrumento para que el levantamiento lleve la misma secuencia que cuando nos encontráramos en otro punto de la poligonal.

Para la realización de esta operación se debe tener almacenados dentro del módulo REC las coordenadas (X,Y,Z) de cada uno de los puntos de la poligonal entonces, al oprimir las teclas



Tendremos que indicarle al instrumento en que punto con que número de punto tenemos almacenado el vértice número 2 de la poligonal que es en el que nos encontramos, es decir el punto estación.

Después, si nos vamos a orientar con el punto número 3 de la poligonal principal por la cercanía y visibilidad entre estos puntos, primero visaremos a este punto y fijaremos el círculo horizontal a ceros, posteriormente, oprimiremos las siguientes teclas



Y le indicaremos al instrumento en que número de punto se encuentra el vértice 3 de la poligonal principal.

Para comprobar que esta operación de orientación se ha hecho correctamente podemos realizar una medición hacia el punto 3 o tal vez hacia otro de los puntos de la poligonal, posteriormente anotar las coordenadas de esta medición y compararlas con las que se obtuvieron de la planilla de cálculo, estas para ser aceptadas no deben variar con respecto a las de la planilla por más de 2 milímetros en cada una de las coordenadas, es decir, la "x" calculada con la "x" de la planilla de cálculo, análogamente se realiza lo mismo con las coordenadas restantes.

Aplicando un método como este, el avance que se tiene es bastante aceptable, ya que todas las lecturas de las mediciones se hacen solamente en el polo y aunado a la experiencia del ingeniero en la selección de los puntos a levantar se hace un trabajo mucho mas eficiente.

La figura (Figura 31.14) que se muestra a continuación representa el conjunto de las radiaciones realizadas para el levantamiento planimétrico del lugar, en donde los vértices V1, V2, V3, V4, V5, y V6 representan los vértices de los polígonos y las letras R1 hasta R18 representan las radiaciones de los puntos levantados en cada uno de los vértices.

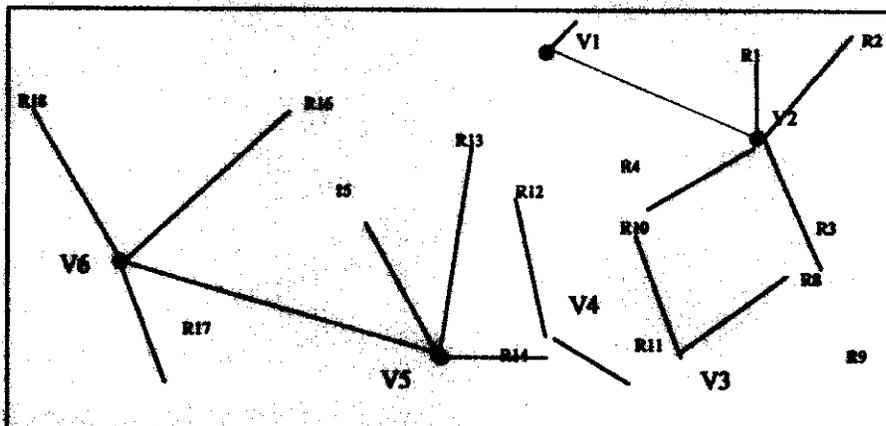


Figura 31.14 Método de las Radiaciones

Con el procedimiento anteriormente descrito se realizaron los levantamientos planimétricos que a continuación se describen:

- Levantamiento de Plano Rectangular.
- Levantamiento de polígonos regulares.
- Levantamiento de polígonos irregulares.
- Levantamiento de polígonos irregulares.
- Levantamiento de polígonos irregulares.
- Levantamiento de los ejes L-1 y L-2.
- Trazo y levantamiento de la Vialidad.
- Levantamiento de las curvas.
- Levantamiento de los ejes L-1.
- Levantamiento de los ejes L-2.
- Levantamiento de los ejes L-3.
- Levantamiento de los ejes L-4.
- Levantamiento de los ejes L-5.
- Levantamiento de los ejes L-6.
- Levantamiento de los ejes L-7.
- Levantamiento de los ejes L-8.
- Levantamiento de los ejes L-9.
- Levantamiento de los ejes L-10.
- Levantamiento de los ejes L-11.
- Levantamiento de los ejes L-12.
- Levantamiento de los ejes L-13.
- Levantamiento de los ejes L-14.
- Levantamiento de los ejes L-15.
- Levantamiento de los ejes L-16.
- Levantamiento de los ejes L-17.
- Levantamiento de los ejes L-18.

III.4.4 La importancia de la realización del croquis en la libreta de trabajo.

En la actualidad la tecnología empleada en la realización de levantamientos como el realizado en este estudio, involucra una gran ayuda en el terreno por los sistemas satelitales. Sin embargo, se debe tener en cuenta que las posibles errores que se puedan cometer al utilizar esta tecnología moderna, como pueden ser la equivocación en la ubicación de los elementos levantados.

Es por ello, que para tener referentes aun en estos días, la realización de un croquis hecho a mano por el levantador, Topógrafo y Geodesta, en el cual se marquen las posiciones relativas de los puntos levantados y otros datos del terreno que correspondan con los valores numéricos de las mediciones hechas, permite de esta forma corregir equivocaciones o cometerse para poder tener una corrección de las equivocaciones en la ubicación de los elementos levantados al utilizar la tecnología moderna.

El realizar un buen croquis representa al momento de dibujar o calcular en gabinete, la solución de posibles dudas que surtan de ser una ayuda invaluable en la elaboración final de los planos.

Los croquis hechos antes de tener datos ser comprobados y revisados por los que efectúan el levantamiento para que de tal manera los trabajos sigan líneas de errores.

Concluendo, el Geodesta Topógrafo y Geodesta debe tener en cuenta las recomendaciones de no realizar un buen croquis en el terreno para así obtener resultados que son una señal de una mente ordenada indispensable en la formación profesional de un Ingeniero.

III.4.5 Dibujo de los Planos.

En la actualidad realizar dibujo o gráfica que se realiza se realiza con el apoyo de un equipo de cómputo y con un equipo de programas que sirven en la elaboración de todos estos productos finales.

En el caso del Dibujo realizado en el Conjunto Panitillan, se a sido la computadora ya que como se comentó en el punto III.2 y III.3, se emplearon a una computadora conectada al equipo de cómputo utilizado y se utilizó software para el dibujo automatizado de los planos.

Es importante señalar que en otros tiempos la elaboración de los planos era un trabajo muy laborioso ya que cualquier modificación y cualquier cambio o error, o un cambio de escala, se debía hacer a mano en el plano de ahí la problemática existente desde algunos años. Ahora, con un programa de cómputo a los que se le eran asignadas estas tareas, y hoy en día con el apoyo de la computadora hasta una sola persona podría realizarlas. Así mismo, los errores que se cometían se evitaban automáticamente ya que se obtenía el plano final, ya que automáticamente se hacía los cambios correspondientes al archivo.

Con la utilización de los diversos tipos de programas, existen de donde dar una mejor presentación final al plano, ya que se pueden utilizar los datos, hacer desde un archivo de datos, desde el inicio o un archivo, hasta insertar imágenes para dar un mejor aspecto a los documentos según sus convenciones.

Además, con el uso de programas es posible crear varios archivos que contienen el mismo plano pero con diferentes modificaciones o presentaciones que se requieren para el plano. En el caso del levantamiento del Conjunto Panitillan, se utilizó un programa de dibujo de planos que permite crear varios archivos para la realización de planos de áreas más específicas, por ejemplo, las zonas interiores y exteriores de cada una de las líneas que

concurran en el Conjunto Pantitlan, esto con el principal objetivo de conocer la ubicación de los puntos de control vertical.

Por consiguiente, del plano principal del Conjunto Pantitlan resultaron los siguientes planos:

- Levantamiento Planimétrico al interior de la Línea A
- Levantamiento Planimétrico al exterior de la Línea A
- Levantamiento Planimétrico al interior de la Línea 9
- Levantamiento Planimétrico al exterior de la Línea 9
- Levantamiento Planimétrico al interior de la Línea 5
- Levantamiento Planimétrico al exterior de la Línea 5
- Levantamiento Planimétrico al interior de la Línea 1
- Levantamiento Planimétrico al exterior de la Línea 1
- Levantamiento Planimétrico de la Línea 9
- Ubicación de los Puntos de Control Vertical del Conjunto Pantitlan
- Ubicación de los Puntos de Control Vertical de la Avenida del Conjunto Pantitlan
- Ubicación de los Puntos de Control Vertical
- Ubicación de los Puntos de Control Vertical

A continuación se muestra el Plano Principal Planta de Localización del Conjunto Pantitlan del que surgen todas las plantas o planos mencionados. Figura III.15 y III.16

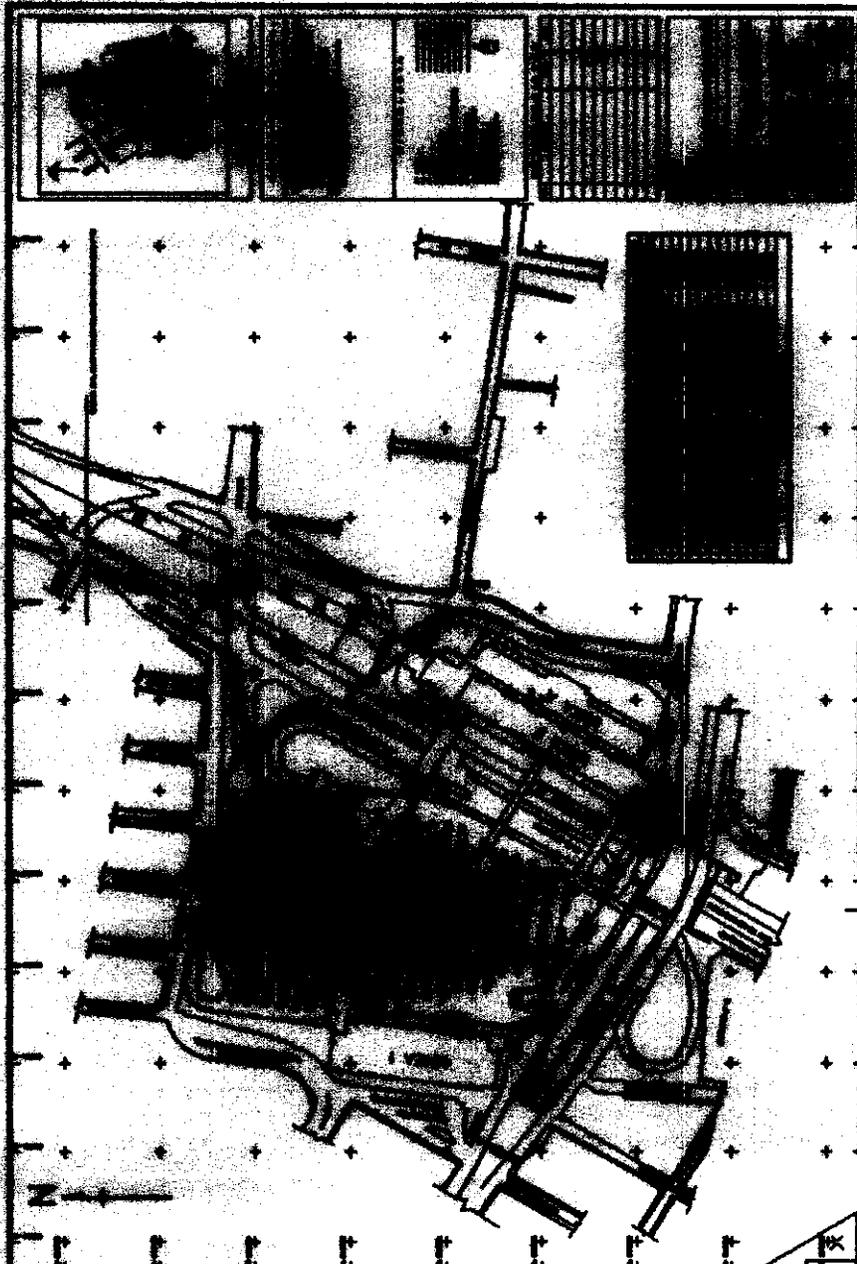


Figura 33-18 Plano de Localización del Conjunto Pantitlan (Plano 1 de 2)

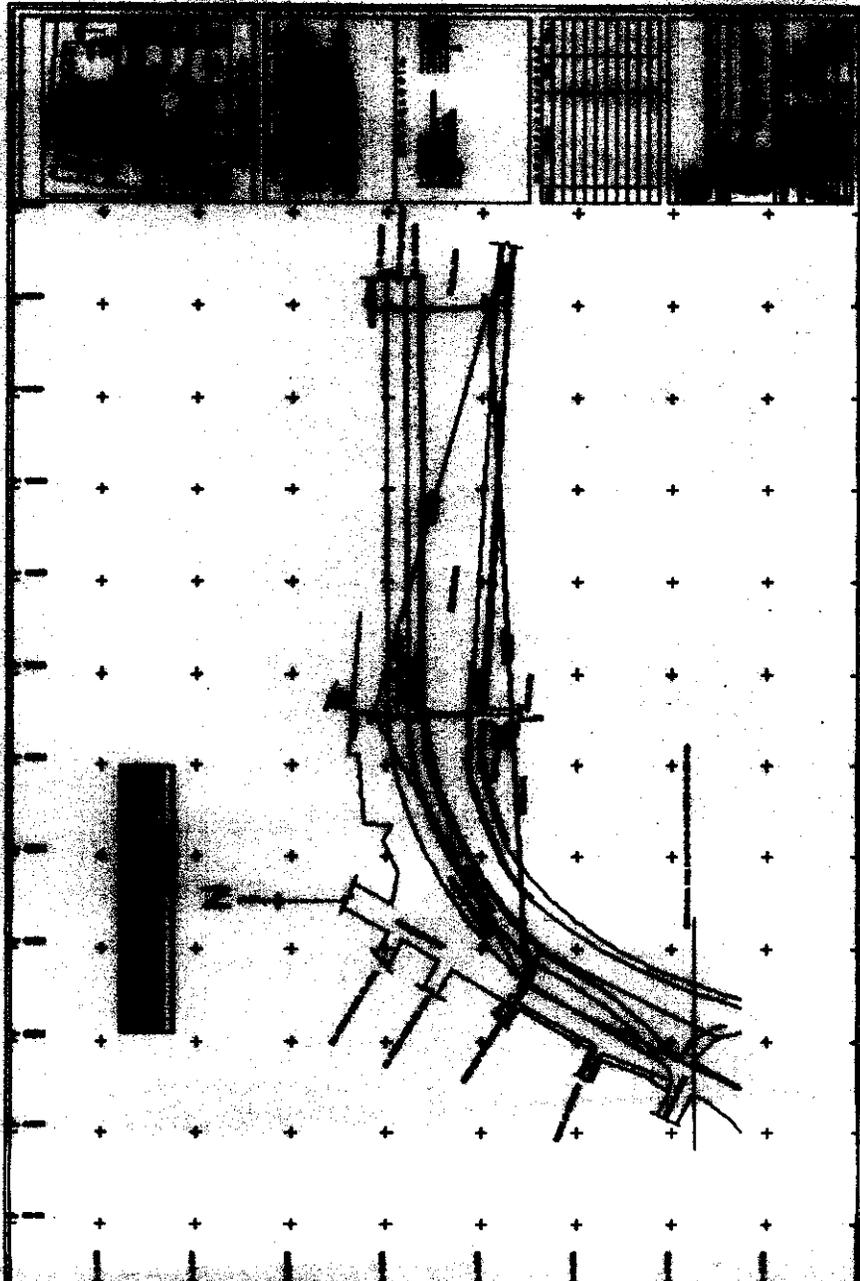


Figura 31.12 Planteo de Localización del Conjunto Pantillan (Plano 2 de 2)

III.5 Posicionamiento GPS (Sistema de Posicionamiento Global).

En la actualidad otro sistema empleado para conocer las coordenadas geográficas de un lugar es el Sistema de Posicionamiento Global, conocido más por sus siglas en inglés como (Global Position System), que sirve para llegar a una tipo de trabajos a la Red Geodésica Nacional.

Dicho Sistema es uno de los avances tecnológicos más relevantes con los que cuenta la ingeniería topográfica, con el cual se pueden conocer con rapidez y exactitud la posición geográfica de uno a más puntos, que estén sobre la tierra o en el mar.

La precisión alcanzada en el posicionamiento puede ir desde decenas metros, centímetros y hasta milímetros dependiendo de la exactitud que se desea obtener, así como también, del tiempo de medición, que puede ser desde un par de minutos hasta varias horas, el tipo de equipo y la geometría de los puntos.

Por este motivo con este sistema se permite para dar posición a dos vértices (V2 y V3) que integran el control topográfico del Conjunto Pantitlan.

III.5.1 Descripción del sistema de posicionamiento global.

Este sistema fue diseñado para utilizar las 24 horas en forma continua y en cualquier parte del mundo. Actualmente el posicionamiento de Deimos de los Estados Unidos de Norte América, para el posicionamiento geográfico de un punto en cualquier parte del mundo, además permite la navegación al viajar sobre el planeta con el GPS. Al principio, su uso era con fines militares, pero posteriormente se puso a disposición del uso civil. A la constelación de satélites que orbitan en la tierra con el sistema GPS, la Organización Sistema Global de Navegación por Satélites del Departamento de Defensa, añade el sistema GPS militar, conocido como el sistema GPS (sistema de posicionamiento estándar), usado por los militares instalados al operar el sistema.

Este sistema vino a complementar al sistema "Transit", también satelital que contiene 5 satélites orbitando la tierra, pero que ya no se permite dejar el receptor instalado durante 72 horas continuas y consiguiéndose los resultados de decímetros.

Las posibilidades técnicas del sistema sólo pueden ser aprovechadas por organismos militares, investigadores de alto nivel científico y usuarios militares al código de precisión o código P (código protegido).

Al sistema lo conforman tres segmentos principales:

- El segmento espacial.
- El segmento de control y
- El segmento usuario.

El segmento espacial se comprende la constelación NAVSTAR que está conformado por 18 satélites principales y 7 satélites de repuesto, que orbitan la superficie de la tierra, a una altura aproximada de 22 200 kilómetros y un periodo de recorrido de 12 horas sidéreas.

Los 18 satélites se distribuyen en 6 planos orbitales, con una inclinación de 55° respecto al ecuador, cada plano contiene tres satélites uniformemente espaciados (a 120° cada uno). Este configuración permite que cuando el momento de cualquier hora de la hora están simultáneamente sobre el y 7 satélites, proporcionando señales que están recibidas por un 5 horas en el momento de la recepción y que permitirá la constatación de la observación, es decir mínimo de 4 satélites durante las 24 horas.

La precisión del GPS está basada en la calidad de los relojes (u osciladores) de muy alta estabilidad colocados en los satélites.

El oscilador del satélite genera una frecuencia fundamental de las que se derivan las señales transmitidas. Estas señales, mediante multiplicadores de factores 154 y 120, se convierten en frecuencias de onda en la banda L₁, L₂. Sobre estas dos portadoras se modulan las señales de navegación como código P (Precision or Protected Code) sobre L₁, L₂ y el código C/A (Clear Access) o código S (Standard Positioning Service) sobre L₁.

Sobre ambas portadoras se transmite el mensaje de navegación del satélite. El mensaje se estructura en 5 sub-mensajes o bloques que contienen:

Bloque 1. Almacena los parámetros de conexión del reloj, proporcionando información sobre el estado del tiempo del satélite con respecto al GPS.

Bloque 2 y 3. Contiene las efemérides del satélite, predichas por el segmento de control, mediante las que se sabe, desde el satélite, cuáles son de la posición del satélite, estas efemérides contienen los datos de posición y las correcciones a los mismos.

Bloque 4. Reservado para el futuro.

Bloque 5. Contiene el historial de datos de un satélite, así como su estado de operatividad y correcciones al reloj.

Cada bloque contiene una palabra que se repite cada 5 segundos y que permite la sincronización para poder así enviar el código P a los usuarios seleccionados. Los datos transmitidos en los bloques 2, 3 y 5 se obtienen a través de las órbitas predichas mediante los cálculos.

El Segmento de Control, se parte del sistema y se conforma por una estación maestra ubicada en Colorado Springs y 4 estaciones receptoras distribuidas en Fortu, Kwajalein, Ascension y Diego Garcia, además un computador que controla y actualiza la información que constantemente transmite los satélites.

El Segmento Usuario está constituido por todos los equipos, permanentes u ocasionales utilizados para la recepción de las señales emitidas por los satélites y que son capaces para el posicionamiento, solo cuando se encuentran en una línea de vista directa por los satélites. Este segmento se divide en dos partes, una que se encarga de recibir, almacenar, organizar y transmitir los datos de posición y tiempo, y otra que se encarga de almacenar los datos de posición y tiempo, que se transmiten para posteriormente pasar por procesamiento en coordenadas geográficas.

Debido al constante desarrollo de estos equipos, la descripción de estos es un poco difícil, pero los componentes principales son:

- Antenas y pre-amplificadores
- Computadores personales
- Unidad de control y pantalla
- Unidad de almacenamiento de datos
- Fuente de poder (batería)

III.5.2 Descripción del Receptor GPS utilizado.

El receptor GPS utilizado en el estudio del Conjunto Partitlan se considera dentro del estado estándar y fue empleado para realizar un posicionamiento en los vértices V2 y V3 de la poligonal cerrada para el levantamiento del conjunto Partitlan siendo el modelo GARMIN 100 SVY II.

El GPS GARMIN 100 SVY II puede ser mejor descrito como un "sistema GPS basado en la adopción de datos propietarios". Este producto fue desarrollado principalmente para proporcionar una solución de posicionamiento de precisión en la ubicación y mantenimiento de sitios o en el campo de trabajo. Cuando se utiliza para proporcionar posiciones o en el modo de campo (por ejemplo, para proporcionar una solución de precisión) se requiere una línea de visión directa de la estación de control y algunas características de tercer orden. Para la operación normal, el GPS 100 SVY II se alimenta por baterías recargables las cuales pueden ser recargadas dentro el cargador de baterías, este paquete de baterías se encuentra totalmente sellado y el cargador mismo debe ser abierto. Un paquete opcional de baterías también puede ser usado en el campo.

III.5.2.1 Operación del Teclado.

El panel frontal consiste de 8 líneas, despliegue de 22 caracteres por línea y 21 teclas. La pantalla y el teclado son sensibles a temperatura mientras se opera en la oscuridad.

Cuando se enciende el SVY II la página de esta prueba estará desplegada aproximadamente durante 2 segundos. Después de esto el uso del cargador de baterías cuando se opera la unidad por baterías, permite permitir que la unidad permanezca con el cargador por lo menos 14 horas antes de ser usado en el campo.

El siguiente procedimiento debe seguirse para que el SVY II adquira o rastreará los satélites. Este proceso se denomina "cálculo" y generalmente tomará dos minutos para obtener información de posición. El GPS mostrará con el mensaje "RECEIVER READY" (receptor listo). Después de alcanzar un estado de posición, una posición fija se toma cuando una línea de visión directa de la estación de control se logra por una hora. Si la unidad no está funcionando por de 1000 segundos (10 minutos) después de la unidad apagada. En este caso, se puede volver el proceso de adquisición de posición de la estación inicial desplegada en la página de posición para representar más correctamente la posición actual.

La tecla ON/OFF es una tecla de función doble que controla el sistema de poder y la intensidad de luminosidad de la pantalla y del panel.

Cuando la unidad está apagada, presionando el tecla ON/OFF de la tecla incrementará la intensidad de brillo. Presionando la tecla ON/OFF decrementará la intensidad de brillo.

Si se presiona la tecla ON/OFF de la tecla OFF/DM de la tecla ON/OFF durante tres segundos, la pantalla se apagará.

El teclado puede introducir los caracteres enviados por el propio sistema.

Las teclas de caracteres pueden introducir letras, números, los símbolos "+", "-" y "." y un espacio dentro de la unidad.

Si se desea introducir un número, por ejemplo el 1, simplemente se presiona la tecla que contiene el 1. Si se desea introducir una letra, por ejemplo la "A", presionar la tecla 1, presione presionar la tecla de desplazamiento a la derecha una vez para seleccionar la "A". Después se puede presionar la tecla de desplazamiento a la izquierda tres veces para desplazar la "A". Si se desea introducir un espacio, presionar la tecla de desplazamiento a la izquierda una vez para introducir el espacio.

Presionando CLR se borra la información del campo del cursor. Si el cursor está sobre un campo cíclico, presionando la tecla CLR nos mostrara la variedad de opciones disponibles. Si el cursor está sobre un campo de confirmación, presionando CLR nos indicará la regresión. En algunos casos, CLR es usado para la transición entre páginas (la explicación individual de cada página da mas detalles sobre las funciones específicas de cada tecla). Presionando ENT se completa el proceso de entrada de datos. Si el cursor está sobre un campo de confirmación, presionando ENT indica su aprobación.

III.5.2.2 Introducción de datos.

Para introducir los datos primero se debe mover el cursor sobre el campo deseado ya sea presionando la tecla de flecha derecha o izquierda.

Para introducir datos presionar la tecla que está etiquetada con el carácter deseado (si se está introduciendo una letra, presionar la flecha izquierda o derecha hasta que la letra deseada sea desplegada). Los caracteres aparecerán de izquierda a derecha sobre el campo de manera similar a una máquina de escribir. Se deben de llenar con ceros los espacios a la izquierda cuando se introduzcan números en campos que así lo requieran. Por ejemplo, si se desea introducir 51 en un campo con 3 espacios, se debe presionar el 0, 5 y 1 en ese orden.

El GPS 100 SRVY II se caracteriza por que su teclado emite un timbre cada vez que se presiona una tecla. Si se introduce un dato que no es el apropiado para el campo, se emitirá dicho timbre tres veces indicando un error. Dichos timbres pueden ser omitidos o apagados si se desea.

III.5.2.3 Revisión de los mensajes.

Parpadeará una "M" cada vez que exista un nuevo mensaje, y permanecerá ahí después de haberlo visto en la Página de Mensajes.

No habrá ninguna "M" si no existe ningún mensaje.

La "M" aparecerá en la parte superior derecha de la pantalla. Este símbolo es conocido como el "Anunciador de Mensajes" y parpadeará si el GPS 100 SRVY II desea decir algo. Cuando esto ocurre, presionar la tecla MSG para ver el nuevo mensaje(s). Si continúa presionando la tecla MSG hasta que la página donde se encontraba anteriormente sea sustituida por el mensaje emitido.

Mientras el Anunciador de Mensajes este parpadeando, el GPS 100 SRVY II también emitirá un tono audible para alertar sobre el mensaje. (Si la unidad es conectada a una alarma externa, esta también será activada). Los mensajes que requieran de atención inmediata generarán un tono más audible y rápido que no se detendrá hasta que se visualice el mensaje.

III.5.2.4 Capacidad de almacenamiento

Las funciones principales provistas por el GPS 100 SRVY II son la colección de datos, la operación GPS en modo diferencial para el tiempo real y la navegación. La colección de datos se refiere a la capacidad extensiva de la unidad para el registro de datos. Mas de 18 horas de información diferencial GPS (o 200,000 posiciones), calculadas por el receptor pueden ser almacenadas internamente, así como información de atributos y descripciones opcionales asignadas por el usuario. Esto elimina la necesidad de usar un decodificador o una PC en campo, simplificando la tarea de la colección de datos.

Adicionalmente, la memoria puede almacenar 250 waypoints, 10 rutas y 100 atributos. Los datos almacenados pueden ser transferidos a una PC y post-procesados, manipulados, analizados, trazados, impresos o convertidos a un formato GIS usando el paquete de post-proceso PC100S2 (descrito en el tema III.3).

III.5.2.5 Precisión del Receptor GPS SRVY II.

Primeramente este receptor como ya se había mencionado anteriormente adquirirá o rastreará la señal de los satélites. Este proceso es totalmente automático y generalmente tomará dos minutos para obtener información de posición. Aunque el Autolocate del Garmin obtendrá una posición fija sin hacer caso del error inicial de posición, el tiempo de adquisición podrá ser mas largo si la unidad ha sido transportada mas de 1500 kilómetros (1000 millas náuticas) con la unidad apagada. En este caso, se podrá acortar el proceso de adquisición por el ajuste de la posición inicial desplegada en la página de posición para representar mas cerradamente la posición actual.

Si cuatro o más satélites con una buena geometría se encuentran disponibles, el SRVY II operará en el modo 3D en el cual la latitud, longitud y altitud son calculadas. Si solo se hallan disponibles tres satélites, la unidad automáticamente operará en el modo 2D en el cual solo la latitud y la longitud son calculadas. Cuando se opera en el modo 2D, si la velocidad es de 85 nudos o mayor, la unidad pedirá que se actualice la altitud cada 10 minutos con el mensaje "NEED ALT-PRESS NAV" (Necesito altitud-presionar NAV) (ver sección 3.3). Si el SRVY II no puede adquirir suficientes satélites para trabajar en 2D o 3D, se mandará la información con el mensaje "POO GPS COVERAGE" (cobertura pobre de GPS). Si esta situación ocurre, checar las instalaciones y asegurarse de que la antena está instalada adecuadamente y no se encuentre obstruida. La Precisión que se pueda alcanzar en la ejecución de levantamientos estáticos así como de tareas de mapeo dinámicas utilizando el promedio de posiciones y cuando es usado en conjunción con el modo diferencial en tiempo real o en post-proceso se llega a alcanzar la precisión de 1 a 5 metros.

En el Modo diferencial GPS en tiempo real, varios tipos de errores de posición pueden ser eliminados y completar sus precisiones diferenciales en el campo. El uso al mismo tiempo de dos unidades SRVY II, una transmitiendo las correcciones desde un punto de control previamente levantado vía liga de datos, el otro introduciendo las correcciones desde un receptor diferencial, o un solo SRVY II calculando las posiciones diferenciales como si tomara en un receptor de liga. El GPS SRVY II, usado en conjunto con las correcciones diferenciales, por lo común ejecutará precisiones de 1 a 5 metros en modo de promedio (con al menos 3 a 5 minutos de datos de posición corregidos diferencialmente) y de 3 a 10 metros en modo dinámico. El promedio de datos por un periodo largo (por ejemplo de 20 a 30 minutos) puede mejorar la precisión hasta en un metro.

III.5.3 Metodología empleada y planeación del posicionamiento.

En este tema se describe el método por el cual se obtendrá la posición de los puntos y su planeación.

Existen dos opciones: Puntual (absoluto) o Diferencial (relativo).

La primera opción se utiliza para determinar la posición en tiempo real, de puntos independientes, sin conexión entre ellos, teniendo por ventaja que solo se requiere de un instrumento y la posición se obtiene de forma inmediata, dejando el aparato unos cuantos minutos (15 a 25) se obtendrá una precisión de 5 a 25 metros.

Con esta técnica se determinan las coordenadas 3D del receptor directamente en forma de coordenadas cartesianas X,Y,Z y posteriormente en coordenadas geodésicas ϕ, λ, h utilizando un sistema de referencia que se emplee en la zona de trabajo. Esta modalidad puede ser utilizada como paso previo al posicionamiento relativo en cada estación de la base.

El posicionamiento Diferencial es en el que se calculan las coordenadas de uno o más receptores con relación a otro fijo cuyas coordenadas se suponen conocidas con precisión. Esta técnica requiere un tratamiento posterior a la recepción de los datos individuales que ha de efectuarse en un centro de calculo por lo que el posicionamiento relativo de precisión se realiza en tiempo diferido.

Esta segunda técnica es más precisa, ya que utiliza dos o más receptores que registran los datos simultáneamente, correlacionando uno o mas puntos, anulándose así los errores causados por la refracción atmosférica, deriva del reloj, degradación de las orbitas, etc, y se incrementa la precisión de los datos, así mismo, se registran en el mismo periodo de observación para que posteriormente se obtenga el resultado procesando los datos registrados de ambas estaciones, de los cuales uno se considera como estación de referencia o base, de donde las coordenadas son conocidas y la otra es la estación móvil o de campo, cuyas coordenadas son las incógnitas. Para aplicaciones topográficas y geodésicas se emplean diferentes metodologías basadas principalmente en el tipo diferencial, con sus diferentes modalidades como son: estático, cinemático, pseudocinemático y estático rápido.

En la presente Tesis hablaremos de las dos primeras las cuales fueron de gran utilidad en los trabajos que comprendieron el Estudio del Conjunto Pantitlan.

ESTÁTICO.- Este es el método clásico más preciso, en el cual se ocupan dos o más receptores simultáneamente por un tiempo que depende de la precisión que se desea alcanzar y del receptor, este va desde 30 minutos hasta dos horas. Los receptores quedan fijos en los lugares preestablecidos (uno con coordenadas conocidas y otro en las que se desea establecer su posición) sin moverse mientras dura el posicionamiento. Este fue el método que se utilizó para conocer las coordenadas de la línea base en Pantitlan.

CINEMÁTICO.- Al igual que el anterior, se requieren dos o mas receptores, donde uno es colocado en el punto de coordenadas conocidas y el otro u otros son cambiados a una serie de puntos. En estos puntos se hacen observaciones breves, o bien pueden ser móviles transportados en vehículos, y solo a determinado tiempo se graban datos. Una vez recorrida toda la ruta planeada, todos los receptores regresan al punto donde se encuentra el receptor base, a manera de verificación. Para esta técnica se requiere que los receptores contacten como mínimo cuatro satélites o de preferencia mas, ya que esto reduce los efectos de geometría pobre de satélites y pérdida momentánea de la señal.

Por último cuando se realiza un posicionamiento con GPS se acostumbra también, como se hace en los levantamientos de topografía, hacer una hoja de registro (Figura III.17) en el cual se tienen contemplados los siguientes datos:

HOJA DE REGISTRO PARA LOS LEVANTAMIENTOS CON GPS		
Lugar	Numero de Sesión	Fecha
Conservador	Tipo de clima	
Tipo de Receptor		
Latitud Inicial		
Latitud Final		
Hora de inicio de la Sesión		Hora al terminar la Sesión
Planeada	Planeada	
En campo	En campo	
Altura de la antena		
Satélites Observados		
COMENTARIOS		
CROQUIS DE LOCALIZACIÓN		

Figura III.17 Hoja de Registro para los Levantamientos con GPS

III.5.4 Posicionamientos realizados en la Línea base 2-3.

Como ya se había mencionado anteriormente el levantamiento topográfico debe contener una línea medida y orientada que se le conoce como línea base, por consiguiente, se hizo un recorrido para determinar los sitios más favorables para el establecimiento de la línea base. Con este propósito se localizaron dos puntos, el V2 sobre el camellón de la Av. Río Churubusco, en su cruce con la calle Guadalupe y el V3, ubicado sobre el camellón de la Av. Río Churubusco en su intersección con la Avenida Talleres Gráficos, que conformaron la línea base y en los cuales se efectuarían las observaciones desde los satélites NAVSTAR, para dar POSICIONAMIENTO Y ORIENTACIÓN geodésica a la base. (Figura III.18)

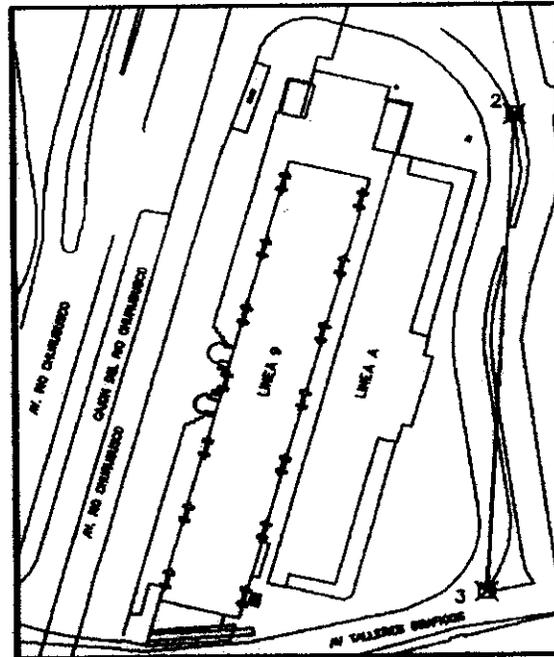


Figura III.18 Ubicación de la Línea Base

En dicha línea base se realizaron dos posicionamientos con diferentes receptores GPS, en uno de ellos se emplearon dos equipos geodésicos GPS marca ASTECH, modelo PXII de origen norteamericano, cada uno con un receptor, una antena geodésica y accesorios. El receptor es de doble frecuencia, 12 canales (11 de recepción y uno de referencia), 12 pantallas de consulta, con batería externa de 12 volts. Figura III.19

La antena Geodésica es modelo L1L2 (diámetro de 0.1318 m.), fabricada en aluminio con circuitos de rastreo satelital y preamplificador integrado.

El sistema de comunicación en estos equipos, es una antena receptor, consistente en un cable coaxial de 10 metros de longitud con conectores de roca. En el modo diferencial, se estima una precisión de 5mm \pm 2ppm en la medida de la línea y que se correlacionaron con la estación de INEGI en Toluca, Estado de México.

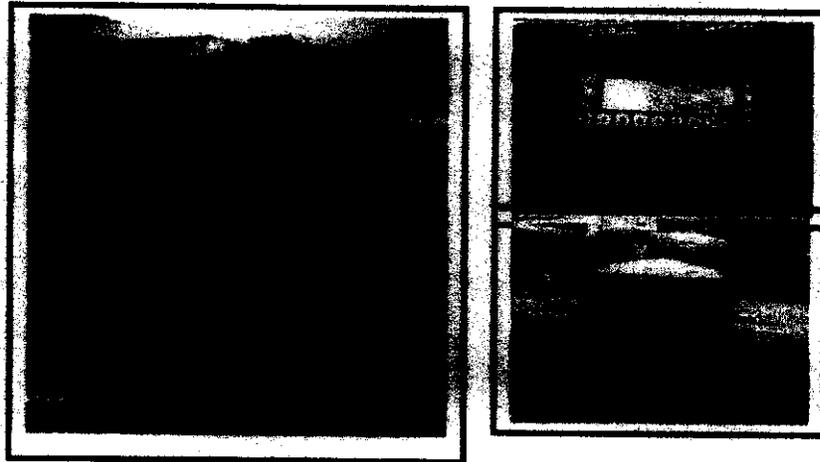


Figura III.19 Equipo geodésico marca Atech, modelo PXII

El 2 de Junio de 1999, se efectuó el levantamiento con el método de posicionamiento diferencial, aplicando la técnica de medición de fase, registrando los datos en las estaciones GPSV2 y GPSV3, simultáneamente por un periodo de observación de una hora. El resultado se obtuvo posteriormente procesando los datos de ambas estaciones en una PC con el programa TRIMVEC, obteniéndose la latitud y la longitud de los puntos. Cabe mencionar que este posicionamiento fue realizado por INEGI (Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática).

El segundo posicionamiento fue realizado con el receptor GPS marca GARMIN, modelo SRVY II, también de origen norteamericano, el cual ya se ha descrito anteriormente con más precisión.

El método empleado para este posicionamiento fue el Diferencial Estático, en el cual se calculan las coordenadas de uno o más receptores con relación a otro fijo cuyas coordenadas se suponen conocidas. Para este caso, el punto al cual se encuentran referidas estas coordenadas, es el que se encuentra en la cúpula del edificio principal perteneciente a la Facultad de Ingeniería de la UNAM.

Siendo para este punto las coordenadas conocidas las siguientes:

Latitud $19^{\circ}19'51''.817$ Longitud $99^{\circ}11'06''.912$

Altitud 2294.037 msnm

Dichas coordenadas están referidas al Dátum NAD27 y que maneja el elipsoide de Clarke de 1866.

El día 25 de mayo de 2001 se realizó dicho posicionamiento registrándose los datos primeramente en el vértice V2 durante un periodo de 30 minutos y posteriormente se trasladó el aparato hacia el vértice V3 durante un mismo periodo de tiempo. Simultáneamente, se instaló el otro receptor en la cúpula del edificio principal de la Facultad de Ingeniería para que este operará en el modo de base y el otro en el modo de campo. (Field).

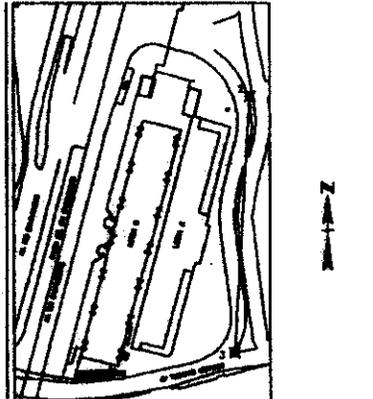
HOJA DE REGISTRO PARA LOS LEVANTAMIENTOS PLANIMETRICOS	
Lugar: Pantitlan, Estado de Mexico Proyecto: Levantamiento planimetrico del conjunto Pantitlan Tipo de terreno: Urbano	Nombre de levantador: [] Fecha de levantamiento: []
Hora de inicio de la sesion: [] Planimetrico: [] Altimetrico: []	Hora de terminacion de la sesion: [] Escala: [] Altitud de la zona: []
Significadas Observaciones	
COMENTARIOS	
CROQUIS DE LOCALIZACION	
	

Figura III.21 Hoja de Registro para el vértice 3 (Campo) en Pantitlan.

HOJA DE REGISTRO PARA LOS LEVANTAMIENTOS CON GPS	
Lugar: Observador: Tipo de Recedor: Alturas: Latitud final:	
Hora de inicio de la Sesión: Hora de terminación de Sesión: Planeación: Encampes: Altura de la antena:	Hora de inicio de la Sesión: Hora de terminación de Sesión: Planeación: Encampes: Altura de la antena:
Satélites Observados	
SAT. GPS: SAT. DBA:	
COMENTARIOS	
CROQUIS DE LOCALIZACION	

Figura III.22 Hoja de Registro para el vértice ubicado en la cúpula de la Facultad de Ingeniería

III.5.5 Resultados

Los resultados obtenidos del primer posicionamiento realizado con el receptor geodésico GPS marca ASTECH, modelo, PXII, fueron los siguientes:

Vértice N° 2 (V2)
 Latitud Norte 19° 24' 57".88525
 Longitud Oeste 99° 04' 18".38050

Vértice N° 3 (V3)
 Latitud Norte 19° 24' 52".33388
 Longitud Oeste 99° 04' 18".48888

Ambas referidas al Dátum NAD27 y que maneja el elipsoide de Clarke de 1866.

Al hacer la correspondiente transformación de las coordenadas geográficas, obtenidas en este posicionamiento, al Sistema de Coordenadas UTM se obtuvieron los siguientes resultados:

Punto	Coordenadas Zona 14	
	N	E
Vértice 2	2146882.439	492523.277
Vértice 3	2146897.652	492464.299

Tabla III.5 Coordenadas UTM Vértices 2 y 3

Para el segundo posicionamiento realizado en la línea base 2-3 practicado con los receptores tipo GARMIN modelo SRVY II, los resultados obtenidos después del post-proceso realizado en el Laboratorio de Geomática, empleando una de las computadoras y el software antes mencionado PC100S2, fueron los siguientes:

Vértice N° 2 (V2)
Latitud Norte 19° 24' 57".736
Longitud Oeste 99° 04' 18".409

Vértice N° 3 (V3)
Latitud Norte 19° 24' 52".357
Longitud Oeste 99° 04' 18".459

Ambas referidas al Dátum NAD27 y que maneja el elipsoide de Clarke de 1866. Al hacer la correspondiente transformación de las coordenadas geográficas, obtenidas en este posicionamiento, al Sistema de Coordenadas UTM se obtuvieron los siguientes resultados:

Punto	Coordenadas Zona 14	
	N	E
Vértice 2	2146863.699	492522.431
Vértice 3	2146898.390	492462.579

Tabla III.6 Coordenadas UTM Vértices 2 y 3

Por último se presenta a continuación una tabla comparativa de los resultados obtenidos en los dos posicionamientos.

Punto y Tipo de receptor	Coordenadas Geográficas		Azimut (2-3)	Distancia (m)	Coordenadas UTM Zona 14		Azimut	Distancia (m)
	Latitud (N)	Longitud (W)			Norte	Este		
Vértice 2 Receptor Astech	19° 24' 57".806	99° 04' 18".380	199° 41' 32".300	175.023	2146862.440	492523.277	199° 41' 33".100	175.023
Vértice 3 Receptor Astech	19° 24' 52".333	99° 04' 18".400			2146897.660	492464.200		
Vértice 2 Receptor Garmin	19° 24' 57".736	99° 04' 18".409	199° 54' 12".400	175.811	2146863.700	492522.431	199° 54' 12".100	175.810
Vértice 3 Receptor Garmin	19° 24' 52".357	99° 04' 18".459			2146898.390	492462.579		

Tabla III.7 Tabla Comparativa entre los dos posicionamiento realizados

Es evidente, que debido a los receptores (Astech, de doble frecuencia) utilizados en el posicionamiento realizado por INEGI, los resultados obtenidos son mas confiables que los que se obtuvieron en el posicionamiento realizado con los receptores GARMIN. No obstante, los resultados obtenidos con los receptores GARMIN son bastante aceptables, como consecuencia del método utilizado en este posicionamiento el estático diferencial y la precisión de las coordenadas de la estación base ubicada en la Cúpula de la Facultad de Ingeniería.

CAPITULO IV

CONTROL TOPOGRÁFICO VERTICAL

***CONTROL TOPOGRÁFICO DE LA ESTACIÓN PANITTLAN
PERTENECIENTE AL SISTEMA DE TRANSPORTE
COLECTIVO METRO***

IV. CONTROL TOPOGRÁFICO VERTICAL.**IV .1 Establecimiento de los puntos de control interiores y exteriores de la Línea A.**

Para el establecimiento de los puntos de control tanto interiores como exteriores de la Línea A se tomaron en cuenta las siguientes recomendaciones; primero, los puntos a nivelar deben estar perfectamente bien establecidos, es decir, que se tenga conocimiento exacto de su ubicación para así no cometer equivocaciones en los puntos de los que se tiene el control; segundo, los puntos establecidos deberán tener fácil acceso y tercero, que las zonas donde hayan sido establecidos los puntos de control sean lugares seguros para satisfacer la conservación por un largo periodo de tiempo.

En particular, los puntos de control que se eligieron en la Línea A cumplen con las condiciones que anteriormente se mencionaron, ya que en su totalidad todos ellos fueron instalados mediante una pistola de municiones dejando incrustados en los elementos estructurales un clavo o tornillo.

La denominación de los puntos de control exteriores en la Línea A es la siguiente; con el establecimiento de los puntos situados en el muro del edificio que aloja dicha línea que se encuentra al oriente, se definió el eje virtual denominado "Eje Q" el cual contiene los puntos que van desde el Q-1 hasta el Q-19, los cuales se van incrementando de sur a norte (fig IV.1).

Además de los puntos Q, se establecieron otros en el muro que se encuentran al poniente de la línea A y que se bautizaron como "AP", que van desde el "AP -1" hasta el "AP-19" definiéndose con ello el Eje P.

Por último se estableció el punto de control denominado "AP-A" que se localiza en el muro al norte de la estación de la Línea A. (fig IV.1)

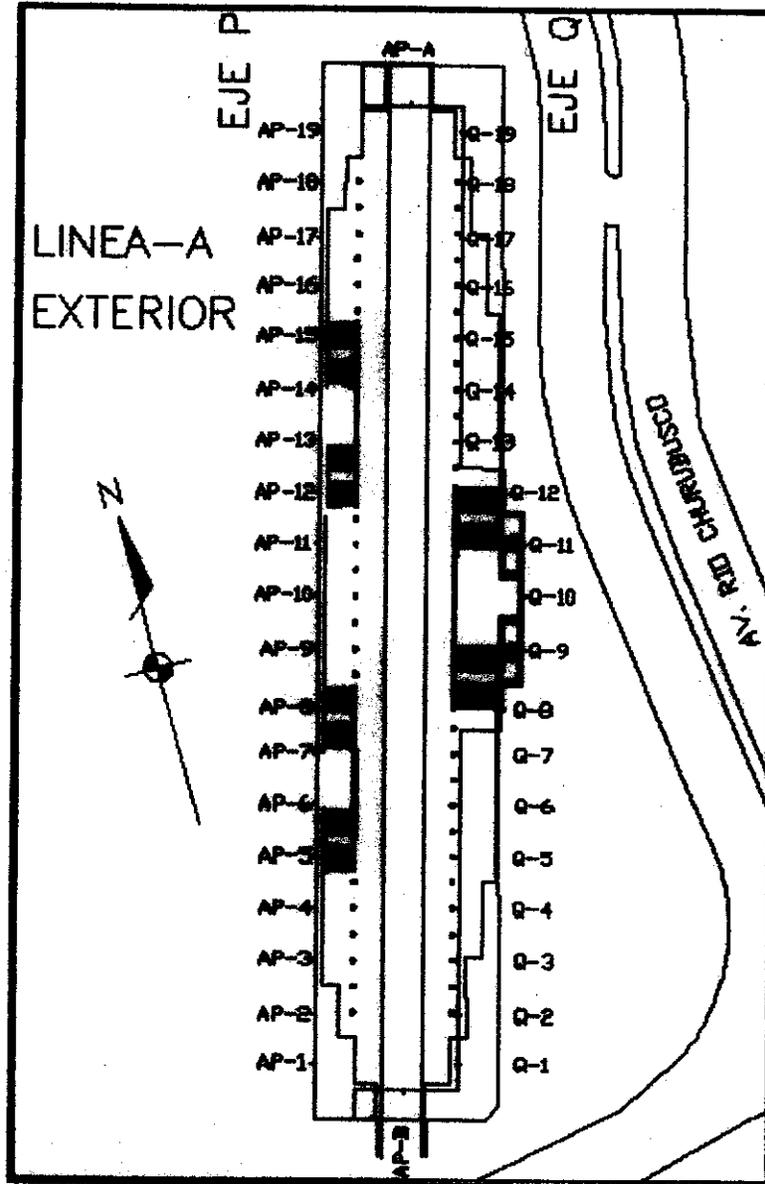


Figura IV.1 Línea Exterior

En el interior de la estación de la Línea A se también quedaron establecidos puntos para su control. Estos fueron establecidos en las columnas que soportan la estructura de dicha estación. Con el establecimiento de estos puntos también quedaron definidos dos ejes; el eje I y el eje J, el

primero se encuentra al poniente y el segundo al oriente de la estación. La siguiente figura ilustra la ubicación de los ejes. (Fig. IV.2).

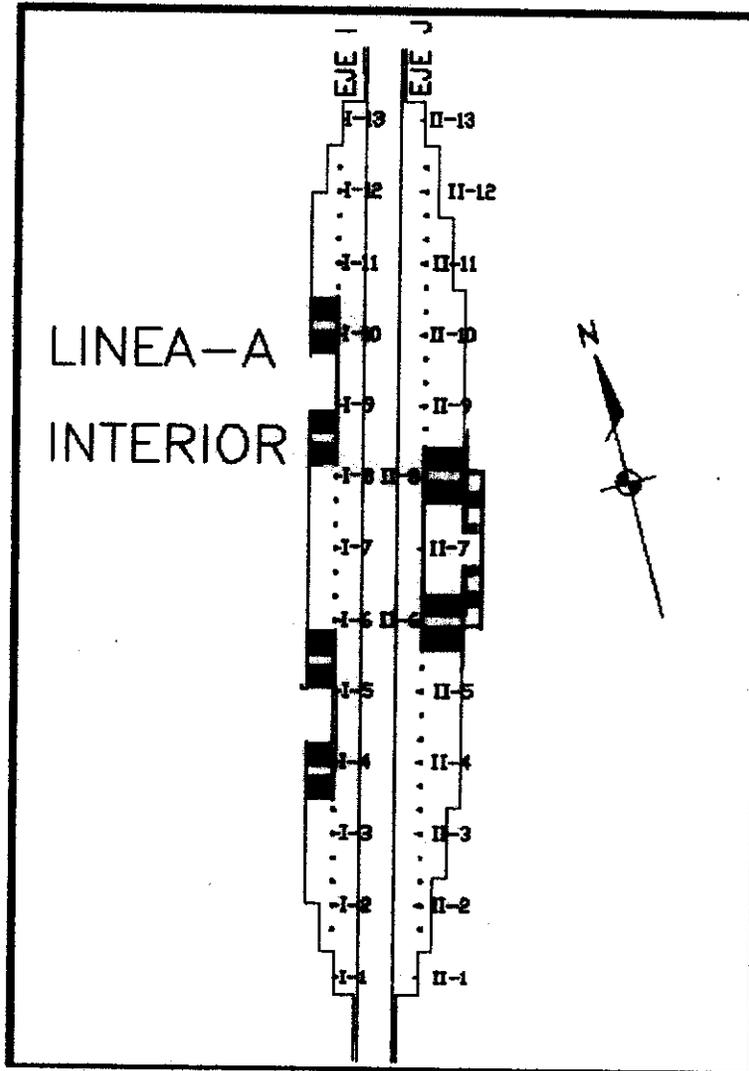


Figura IV.2 Línea A Interior

IV. 2 Bancos de Nivel utilizados en el control topográfico vertical.

Para la implementación de un control topográfico vertical o control altimétrico se parte de los bancos de nivel, que son puntos fijos de alturas conocidas fácilmente identificables sobre una superficie horizontal de referencia que es la base para la determinación de las alturas (coordenadas Z).

Se define como control altimétrico el conjunto de procedimientos y operaciones de campo y gabinete destinados a determinar la elevación de puntos sobre el terreno, convenientemente elegidos y demarcados con referencia a un determinado Nivel Medio del Mar (NMM) o plano arbitrario. Las alturas de dichos puntos se toman sobre diversos planos de comparación siendo el más común el Nivel Medio del Mar, a las alturas de los puntos sobre esos planos de comparación se les llama cota, elevación o altura. Para el caso de obras de ingeniería el control topográfico vertical, es un elemento que permite determinar el comportamiento vertical de elementos estructurales.

Para el control altimétrico de los puntos exteriores e interiores de la Línea A, se partió del Banco de Nivel Profundo de la entonces Comisión de Aguas del Valle de México, situado en el Cerro del Peñón de los Baños a un costado del Aeropuerto Internacional Benito Juárez, con cota 2257.7870m, considerado este como un macizo rocoso que llega a considerables profundidades adecuadas para este tipo de controles y que no está sujeto a hundimientos regionales.

Partiendo de este banco de nivel se efectuó una nivelación de precisión, la cual se describirá posteriormente en este mismo capítulo, para así poder tener un banco más cercano a las instalaciones del Conjunto Partitlan. Este banco de nivel, con cota 2228.2270 m, se le denominó Banco de Nivel Guadalupe Sur, (por encontrarse en la calle de Guadalupe) y fue ubicado a una distancia considerable del Conjunto Partitlan para evitar la influencia del hundimiento del mismo.

La localización exacta de este banco de nivel es la que se muestra en la figura IV.3.

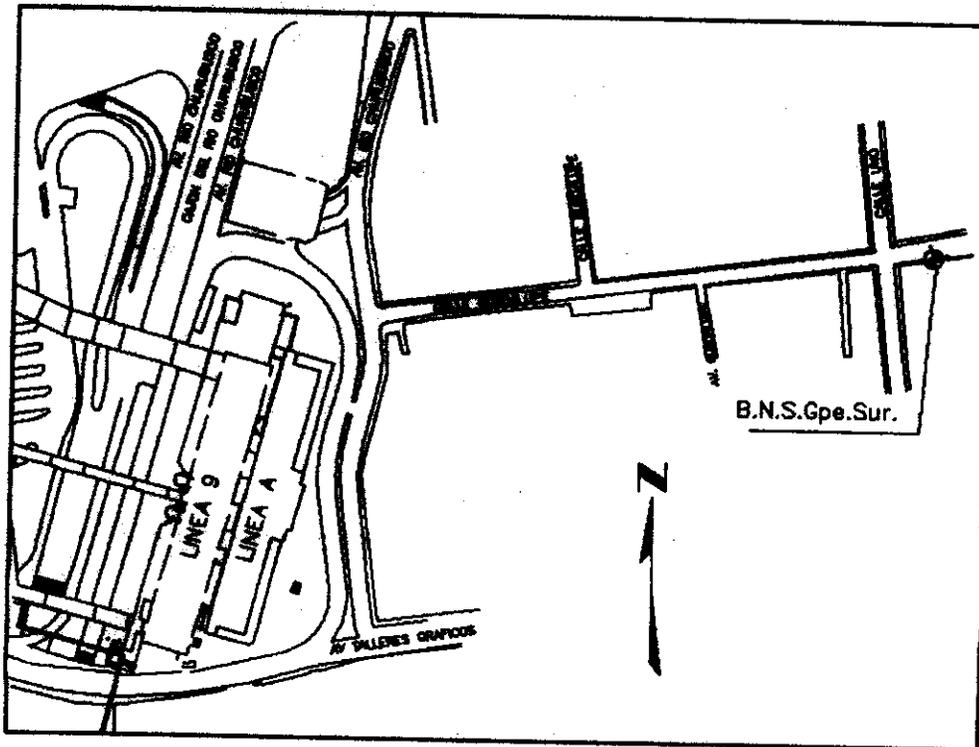


Figura IV.3 Ubicación del B.N.S. Guadalupe Sur

Como las nivelaciones son sin duda un elemento primordial que ayuda a comprender el comportamiento real de las estructuras, se decidió instalar un banco de nivel profundo con el fin de contar con un punto de referencia fijo para el estudio del Conjunto Pantitlan. Con dicho banco de nivel profundo se ayudara a determinar, tanto los desplazamientos verticales que tengan lugar durante la vida útil de las diferentes estructuras, así como las velocidades de hundimiento regional de la zona.

IV.2.1 Instalación del Banco de Nivel Profundo.

Su instalación consiste en la colocación de un tubo rígido adosado a un muro de concreto con carcasas metálicas, apoyado en un fondo de perforación previa. El tubo rígido se protegió con una carcasa deformable de mayor diámetro la cual absorberá las deformaciones del suelo circundante (Fig. IV.4)

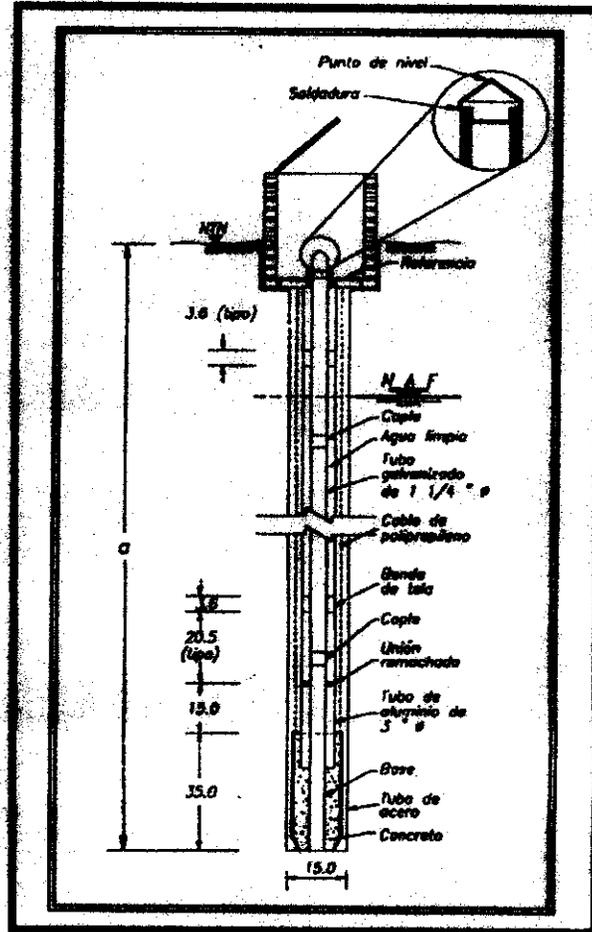


Figura IV.4 Esquema del banco de Nivel Profundo.

La profundidad de instalación del banco fue de 70.50 m, respecto del nivel de terreno natural (NTN). Para asegurar que la instalación se hiciera en los depósitos profundos, a partir de los 68.80 m, de profundidad se realizaron ensayos de penetración estándar con lo que se obtuvieron los siguientes resultados (tabla IV.1).

Profundidad (m)	Número de Golpes	Suma en los 30 cm centrales	Descripción del Material
68.80-69.40	9-12-14-22	28	Limo con Ceniza Volcánica, color gris claro
69.40-70.00	11-14-18-18	32	Limo con Cenizas Volcánicas, café olivo claro
70.00-70.50	19-20-45-50/2	65	Limo con Cenizas Volcánicas, café olivo claro

Tabla IV.1 Ensayos de penetración estándar

Por consiguiente, se estima que con dichos resultados, el banco si fue instalado en un estrato duro * por lo que no tendrá desplazamientos verticales por peso propio y solo responderá a los hundimientos regionales que sucedan en los estratos que le subyacen". En el extremo superior del tubo rígido se colocó una punta metálica, de la cual se conocerá su elevación por medio de la nivelación realizada, que servirá como referencia fija. Por último, en la instalación de los bancos de nivel profundos, se construye un registro de protección por arriba del terreno natural.

La elevación a la que corresponde el banco de nivel profundo es 2227.911 metros sobre el nivel medio del mar (m.s.n.m), dicha elevación se obtuvo mediante la nivelación de precisión realizada desde el banco de nivel profundo del Cerro del Peñón de los Baños, en donde la metodología empleada será descrita posteriormente en este mismo capítulo.

A continuación se muestra la ubicación así como fotografías de la instalación del banco de nivel profundo.

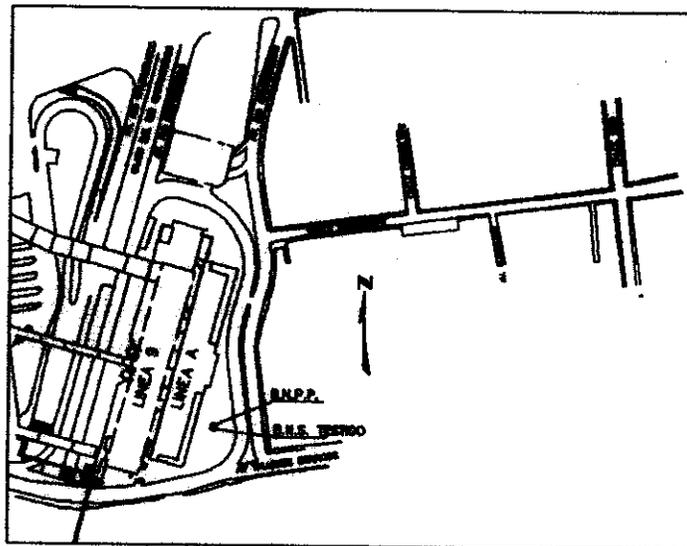


Figura IV.5 Ubicación del Banco del Nivel Profundo



Figura IV.6 Instalación del BNP



Figura IV.7 Instalación del muerto del BNP

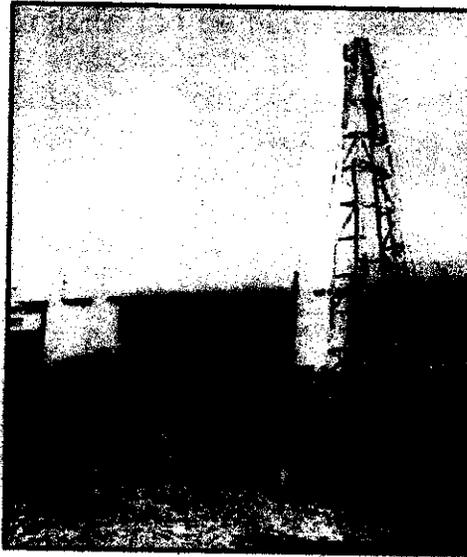


Figura IV.8 Panorámica de la instalación

IV.3 Descripción del Equipo Topográfico utilizado.

El equipo utilizado en el control altimétrico son del tipo no electrónico, Nivel Automático Universal NA2, a demás de niveletes de mano, estadales de madera de 4 metros, porta-estadales (sapos) y flexómetros.

Con el Nivel Automático Universal NA2 (figura IV.9), ya no quedan más dudas en cuanto a precisión, confort y seguridad de medición según su fabricante. Este nivel fue diseñado por ingenieros Geodestas que conocen los requisitos para un instrumento adaptable en cualquier posición en el campo. Este nivel puede emplearse en sustitución de cualquier otro nivel, en obras para mediciones altimétricas sencillas, o en Geodesia, para mediciones en todas las clases de precisión.

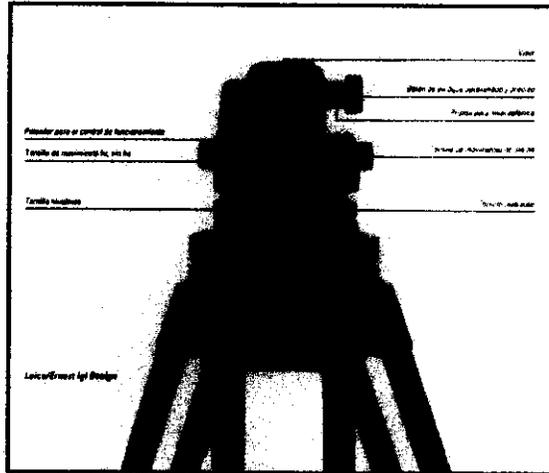


Figura IV.9 Nivel Automático Universal NA2

Se denomina "automático" porque usa un compensador pendular para autonivelarse, después de que el operador ha efectuado una nivelación previa aproximada por medio de una burbuja.

Los niveles automáticos cuentan con un dispositivo de auto-nivelación. En la mayoría de estos instrumentos se logra una nivelación aproximada usando una base con tres tornillos niveladores que centran una burbuja circular. Después de centrar manualmente la burbuja, un compensador automático nivela la visual y la mantiene a nivel con toda precisión. El sistema consiste en prismas suspendidos mediante alambres para generar un péndulo. La longitud de los alambres, la ubicación de los soportes y la naturaleza de los prismas son determinados de forma que solo los rayos horizontales alcanzan la intersección de la retícula de hilos. Así una línea horizontal de visual es obtenida aun cuando el anteojo mismo pueda ser desviado visualmente de la horizontal. Los dispositivos de amortiguamiento reducen el tiempo para que el péndulo llegue al reposo, de forma que el operador no tiene que esperar.

El principio de operación del compensador automático se muestra esquemáticamente a continuación (figura IV.10)

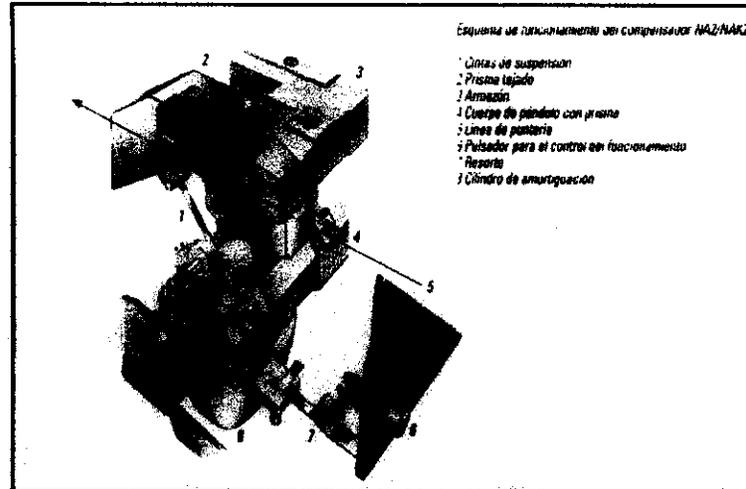


Figura IV.10 Esquema del Compensador Automático del Nivel NA2

Por la rapidez y facilidad con que pueden ajustarse los niveles automáticos, estos se emplean en trabajos de tipo general. Son bastante precisos para trabajos de primer orden si se agrega un micrómetro de placas plano paralelas al frente del anteojo telescópico.

A este Nivel se le da la categoría de universal por las siguientes razones según su fabricante:

- Nivelaciones de precisión y mediciones de hundimientos de edificios.
- Determinación asimétrica en la construcción de carreteras, oleoductos, túneles, vías férreas etc.
- Trabajos de replanteos y control de obras
- Mediciones de deformaciones y de control periódico en puentes.

Para la puesta en estación del NA2 puede emplearse cualquier trípode. Normalmente se recomienda usar el GST20, con patas extensibles. Los tornillos nivelantes que posee tienen un movimiento suave, y su paso ha sido elegido de manera que el centrado de la burbuja de nivel se logre casi en un instante.

A diferencia del nivel de burbuja, el nivel automático es menos sensible a la radiación solar, de modo que el paraseol obligatorio se necesita solamente cuando se trate de alcanzar la más elevada precisión. Se ahorra así tiempo, y tal vez personal.

La ventaja de este instrumento se basa en la puesta horizontal automática de la línea de colimación. Basta con central el nivel esférico. Así, el observador no debe preocuparse de fijar el nivel del anteojo sino que puede concentrarse únicamente en la lectura de la mira.

El compensador consta principalmente de un péndulo colgante con prisma, unido a la carcasa por cintas cruzadas pre-tensadas. El prisma se encuentra entre la lente de enfoque y la placa plano de la retícula. Las cintas de una aleación especial que garantiza un funcionamiento invariable incluso con temperaturas extremas. Además, el compensador está protegido con influencias de campos magnéticos.

Un botón pulsador debajo del ocular permite al observador proceder a un control muy eficaz del funcionamiento automático. Al observar la mira y pulsar el botón, se ve como la línea de la

puntería se desplaza, e inmediatamente vuelve a equilibrarse debido a un dispositivo de amortiguación neumático. Esta comprobación es cómoda y segura, y sustituye el control provisional que consiste en golpear el instrumento o el trípode. Al accionar el botón pulsador, también se puede comprobar si el nivel está aun debidamente pre-horizontado, ya que en caso contrario el péndulo no oscilaría, sino que se para con saltos secos. Existe siempre por lo tanto la seguridad de que el compensador trabaje libremente.

La óptica del anteojo tratada por antirreflejo produce, incluso en malas condiciones de visibilidad, imágenes nítidísimas y bien contrastadas, requisitos indispensables para obtener una buena nivelación. El aumento de 32x basta para la mayoría de las aplicaciones del NA2. Si se necesita un aumento mayor, el ocular estándar, que tiene un cierre de bayoneta, se cambia rápidamente por uno por otro de 25 o bien de 40x. La imagen dada por el anteojo es real y directa y se enfoca y se enfoca sin problemas a toda distancia accionando el mando de enfoque aproximado / preciso combinado. Este botón está dispuesto junto al eje vertical, de modo que al enfocar no se desplaza la línea de puntería.

La retícula tiene a la derecha del trazo vertical el habitual trazo horizontal para la lectura de mira, y a la izquierda dos trazos curviformes que permiten un encuadramiento muy exacto del trazo centimétrico observado en una mira inver. Además, cuenta con trazos estadimétricos 1:100 para levantamientos taquimétricos. La forma sencilla, bien equilibrada, del cuerpo del anteojo es garantía de que el nivel guarde su estabilidad aun cuando sea tratado con poco cuidado. Para la puntería exacta se dispone de un movimiento horizontal fino sin fin, con mandos bilaterales. En el estudio del instrumento se encuentra además un quitasol que se puede fijar en el objetivo para disturbios de contrastes.

Los niveles automáticos presentan la ventaja de hacer mediciones incluso sobre suelo ligeramente inestable, donde habitualmente la burbuja de los niveles automáticos no cesa de desplazarse. En ciertos casos se puede calcular el promedio de pequeñas oscilaciones observando continuamente la mira y anotando el máximo y el mínimo de las mismas.

Características Técnicas.

Desviación estándar para 1 Km en nivelación doble, según mira y método empleado	0.7 mm
Aumento del anteojo ocular estándar	32x
Diámetro del objetivo	45 mm
Diámetro del campo visual a 100 metros	2.2 m
Distancia mínima de puntería	1.6 m
Constante de multiplicación	100
Constante de adición	0
Margen de inclinación del compensador	30'
Sensibilidad del nivel esférico	8/2 mm
Margen de temperatura en uso	-20° C a +50° C
En almacén	-40° C a +70° C

Niveletas.

También llamado nivel para estado asegura un aplome rápido y correcto. Su forma en "L" le permite ajustarse a las caras trasera y lateral del estado, y su nivel esférico de burbuja permite lograr el aplome del estado en ambas direcciones.

Estadales.

Las miras o estadales para nivelación se fabrican de madera principalmente, de fibra de vidrio o de metal. Existe una gran variedad de modelos, colores y graduaciones en estadales de una sola pieza, de dos o tres secciones. En nuestro caso se utilizaron estadales de madera plegables de 4 metros de longitud con graduación mínima de centímetros. (Fig. IV.11)



TIPO 1 cm

Figura IV.11 Tipo de estadales utilizados en la nivelaciones

IV.3.1 Pruebas realizadas al Nivel Automático NA2

El compensador automático de un nivel automático, puede estar mal ajustado de manera que la línea de la visual o colimación no sea horizontal. Este es el llamado error de colimación. No ocasionará errores en nivelaciones diferenciales en tanto que las distancias hacia atrás y hacia delante estén compensadas o sean aproximadamente iguales. Sin embargo, ocasionará errores cuando estas distancias no estén compensadas, lo que a veces ocurre en la nivelación diferencial y lo cual no puede evitarse en el estado de construcciones y en la nivelación de perfiles. Salvo la burbuja circular o esférica, el ajuste de otras partes del nivel automático es en general mejor ponerlo en manos de un especialista calificado.

No obstante, la prueba que se le practicó al nivel automático NA2 es la que a continuación se describe:

La Directriz del Nivel debe ser paralela a la línea de colimación.

Se revisa por el procedimiento llamado "estaca en el ocular" en la forma siguiente:

En un terreno plano y con poco desnivel, se localizan dos puntos fijos que tengan características de bancos de nivel, situados a 80 o 100 metros uno del otro.

Se coloca el aparato a igual distancia entre los dos puntos (la distancia entre los dos puntos puede medirse a pasos por facilidad).

Se nivela el aparato y se toman lecturas en reglas graduadas colocadas en los dos puntos.

Se obtiene el desnivel entre ellos mediante las diferencias de las lecturas, y este desnivel será el verdadero aunque el aparato este incorrecto, por estar a igual distancia de los dos puntos produciéndose errores iguales en ambas lecturas.

Se traslada el aparato a uno de los puntos y se acerca lo más posible a la regla, para tomar una lectura prácticamente sin error. Dicha lectura se toma con el nivel invertido, es decir, viendo por el objetivo y con el ocular hacia la regla). Con esta lectura y el desnivel se calcula lo que deberá leerse en el otro punto, y en caso de no leerlo, se sube o baja el hilo de la retícula hasta que marque la lectura calculada. Se rectifica el ajuste llevando el aparato al otro punto y repitiendo la operación, o cambiando la altura del nivel en el mismo punto.

Cabe mencionar que para el caso del nivel automático NA2 utilizado, no se le realizó ningún tipo de ajuste, es decir, no se ajustó el hilo de la retícula, por ser un nivel de alta precisión y para ese tipo de ajustes es mejor ponerlo en manos de un especialista, sin embargo, en la prueba descrita anteriormente, el nivel se encontraba dentro de tolerancia como para poder realizar las nivelaciones.

En la siguiente figura se ilustra la prueba descrita anteriormente:

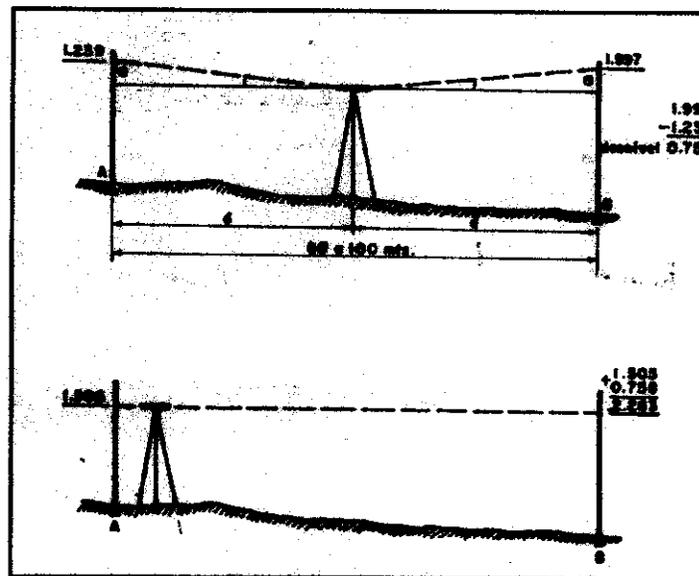


Figura IV.12 Ajuste realizado al Nivel Automático NA 2

IV 4 Nivelaciones de Precisión de 2º orden.

La Nivelación de Precisión de 2º orden, consiste en observar la lectura correspondiente a los tres hilos que contiene el nivel para promediar y corroborar la lectura del hilo central, además de realizar en cada una de las puestas de aparato una doble altura de instrumento con sus respectivas lecturas de los hilos en cada una. Otro de los motivos por los cuales se utilizó este método fue porque se obtienen lecturas de estada que nos sirven para determinar la longitud de las visuales. Finalmente con estas longitudes de las visuales se obtiene la longitud del recorrido

total que nos sirve para darle valor a la K que forma parte de la fórmula de la tolerancia en las nivelaciones.

Son utilizadas para establecer cotas de bancos con gran cuidado cuando estén estos muy dispersos. Se utiliza un aparato de alta calidad, con hilos de estadia y nivel sensible, revisando sus ajustes con cuidado al menos una vez al día. Estadales de calidad, revisándolos con frecuencia y comparándolos. Visuales de hasta 100 metros, lecturas al milímetro, leyendo en los tres hilos para promediar y corroborar la lectura del hilo central. El aparato debe protegerse del sol, los puntos de liga deben establecerse en estacas con clavo, o pijas clavadas, o placas. Empleando dos estaderos para poder leer atrás y adelante con el menor intervalo posible (para prevenirse de cambios de temperatura repentinos y asentamientos del aparato). Centrar cuidadosamente la burbuja y vigilándola en el momento de tomar la lectura. El estadal debe nivelarse con nivel de estadal o nivelista. Las longitudes de las visuales deben igualarse atrás y adelante midiendo las distancias con los hilos de estadia auxiliares. El aparato debe apoyarse sólidamente en terreno firme. La nivelación debe suspenderse si se observa mucha reverberación o si sopla viento fuerte.

IV.4.1 Especificaciones para Nivelaciones de Precisión de 2º orden.

La precisión en estos trabajos depende de muchos factores, pero básicamente, además del aparato que se utilice, depende del cuidado y experiencia del nivelador y refinamiento con que se lleven.

La temperatura puede afectar a los estadales, y los rayos solares al aparato, si le llegan de un solo lado, por lo que en ciertos casos es recomendable usar sombrilla para protegerlo. Los días nublados son los más recomendables para hacer este tipo de nivelaciones de precisión, pues además de minimizar lo anteriormente citado, la visibilidad es mas uniforme en todas direcciones y sin sombras y contrastes fuertes que pueden hacer imprecisas las lecturas.

El error depende en gran parte del número de puestas del aparato, lo que equivale a decir, de la distancia nivelada. Entonces para una misma distancia recorrida será mayor el error en un terreno accidentado que en un terreno plano en donde se requiere menos cambios de aparato y las visuales atrás y adelante se pueden ir haciendo iguales fácilmente lo cual es muy importante para este tipo de trabajo.

También se ha observado que lo más conveniente para nivelar un tramo definido, entre bancos, es que sea un mismo observador el que lo haga hasta finalizar, y en el mismo día, en forma continua y sin interrupciones, pues todas las operaciones, tanto la del nivelador como la de los estaderos se mecanizan y se hacen rutinariamente, logrando una uniformidad que se traduce en mayor precisión y velocidad del trabajo.

Por todo lo anterior, las tolerancias para las nivelaciones de precisión que se recomiendan varían, pues en algunas se consideran los errores accidentales y en otros todos los factores de trabajo.

No obstante, los errores máximos o tolerancias en las nivelaciones realizadas para este proyecto fue de: $T = 0.002 K$, en la que T resulta en metros y K en kilómetros.



Figura IV. 14 Ubicación del Banco de Nivel profundo del Cerro del Peñón de los Baños

El recorrido seguido en esta nivelación de precisión fue partiendo del banco de nivel profundo ubicado en el Cerro del Peñón de los Baños por el Boulevard Puerto Central Aéreo en dirección sur, hasta llegar a la avenida de Hangares de Aviación recorriéndolo en sentido Poniente hasta llegar al Conjunto Pantitlan y establecer el banco de nivel ubicado en la calle de Guadalupe cercano a las instalaciones del Conjunto (Fig. IV.15).

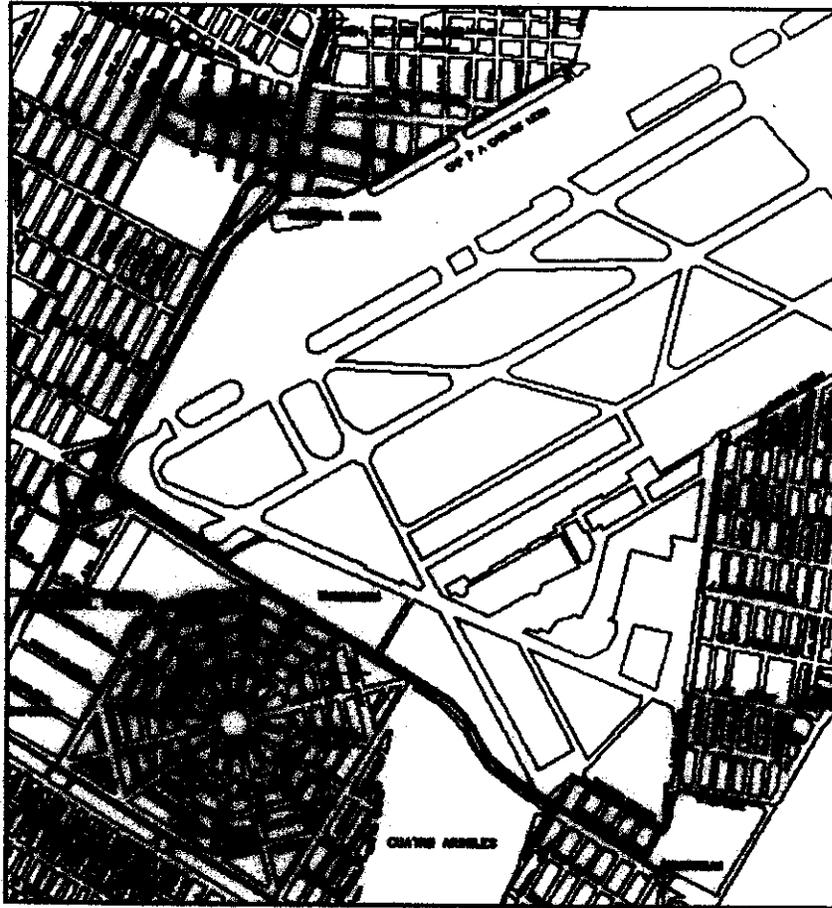


Figura IV.15 Recorrido seguido en la Nivelación del BNP del Cerro del Peñón de los Baños al Conjunto Pantitlan.

El tipo de registro llevado en la Nivelación desde el Banco de Nivel Profundo del Cerro del Peñón de los Baños hasta el banco de nivel de la calle de Guadalupe, Guadalupe Novo, es el que a continuación se muestra.

Nivelación de la línea A

23/12/11

Estación	Altimetro	Alfiler	Leída	Redondeada	Cota
Banco	1.552	1.552	58.210	58.210	57.300
1	1.552	1.552	1.100	1.100	58.400
2	1.552	1.552	1.197	1.197	57.103
3	1.552	1.552	1.292	1.292	56.808
Banco	1.552	1.552	58.150	58.150	57.300
4	1.552	1.552	1.100	1.100	58.400
5	1.552	1.552	1.197	1.197	57.103
6	1.552	1.552	1.292	1.292	56.808
Banco	1.552	1.552	58.150	58.150	57.300
7	1.552	1.552	1.100	1.100	58.400
8	1.552	1.552	1.197	1.197	57.103
9	1.552	1.552	1.292	1.292	56.808
Banco	1.552	1.552	58.150	58.150	57.300
10	1.552	1.552	1.100	1.100	58.400
11	1.552	1.552	1.197	1.197	57.103
12	1.552	1.552	1.292	1.292	56.808

Figura IV.16 Tipo de Registro llevado en la Nivelación del Cerro del Peñón al Conjunto Pantitlan.

La cota obtenida para el Banco de Nivel Superficial Guadalupe Sur es 2226.227 m

IV.6 Nivelación de precisión de 2° orden del BNS Guadalupe Sur a los Puntos de Control Línea A.

La finalidad de la realización de esta Nivelación de Precisión de 2° orden es la de vigilar los movimientos de las estructuras que componen la estación de la línea A mediante los controles periódicos que se le practicaron a las mismas.

En la realización de esta nivelación el recorrido elegido para poder controlar los puntos exteriores de la línea A es el que a continuación se muestra en la siguiente figura. (Fig. IV.17)

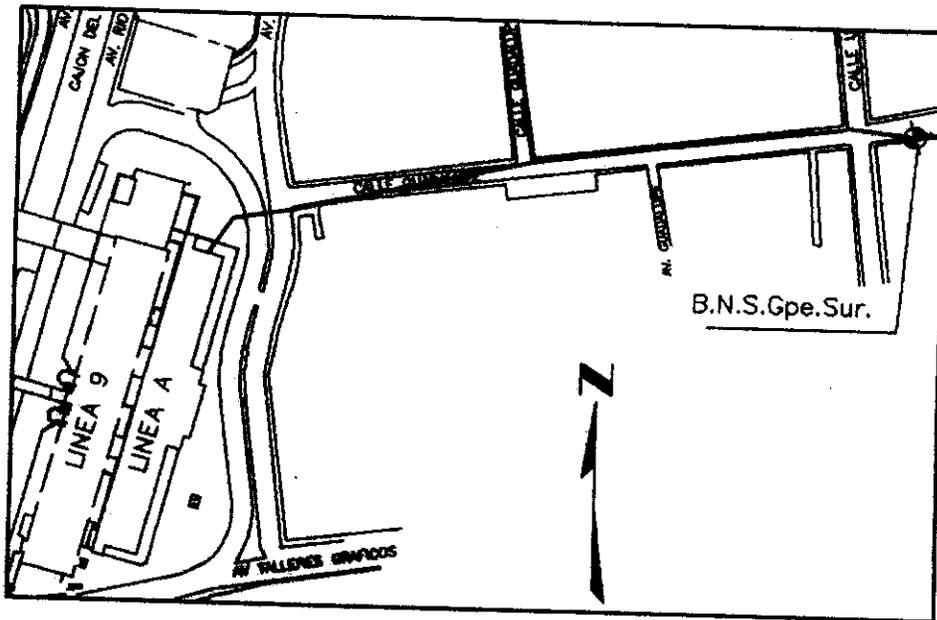


Figura IV.17 Recorrido seguido en la nivelaciones del BNS Guadalupe Sur a los puntos de control de la Línea A

En el recorrido seguido para llegar hasta los puntos de control tanto exteriores como interiores de la Línea A así como los demás puntos controlados dentro del Conjunto Pantitlan, se marcan los brazos de nivelación de aproximadamente 30 metros mediante clavos incrustados en las aceras de la calle Guadalupe además de locar la placa del Banco de Nivel de la Dirección General de Construcción y Operación Hidráulica DGCOH. El marcar los brazos de nivelación es de gran importancia ya que en el caso de se cometiera algún error en la nivelación se realiza rápidamente una revisión al registro que se lleva en la libreta y con ello se puede determinar a partir de donde se cometió el error.

CAPITULO IV

ANÁLISIS Y RESULTADOS

***CONTROL TOPOGRÁFICO DE LA ESTACIÓN PANTITLÁN
PERTENECIENTE AL SISTEMA DE TRANSPORTE
COLECTIVO METRO***

V ANÁLISIS Y RESULTADOS.

En este último capítulo de esta tesis se presenta el análisis y los resultados obtenidos del control vertical, capítulo IV del presente trabajo.

Es importante recordar que en todas las cotas correspondientes a cada uno de los elementos estructurales controlados, y bancos de nivel superficiales están referidos al Banco de Nivel Profundo de la entonces Comisión de Aguas del Valle de México, situado en el Cerro del Peñón de los Baños a un costado del Aeropuerto Internacional Benito Juárez, con cota 2257.7876m, considerado este como un macizo rocoso que llega a considerables profundidades adecuadas para este tipo de controles y que no está sujeto a hundimientos regionales.

Cuando se está controlando una estructura como la del Conjunto Pantitlán, es posible obtener una o varias Velocidades de Hundimiento Relativo, pero solamente una Velocidad de Hundimiento Absoluto, es decir, en el caso del Estudio del Conjunto Pantitlán, como se mencionó anteriormente, todos los elementos estructurales y los bancos de nivel superficiales están referidos al Banco de Nivel Profundo de la entonces Comisión de Aguas del Valle de México que al considerarse como un macizo rocoso que no sufre hundimientos regionales todas las Velocidades de Hundimiento referidas él se le consideran como Velocidades de Hundimiento Absolutas.

Por lo tanto, este capítulo V, se divide en dos temas principales Velocidades de Hundimiento Relativo y Velocidades de Hundimiento Absoluto.

V.1 Velocidades de Hundimiento Relativo.

Las Velocidades de Hundimiento Relativo obtenidas, están referidas no solamente a Bancos de Nivel Superficiales, sino también a elementos estructurales que se suponen fijos o presentan una velocidad de hundimiento menor con respecto a los cuales se les está comparando, como por ejemplo la velocidad de hundimiento relativo que sufren los puntos de control interiores y exteriores de la línea A con respecto a la Zapata Trapezoidal. El haber obtenido esta Velocidad de Hundimiento Relativo fue de vital importancia para llegar a la conclusión de que debido a la influencia que tuvo la construcción del cajón de cimentación la Línea A se incrementa la Velocidad de Hundimiento de la Línea 9, es por ello que a continuación se presentan los resultados de dicho análisis.

V.1.1 Velocidad de Hundimiento Relativo de los Puntos de Control de la Línea A con respecto a la Zapata Trapezoidal.

En la figura siguiente se presenta la ubicación de los puntos de control de la Línea A interiores y exteriores así como la ubicación de la Zapata Trapezoidal

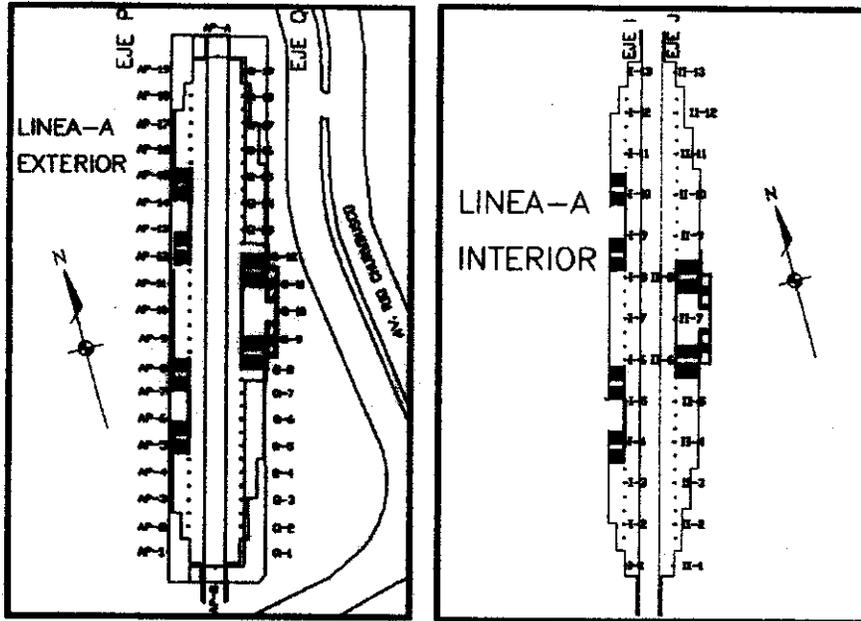


Figura V.1.a Ubicación de los Puntos de Control de la Línea A

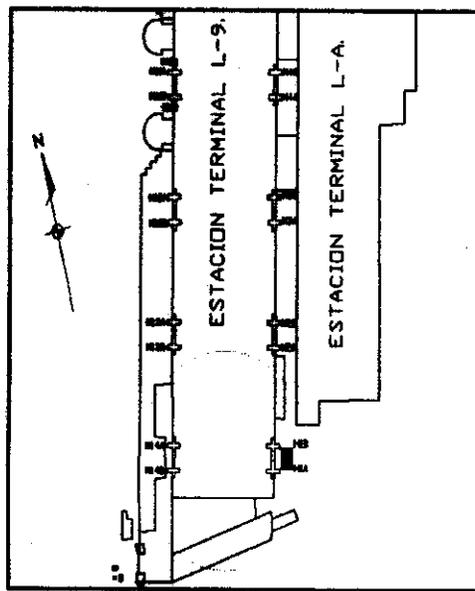


Figura V.1.b Ubicación de la Zapata Trapezoidal Línea 9

Para calcular la velocidad de hundimiento relativo de los puntos interiores y exteriores de la Línea A con respecto a la zapata trapezoidal de la Línea 9 se tomaron los controles realizados a los puntos de control de la Línea A que corresponden a las siguientes fechas:

Para los puntos de control interiores de la Línea A fueron:

-20 de Marzo de 1999
 -7 de Abril de 1999
 -3 de Junio de 1999
 -26 de Junio de 1999
 -5 de Agosto de 1999
 -9 de Octubre de 1999

Y para los puntos de control exteriores:

-20 de Marzo de 1999
 -5 de Mayo de 1999
 -19 de Junio de 1999
 -3 de Agosto de 1999
 -9 de Octubre de 1999

Debido a que la Velocidad de Hundimiento calculada es relativa y que además no se cuenta con las cotas de la zapata trapezoidal para cada una de las fechas antes mencionadas, se tuvo que calcular primero la velocidad de hundimiento relativa de la zapata trapezoidal con respecto al banco de nivel superficial de Guadalupe, para así poder obtener una velocidad de hundimiento diaria y valorar la cota de cada una de las fechas antes mencionadas. La siguiente Tabla muestra en la columna del lado derecho el hundimiento diario acontecido en el intervalo de tiempo correspondiente

FECHA DEL CONTROL	Intervalo de tiempo días	ZT H14 (m)	Diferencias	Hundimiento m/día
13-Mar-99	0	2228.4981		
17-Abr-99	35	2228.4989	-0.0008	-0.00002
12-Jun-99	56	2228.5013	-0.0024	-0.00004
19-Jun-99	7	2228.5035	-0.0022	-0.00031
02-Ago-99	44	2228.5044	-0.0009	-0.00002
11-Sep-99	40	2228.5077	-0.0033	-0.00008

Tabla V.1 Hundimiento diario de la zapata trapezoidal

Por consiguiente las cotas valoradas para las fechas requeridas son las siguientes:

FECHA	Cota de la Zapata Trapezoidal (m)
20-Mar-99	2228.4982
05-May-99	2228.4996
19-Jun-99	2228.5035
03-Ago-99	2228.5045
09-Oct-99	2228.5062

Tabla V.2 Cotas calculadas de la Zapata Trapezoidal para los puntos de control exteriores de la Línea A

FECHA	Cota Zapata Trapezoidal (m)
20-Mar-99	2228.4982
07-Abr-99	2228.4986
03-Jun-99	2228.5008
26-Jun-99	2228.5036
5-Ags-99	2228.5046
09-Oct-99	2228.5062

Tabla V.3 Cotas calculadas de la Zapata Trapezoidal para los puntos de control interiores de la Línea A

Con las tablas anteriores, Tabla V.2 y Tabla V.3, fue posible obtener la Velocidad de Hundimiento Relativo de los puntos de control de la Línea A, en las siguientes tablas, Tabla V.4, V.5, V.6, V.7, V.8, y V.9 se muestra la Velocidad de Hundimiento Relativo promedio durante los meses que se efectuaron los controles, expresada en metros por mes (m/mes), para cada uno de los puntos de control exteriores e interiores de la Línea A con respecto a la zapata trapezoidal.

FORMA DEL CONTROL	INTERVALO DE TIEMPO	COORDENADA TRAPEZOIDAL	COORDENADA X	DIFERENCIAS (DAP TRAP-4-0)	DIFERENCIAS DE LAS DIFERENCIAS	VELOCIDAD DE MOVIMIENTO (m/min)	COORDENADA Y	DIFERENCIAS (DAP TRAP-5-0)	DIFERENCIAS DE LAS DIFERENCIAS	VELOCIDAD DE MOVIMIENTO (m/min)
20.0m-00	0.000	222.202	222.207	0.005	0.000	0.000	222.209	0.109	0.000	0.000
07.0m-09	1.007	222.202	222.207	0.005	-0.004	-0.003	222.207	0.105	-0.004	-0.007
05.0m-09	0.000	222.202	222.207	0.005	-0.004	-0.004	222.208	0.105	-0.004	-0.002
26.0m-09	1.204	222.202	222.207	0.005	-0.003	-0.003	222.208	0.102	0.001	-0.001
05.0m-09	0.700	222.202	222.207	0.005	-0.007	-0.007	222.208	0.102	-0.005	-0.002
09.0m-09	0.401	222.202	222.207	0.005	-0.002	-0.002	222.202	0.100	-0.002	-0.001

FORMA DEL CONTROL	INTERVALO DE TIEMPO	COORDENADA TRAPEZOIDAL	COORDENADA X	DIFERENCIAS (DAP TRAP-4-0)	DIFERENCIAS DE LAS DIFERENCIAS	VELOCIDAD DE MOVIMIENTO (m/min)	COORDENADA Y	DIFERENCIAS (DAP TRAP-6-0)	DIFERENCIAS DE LAS DIFERENCIAS	VELOCIDAD DE MOVIMIENTO (m/min)
20.0m-09	0.000	222.202	222.207	0.005	0.000	0.000	222.209	0.109	0.000	0.000
07.0m-09	1.007	222.202	222.207	0.005	-0.004	-0.007	222.207	0.105	-0.004	-0.007
05.0m-09	0.000	222.202	222.207	0.005	-0.004	-0.003	222.208	0.105	-0.004	-0.002
26.0m-09	1.204	222.202	222.207	0.005	-0.003	-0.003	222.208	0.102	0.001	-0.001
05.0m-09	0.700	222.202	222.207	0.005	-0.007	-0.007	222.208	0.102	-0.005	-0.002
09.0m-09	0.401	222.202	222.207	0.005	-0.002	-0.002	222.202	0.100	-0.002	-0.001

FORMA DEL CONTROL	INTERVALO DE TIEMPO	COORDENADA TRAPEZOIDAL	COORDENADA X	DIFERENCIAS (DAP TRAP-4-0)	DIFERENCIAS DE LAS DIFERENCIAS	VELOCIDAD DE MOVIMIENTO (m/min)	COORDENADA Y	DIFERENCIAS (DAP TRAP-6-0)	DIFERENCIAS DE LAS DIFERENCIAS	VELOCIDAD DE MOVIMIENTO (m/min)
20.0m-09	0.000	222.202	222.207	0.005	0.000	0.000	222.209	0.109	0.000	0.000
07.0m-09	1.007	222.202	222.207	0.005	-0.004	-0.007	222.207	0.105	-0.004	-0.007
05.0m-09	0.000	222.202	222.207	0.005	-0.004	-0.003	222.208	0.105	-0.004	-0.002
26.0m-09	1.204	222.202	222.207	0.005	-0.003	-0.003	222.208	0.102	0.001	-0.001
05.0m-09	0.700	222.202	222.207	0.005	-0.007	-0.007	222.208	0.102	-0.005	-0.002
09.0m-09	0.401	222.202	222.207	0.005	-0.002	-0.002	222.202	0.100	-0.002	-0.001

FORMA DEL CONTROL	INTERVALO DE TIEMPO	COORDENADA TRAPEZOIDAL	COORDENADA X	DIFERENCIAS (DAP TRAP-4-0)	DIFERENCIAS DE LAS DIFERENCIAS	VELOCIDAD DE MOVIMIENTO (m/min)	COORDENADA Y	DIFERENCIAS (DAP TRAP-6-0)	DIFERENCIAS DE LAS DIFERENCIAS	VELOCIDAD DE MOVIMIENTO (m/min)
20.0m-09	0.000	222.202	222.207	0.005	0.000	0.000	222.209	0.109	0.000	0.000
07.0m-09	1.007	222.202	222.207	0.005	-0.004	-0.004	222.207	0.105	-0.004	-0.007
05.0m-09	0.000	222.202	222.207	0.005	-0.004	-0.003	222.208	0.105	-0.004	-0.002
26.0m-09	1.204	222.202	222.207	0.005	-0.003	-0.003	222.208	0.102	0.001	-0.001
05.0m-09	0.700	222.202	222.207	0.005	-0.007	-0.007	222.208	0.102	-0.005	-0.002
09.0m-09	0.401	222.202	222.207	0.005	-0.002	-0.002	222.202	0.100	-0.002	-0.001

FORMA DEL CONTROL	INTERVALO DE TIEMPO	COORDENADA TRAPEZOIDAL	COORDENADA X	DIFERENCIAS (DAP TRAP-4-0)	DIFERENCIAS DE LAS DIFERENCIAS	VELOCIDAD DE MOVIMIENTO (m/min)	COORDENADA Y	DIFERENCIAS (DAP TRAP-6-0)	DIFERENCIAS DE LAS DIFERENCIAS	VELOCIDAD DE MOVIMIENTO (m/min)
20.0m-09	0.000	222.202	222.207	0.005	0.000	0.000	222.209	0.109	0.000	0.000
07.0m-09	1.007	222.202	222.207	0.005	-0.004	-0.004	222.207	0.105	-0.004	-0.007
05.0m-09	0.000	222.202	222.207	0.005	-0.004	-0.003	222.208	0.105	-0.004	-0.002
26.0m-09	1.204	222.202	222.207	0.005	-0.003	-0.003	222.208	0.102	0.001	-0.001
05.0m-09	0.700	222.202	222.207	0.005	-0.007	-0.007	222.208	0.102	-0.005	-0.002
09.0m-09	0.401	222.202	222.207	0.005	-0.002	-0.002	222.202	0.100	-0.002	-0.001

FORMA DEL CONTROL	INTERVALO DE TIEMPO	COORDENADA TRAPEZOIDAL	COORDENADA X	DIFERENCIAS (DAP TRAP-4-0)	DIFERENCIAS DE LAS DIFERENCIAS	VELOCIDAD DE MOVIMIENTO (m/min)	COORDENADA Y	DIFERENCIAS (DAP TRAP-6-0)	DIFERENCIAS DE LAS DIFERENCIAS	VELOCIDAD DE MOVIMIENTO (m/min)
20.0m-09	0.000	222.202	222.207	0.005	0.000	0.000	222.209	0.109	0.000	0.000
07.0m-09	1.007	222.202	222.207	0.005	-0.004	-0.007	222.207	0.105	-0.004	-0.007
05.0m-09	0.000	222.202	222.207	0.005	-0.004	-0.003	222.208	0.105	-0.004	-0.002
26.0m-09	1.204	222.202	222.207	0.005	-0.003	-0.003	222.208	0.102	0.001	-0.001
05.0m-09	0.700	222.202	222.207	0.005	-0.007	-0.007	222.208	0.102	-0.005	-0.002
09.0m-09	0.401	222.202	222.207	0.005	-0.002	-0.002	222.202	0.100	-0.002	-0.001

Tabla V.4 Velocidad de Handrimiento Relativa de los puntos interiores de la Línea "A" con respecto a la zapata trapezoidal

FECHA DEL CONTROL	INTERVALO DE TIEMPO	COTA ZAP. TRAPEZOIDAL	COTA A7	DIFERENCIAS (ZAP TRAP-A7)	DIFERENCIAS DE LAS DIFERENCIAS	VELOCIDAD DE MOVIMIENTO (m/min)	COTA A7	DIFERENCIAS (ZAP TRAP-A7)	DIFERENCIAS DE LAS DIFERENCIAS	VELOCIDAD DE MOVIMIENTO (m/min)
20-Mar-97	0.6000	2228.4880	-	-	0.0000	0.0000	-	-	-	-
07-Abr-97	1.0007	2228.4880	-	-	0.0000	0.0000	-	-	-	-
05-Jun-97	0.6000	2228.4880	2228.5790	0.0910	0.0000	0.0000	2228.5790	-	-	-
25-Jul-97	1.3043	2228.5030	2228.5790	0.1220	-0.1220	-	2228.5790	0.1220	-	-
03-Ago-97	0.7000	2228.5030	2228.5797	0.1240	-0.0017	-0.0000	2228.5797	0.1240	-0.0017	-0.0000
09-Oct-97	0.4916	2228.5030	2228.5800	0.1270	-0.0027	-0.0012	2228.5800	0.1270	-0.0027	-0.0012
					PROGRESO	-0.0010			PROGRESO	-0.0000

FECHA DEL CONTROL	INTERVALO DE TIEMPO	COTA ZAP. TRAPEZOIDAL	COTA A8	DIFERENCIAS (ZAP TRAP-A8)	DIFERENCIAS DE LAS DIFERENCIAS	VELOCIDAD DE MOVIMIENTO (m/min)	COTA A8	DIFERENCIAS (ZAP TRAP-A8)	DIFERENCIAS DE LAS DIFERENCIAS	VELOCIDAD DE MOVIMIENTO (m/min)
20-Mar-97	0.6000	2228.4880	2228.5971	0.1721	0.0000	0.0000	2228.5971	0.1721	0.0000	0.0000
07-Abr-97	1.0007	2228.4880	2228.5971	0.2200	-0.0000	-0.0007	2228.5971	0.2200	-0.0000	-0.0000
05-Jun-97	0.6000	2228.5030	2228.5970	0.1220	-0.0000	-0.0030	2228.5970	0.1220	-0.0000	-0.0030
25-Jul-97	1.3043	2228.5030	2228.5970	0.1220	-0.0000	-	2228.5970	0.1220	-0.0000	-
03-Ago-97	0.7000	2228.5030	2228.5971	0.1220	-0.0000	-0.0000	2228.5971	0.1220	-0.0000	-0.0000
09-Oct-97	0.4916	2228.5030	2228.5970	0.1220	-0.0000	-0.0017	2228.5970	0.1220	-0.0000	-0.0017
					PROGRESO	-0.0000			PROGRESO	-0.0000

FECHA DEL CONTROL	INTERVALO DE TIEMPO	COTA ZAP. TRAPEZOIDAL	COTA A9	DIFERENCIAS (ZAP TRAP-A9)	DIFERENCIAS DE LAS DIFERENCIAS	VELOCIDAD DE MOVIMIENTO (m/min)	COTA A9	DIFERENCIAS (ZAP TRAP-A9)	DIFERENCIAS DE LAS DIFERENCIAS	VELOCIDAD DE MOVIMIENTO (m/min)
20-Mar-97	0.6000	2228.4880	2228.5971	0.1711	0.0000	0.0000	2228.5971	0.1711	0.0000	0.0000
07-Abr-97	1.0007	2228.4880	2228.5971	0.1700	-0.0000	-0.0000	2228.5971	0.1700	-0.0000	-0.0000
05-Jun-97	0.6000	2228.5030	2228.5970	0.1220	-0.0000	-0.0030	2228.5970	0.1220	-0.0000	-0.0030
25-Jul-97	1.3043	2228.5030	2228.5970	0.1220	-0.0000	-	2228.5970	0.1220	-0.0000	-
03-Ago-97	0.7000	2228.5030	2228.5971	0.1220	-0.0000	-0.0000	2228.5971	0.1220	-0.0000	-0.0000
09-Oct-97	0.4916	2228.5030	2228.5970	0.1220	-0.0000	-0.0030	2228.5970	0.1220	-0.0000	-0.0030
					PROGRESO	-0.0001			PROGRESO	-0.0001

FECHA DEL CONTROL	INTERVALO DE TIEMPO	COTA ZAP. TRAPEZOIDAL	COTA A10	DIFERENCIAS (ZAP TRAP-A10)	DIFERENCIAS DE LAS DIFERENCIAS	VELOCIDAD DE MOVIMIENTO (m/min)	COTA A10	DIFERENCIAS (ZAP TRAP-A10)	DIFERENCIAS DE LAS DIFERENCIAS	VELOCIDAD DE MOVIMIENTO (m/min)
20-Mar-97	0.6000	2228.4880	2228.5971	0.1201	0.0000	0.0000	2228.5971	0.1201	0.0000	0.0000
07-Abr-97	1.0007	2228.4880	2228.5971	0.1200	-0.0000	-0.0070	2228.5971	0.1200	-0.0000	-0.0070
05-Jun-97	0.6000	2228.5030	2228.5970	0.1220	-0.0000	-0.0000	2228.5970	0.1220	-0.0000	-0.0000
25-Jul-97	1.3043	2228.5030	2228.5970	0.1220	-0.0000	-	2228.5971	0.1220	-0.0000	-
03-Ago-97	0.7000	2228.5030	2228.5971	0.1220	-0.0017	-0.0000	2228.5971	0.1220	-0.0017	-0.0000
09-Oct-97	0.4916	2228.5030	2228.5970	0.1220	-0.0000	-0.0030	2228.5970	0.1220	-0.0000	-0.0030
					PROGRESO	-0.0000			PROGRESO	-0.0001

FECHA DEL CONTROL	INTERVALO DE TIEMPO	COTA ZAP. TRAPEZOIDAL	COTA A11	DIFERENCIAS (ZAP TRAP-A11)	DIFERENCIAS DE LAS DIFERENCIAS	VELOCIDAD DE MOVIMIENTO (m/min)	COTA A11	DIFERENCIAS (ZAP TRAP-A11)	DIFERENCIAS DE LAS DIFERENCIAS	VELOCIDAD DE MOVIMIENTO (m/min)
20-Mar-97	0.6000	2228.4880	2228.5971	0.1201	0.0000	0.0000	2228.5971	0.1201	0.0000	0.0000
07-Abr-97	1.0007	2228.4880	2228.5971	0.1200	-0.0000	-0.0070	2228.5971	0.1200	-0.0000	-0.0070
05-Jun-97	0.6000	2228.5030	2228.5970	0.1220	-0.0000	-0.0000	2228.5970	0.1220	-0.0000	-0.0000
25-Jul-97	1.3043	2228.5030	2228.5971	0.1200	-0.0000	-	2228.5971	0.1200	-0.0000	-
03-Ago-97	0.7000	2228.5030	2228.5971	0.1200	-0.0000	-0.0000	2228.5971	0.1200	-0.0000	-0.0000
09-Oct-97	0.4916	2228.5030	2228.5970	0.1200	-0.0000	-0.0000	2228.5970	0.1200	-0.0000	-0.0000
					PROGRESO	-0.0000			PROGRESO	-0.0011

FECHA DEL CONTROL	INTERVALO DE TIEMPO	COTA ZAP. TRAPEZOIDAL	COTA A12	DIFERENCIAS (ZAP TRAP-A12)	DIFERENCIAS DE LAS DIFERENCIAS	VELOCIDAD DE MOVIMIENTO (m/min)	COTA A12	DIFERENCIAS (ZAP TRAP-A12)	DIFERENCIAS DE LAS DIFERENCIAS	VELOCIDAD DE MOVIMIENTO (m/min)
20-Mar-97	0.6000	2228.4880	2228.5971	0.1201	0.0000	0.0000	2228.5971	0.1201	0.0000	0.0000
07-Abr-97	1.0007	2228.4880	2228.5971	0.1200	-0.0000	-0.0070	2228.5971	0.1200	-0.0000	-0.0070
05-Jun-97	0.6000	2228.5030	2228.5970	0.1220	-0.0000	-0.0000	2228.5970	0.1220	-0.0000	-0.0000
25-Jul-97	1.3043	2228.5030	2228.5970	0.1200	-0.0043	-	2228.5970	0.1200	-0.0043	-
03-Ago-97	0.7000	2228.5030	2228.5971	0.1200	-0.0017	-0.0000	2228.5971	0.1200	-0.0017	-0.0000
09-Oct-97	0.4916	2228.5030	2228.5970	0.1200	-0.0000	-0.0030	2228.5970	0.1200	-0.0000	-0.0030
					PROGRESO	-0.0000			PROGRESO	-0.0000

Tabla V.5 Velocidad de Movimiento Relativa de los puntos interiores de la Línea "A" con respecto a la zapata trapezoidal.

FECHA DEL CONTROL	INTERVALO DE TIEMPO	COTA ZAP. SUPERIOR	COTA I-13	DIFERENCIA (ZAP TRAP-I-13)	DIFERENCIA DE LAS DIFERENCIAS	VELOCIDAD DE MOVIMIENTO (mm/día)	COTA I-13	DIFERENCIA (ZAP TRAP-I-13)	DIFERENCIA DE LAS DIFERENCIAS	VELOCIDAD DE MOVIMIENTO (mm/día)
24-Mar-99	0.000	2228.4002	2222.3491	6.0511	6.0511		2222.3491	6.0511	6.0511	0.000
07-Abr-99	1.6097	2228.4000	2222.3490	6.0510	-0.0001		2222.3491	6.0510	-0.0001	-0.0007
09-Jun-99	0.0000	2228.3999	2222.3489	6.0510	0.0000		2222.3491	6.0509	-0.0001	-0.0000
24-Jul-99	1.3343	2228.3998	2222.3488	6.0510	0.0000		2222.3490	6.0509	0.0001	0.0001
05-Ago-99	0.7300	2228.3998	2222.3487	6.0511	-0.0001	-0.0005	2222.3473	6.0503	-0.0018	-0.0011
09-Oct-99	0.4816	2228.3992	2222.3483	6.0509	-0.0004	-0.0005	2222.3468	6.0417	-0.0044	-0.0020
					PROMEDIO	-0.0016			PROMEDIO	-0.0022

Tabla V.6 Velocidad de Hundimiento Relativa de los puntos interiores de la Línea "A" con respecto a la zapata trapezoidal.

FECHA DEL CONTROL	INTERVALO DE TIEMPO	COTA ZAP. TRAPEZOIDAL	COTA AP-1	DIFERENCIAS (ZAP TRAP-AP-1)	DIFERENCIAS DE LAS DIFERENCIAS	VELOCIDAD DE MOVIMIENTO (mm/año)	COTA AP-1	DIFERENCIAS (ZAP TRAP-AP-1)	DIFERENCIAS DE LAS DIFERENCIAS	VELOCIDAD DE MOVIMIENTO (mm/año)
24-Mar-02	0.470	228.202	228.202	-0.000	0.000	0.000	228.202	0.000	0.000	0.000
04-May-02	0.602	228.000	228.000	-0.000	0.000	0.000	228.000	0.000	0.000	0.000
15-Jul-02	0.607	228.004	228.004	-0.000	0.000	-0.000	228.007	0.003	-0.003	-0.001
01-Sep-02	0.607	228.004	228.004	-0.000	0.000	-0.000	228.004	0.000	-0.000	-0.000
01-Oct-02	0.470	228.000	228.000	-0.000	0.000	-0.000	228.000	0.000	0.000	0.000

FECHA DEL CONTROL	INTERVALO DE TIEMPO	COTA ZAP. TRAPEZOIDAL	COTA AP-2	DIFERENCIAS (ZAP TRAP-AP-2)	DIFERENCIAS DE LAS DIFERENCIAS	VELOCIDAD DE MOVIMIENTO (mm/año)	COTA AP-2	DIFERENCIAS (ZAP TRAP-AP-2)	DIFERENCIAS DE LAS DIFERENCIAS	VELOCIDAD DE MOVIMIENTO (mm/año)
24-Mar-02	0.470	228.202	228.202	-0.000	0.000	0.000	228.202	0.000	0.000	0.000
04-May-02	0.602	228.004	228.004	-0.000	0.000	0.000	228.004	0.000	-0.000	-0.000
15-Jul-02	0.607	228.004	228.007	-0.003	-0.003	-0.003	228.007	0.000	0.003	0.003
01-Sep-02	0.607	228.004	228.004	-0.000	0.000	-0.001	228.004	0.000	-0.000	-0.004
01-Oct-02	0.470	228.000	228.000	-0.000	0.000	-0.000	228.000	0.000	-0.000	-0.000

FECHA DEL CONTROL	INTERVALO DE TIEMPO	COTA ZAP. TRAPEZOIDAL	COTA AP-3	DIFERENCIAS (ZAP TRAP-AP-3)	DIFERENCIAS DE LAS DIFERENCIAS	VELOCIDAD DE MOVIMIENTO (mm/año)	COTA AP-3	DIFERENCIAS (ZAP TRAP-AP-3)	DIFERENCIAS DE LAS DIFERENCIAS	VELOCIDAD DE MOVIMIENTO (mm/año)
24-Mar-02	0.600	228.002	228.002	-0.000	0.000	0.000	228.002	0.000	0.000	0.000
04-May-02	0.602	228.002	228.002	-0.000	0.000	-0.000	228.002	0.000	-0.000	-0.000
15-Jul-02	0.607	228.000	228.007	-0.007	-0.007	-0.000	228.007	0.000	-0.000	-0.000
01-Sep-02	0.607	228.000	228.000	-0.000	0.000	-0.013	228.000	0.000	-0.000	-0.010
01-Oct-02	0.470	228.000	228.000	-0.000	0.000	-0.021	228.000	0.000	-0.000	-0.020

FECHA DEL CONTROL	INTERVALO DE TIEMPO	COTA ZAP. TRAPEZOIDAL	COTA AP-4	DIFERENCIAS (ZAP TRAP-AP-4)	DIFERENCIAS DE LAS DIFERENCIAS	VELOCIDAD DE MOVIMIENTO (mm/año)	COTA AP-4	DIFERENCIAS (ZAP TRAP-AP-4)	DIFERENCIAS DE LAS DIFERENCIAS	VELOCIDAD DE MOVIMIENTO (mm/año)
24-Mar-02	0.600	228.002	228.002	-0.000	0.000	0.000	228.002	0.000	0.000	0.000
04-May-02	0.602	228.000	228.000	-0.000	0.000	-0.000	228.000	0.000	-0.000	-0.000
15-Jul-02	0.607	228.000	228.000	-0.000	0.000	-0.000	228.000	0.000	-0.000	-0.000
01-Sep-02	0.607	228.000	228.000	-0.000	0.000	-0.007	228.000	0.000	-0.000	-0.000
01-Oct-02	0.470	228.000	228.000	-0.000	0.000	-0.000	228.000	0.000	-0.000	-0.000

FECHA DEL CONTROL	INTERVALO DE TIEMPO	COTA ZAP. TRAPEZOIDAL	COTA AP-5	DIFERENCIAS (ZAP TRAP-AP-5)	DIFERENCIAS DE LAS DIFERENCIAS	VELOCIDAD DE MOVIMIENTO (mm/año)	COTA AP-5	DIFERENCIAS (ZAP TRAP-AP-5)	DIFERENCIAS DE LAS DIFERENCIAS	VELOCIDAD DE MOVIMIENTO (mm/año)
24-Mar-02	0.600	228.002	228.002	-0.000	0.000	0.000	228.002	0.000	0.000	0.000
04-May-02	0.602	228.000	228.000	-0.000	0.000	-0.002	228.000	0.000	-0.000	-0.001
15-Jul-02	0.607	228.000	228.000	-0.000	0.000	-0.001	228.000	0.000	-0.000	-0.000
01-Sep-02	0.607	228.000	228.000	-0.000	0.000	-0.001	228.000	0.000	-0.000	-0.000
01-Oct-02	0.470	228.000	228.000	-0.000	0.000	-0.000	228.000	0.000	-0.000	-0.000

FECHA DEL CONTROL	INTERVALO DE TIEMPO	COTA ZAP. TRAPEZOIDAL	COTA AP-6	DIFERENCIAS (ZAP TRAP-AP-6)	DIFERENCIAS DE LAS DIFERENCIAS	VELOCIDAD DE MOVIMIENTO (mm/año)	COTA AP-6	DIFERENCIAS (ZAP TRAP-AP-6)	DIFERENCIAS DE LAS DIFERENCIAS	VELOCIDAD DE MOVIMIENTO (mm/año)
24-Mar-02	0.600	228.002	228.000	0.002	0.000	0.000	228.000	0.002	0.000	0.000
04-May-02	0.602	228.000	228.000	0.000	-0.000	-0.000	228.000	0.000	-0.000	-0.000
15-Jul-02	0.607	228.000	228.007	-0.007	-0.007	-0.000	228.007	0.000	0.000	0.000
01-Sep-02	0.607	228.000	228.000	0.000	0.000	-0.000	228.000	0.000	-0.000	-0.000
01-Oct-02	0.470	228.000	228.000	0.000	0.000	-0.000	228.000	0.000	-0.000	-0.000

FECHA DEL CONTROL	INTERVALO DE TIEMPO	COTA ZAP. TRAPEZOIDAL	COTA AP-7	DIFERENCIAS (ZAP TRAP-AP-7)	DIFERENCIAS DE LAS DIFERENCIAS	VELOCIDAD DE MOVIMIENTO (mm/año)	COTA AP-7	DIFERENCIAS (ZAP TRAP-AP-7)	DIFERENCIAS DE LAS DIFERENCIAS	VELOCIDAD DE MOVIMIENTO (mm/año)
24-Mar-02	0.600	228.002	228.002	0.000	0.000	0.000	228.002	0.000	0.000	0.000
04-May-02	0.602	228.000	228.000	0.000	0.000	0.000	228.000	0.000	-0.000	-0.000
15-Jul-02	0.607	228.000	228.007	-0.007	-0.007	-0.000	228.007	0.000	-0.000	-0.000
01-Sep-02	0.607	228.000	228.000	0.000	0.000	-0.000	228.000	0.000	-0.000	-0.000
01-Oct-02	0.470	228.000	228.000	0.000	0.000	-0.000	228.000	0.000	-0.000	-0.000

Tabla V.7 Velocidad de Hundimiento Relativa de los puntos exteriores de la Línea "A" con respecto a la zapata trapezoidal.

FECHA DEL CONTROL	INTERVALO DE TIEMPO	COTA ZAF. TRAFICIONAL	COTA AP-6	DIFERENCIAS (ZAF TRAF-AP-6)	DIFERENCIAS DE LAS DIFERENCIAS	VELOCIDAD DE MOVIMIENTO (m/min)	COTA	DIFERENCIAS (ZAF TRAF-AP-6)	DIFERENCIAS DE LAS DIFERENCIAS	VELOCIDAD DE MOVIMIENTO (m/min)
20-Mar-97	0.000	2228.700	2228.700	-0.000	0.000	0.000	2228.700	-0.000	0.000	0.000
05-Abr-97	0.000	2228.699	2228.700	-0.001	0.000	0.000	2228.699	-0.001	-0.000	-0.000
17-May-97	0.000	2228.698	2228.700	-0.002	-0.001	-0.001	2228.698	-0.002	-0.001	-0.001
01-Jun-97	0.000	2228.696	2228.700	-0.004	-0.002	-0.002	2228.696	-0.004	-0.002	-0.002
09-Jul-97	0.000	2228.693	2228.700	-0.007	-0.003	-0.003	2228.693	-0.007	-0.004	-0.004
					PROMEDIO	-0.0017			PROMEDIO	-0.0020

FECHA DEL CONTROL	INTERVALO DE TIEMPO	COTA ZAF. TRAFICIONAL	COTA AP-6	DIFERENCIAS (ZAF TRAF-AP-6)	DIFERENCIAS DE LAS DIFERENCIAS	VELOCIDAD DE MOVIMIENTO (m/min)	COTA	DIFERENCIAS (ZAF TRAF-AP-6)	DIFERENCIAS DE LAS DIFERENCIAS	VELOCIDAD DE MOVIMIENTO (m/min)
20-Mar-97	0.000	2228.692	2228.692	-0.000	0.000	0.000	2228.692	-0.000	0.000	0.000
05-Abr-97	0.000	2228.692	2228.692	-0.000	0.000	0.000	2228.692	-0.000	0.000	0.000
17-May-97	0.000	2228.691	2228.692	-0.001	-0.001	-0.001	2228.691	-0.001	-0.000	-0.000
01-Jun-97	0.000	2228.689	2228.692	-0.003	-0.002	-0.002	2228.689	-0.003	-0.001	-0.001
09-Jul-97	0.000	2228.687	2228.692	-0.005	-0.003	-0.003	2228.687	-0.005	-0.002	-0.002
					PROMEDIO	-0.0014			PROMEDIO	-0.0020

FECHA DEL CONTROL	INTERVALO DE TIEMPO	COTA ZAF. TRAFICIONAL	COTA AP-6	DIFERENCIAS (ZAF TRAF-AP-6)	DIFERENCIAS DE LAS DIFERENCIAS	VELOCIDAD DE MOVIMIENTO (m/min)	COTA	DIFERENCIAS (ZAF TRAF-AP-6)	DIFERENCIAS DE LAS DIFERENCIAS	VELOCIDAD DE MOVIMIENTO (m/min)
20-Mar-97	0.000	2228.686	2228.686	-0.000	0.000	0.000	2228.686	-0.000	0.000	0.000
05-Abr-97	0.000	2228.686	2228.686	-0.000	0.000	0.000	2228.686	-0.000	0.000	0.000
17-May-97	0.000	2228.685	2228.686	-0.001	-0.001	-0.001	2228.685	-0.001	-0.000	-0.000
01-Jun-97	0.000	2228.683	2228.686	-0.003	-0.002	-0.002	2228.683	-0.003	-0.001	-0.001
09-Jul-97	0.000	2228.681	2228.686	-0.005	-0.003	-0.003	2228.681	-0.005	-0.002	-0.002
					PROMEDIO	-0.0014			PROMEDIO	-0.0020

FECHA DEL CONTROL	INTERVALO DE TIEMPO	COTA ZAF. TRAFICIONAL	COTA AP-6	DIFERENCIAS (ZAF TRAF-AP-6)	DIFERENCIAS DE LAS DIFERENCIAS	VELOCIDAD DE MOVIMIENTO (m/min)	COTA	DIFERENCIAS (ZAF TRAF-AP-6)	DIFERENCIAS DE LAS DIFERENCIAS	VELOCIDAD DE MOVIMIENTO (m/min)
20-Mar-97	0.000	2228.680	2228.680	-0.000	0.000	0.000	2228.680	-0.000	0.000	0.000
05-Abr-97	0.000	2228.680	2228.680	-0.000	0.000	0.000	2228.680	-0.000	0.000	0.000
17-May-97	0.000	2228.679	2228.680	-0.001	-0.001	-0.001	2228.679	-0.001	-0.000	-0.000
01-Jun-97	0.000	2228.677	2228.680	-0.003	-0.002	-0.002	2228.677	-0.003	-0.001	-0.001
09-Jul-97	0.000	2228.675	2228.680	-0.005	-0.003	-0.003	2228.675	-0.005	-0.002	-0.002
					PROMEDIO	-0.0014			PROMEDIO	-0.0020

FECHA DEL CONTROL	INTERVALO DE TIEMPO	COTA ZAF. TRAFICIONAL	COTA AP-6	DIFERENCIAS (ZAF TRAF-AP-6)	DIFERENCIAS DE LAS DIFERENCIAS	VELOCIDAD DE MOVIMIENTO (m/min)	COTA	DIFERENCIAS (ZAF TRAF-AP-6)	DIFERENCIAS DE LAS DIFERENCIAS	VELOCIDAD DE MOVIMIENTO (m/min)
20-Mar-97	0.000	2228.674	2228.674	-0.000	0.000	0.000	2228.674	-0.000	0.000	0.000
05-Abr-97	0.000	2228.674	2228.674	-0.000	0.000	0.000	2228.674	-0.000	0.000	0.000
17-May-97	0.000	2228.673	2228.674	-0.001	-0.001	-0.001	2228.673	-0.001	-0.000	-0.000
01-Jun-97	0.000	2228.671	2228.674	-0.003	-0.002	-0.002	2228.671	-0.003	-0.001	-0.001
09-Jul-97	0.000	2228.669	2228.674	-0.005	-0.003	-0.003	2228.669	-0.005	-0.002	-0.002
					PROMEDIO	-0.0014			PROMEDIO	-0.0020

FECHA DEL CONTROL	INTERVALO DE TIEMPO	COTA ZAF. TRAFICIONAL	COTA AP-6	DIFERENCIAS (ZAF TRAF-AP-6)	DIFERENCIAS DE LAS DIFERENCIAS	VELOCIDAD DE MOVIMIENTO (m/min)	COTA	DIFERENCIAS (ZAF TRAF-AP-6)	DIFERENCIAS DE LAS DIFERENCIAS	VELOCIDAD DE MOVIMIENTO (m/min)
20-Mar-97	0.000	2228.668	2228.668	-0.000	0.000	0.000	2228.668	-0.000	0.000	0.000
05-Abr-97	0.000	2228.668	2228.668	-0.000	0.000	0.000	2228.668	-0.000	0.000	0.000
17-May-97	0.000	2228.667	2228.668	-0.001	-0.001	-0.001	2228.667	-0.001	-0.000	-0.000
01-Jun-97	0.000	2228.665	2228.668	-0.003	-0.002	-0.002	2228.665	-0.003	-0.001	-0.001
09-Jul-97	0.000	2228.663	2228.668	-0.005	-0.003	-0.003	2228.663	-0.005	-0.002	-0.002
					PROMEDIO	-0.0014			PROMEDIO	-0.0020

FECHA DEL CONTROL	INTERVALO DE TIEMPO	COTA ZAF. TRAFICIONAL	COTA AP-6	DIFERENCIAS (ZAF TRAF-AP-6)	DIFERENCIAS DE LAS DIFERENCIAS	VELOCIDAD DE MOVIMIENTO (m/min)	COTA	DIFERENCIAS (ZAF TRAF-AP-6)	DIFERENCIAS DE LAS DIFERENCIAS	VELOCIDAD DE MOVIMIENTO (m/min)
20-Mar-97	0.000	2228.662	2228.662	-0.000	0.000	0.000	2228.662	-0.000	0.000	0.000
05-Abr-97	0.000	2228.662	2228.662	-0.000	0.000	0.000	2228.662	-0.000	0.000	0.000
17-May-97	0.000	2228.661	2228.662	-0.001	-0.001	-0.001	2228.661	-0.001	-0.000	-0.000
01-Jun-97	0.000	2228.659	2228.662	-0.003	-0.002	-0.002	2228.659	-0.003	-0.001	-0.001
09-Jul-97	0.000	2228.657	2228.662	-0.005	-0.003	-0.003	2228.657	-0.005	-0.002	-0.002
					PROMEDIO	-0.0014			PROMEDIO	-0.0020

FECHA DEL CONTROL	INTERVALO DE TIEMPO	COTA ZAP. TRAPEZOIDAL	COTA AP-16	DIFERENCIAS (ZAP TRAP-AP-16)	DIFERENCIAS DE LAS DIFERENCIAS	VELOCIDAD DE MANEJAMIENTO (m/min)	COTA GP-16	DIFERENCIAS (ZAP TRAP-GP-16)	DIFERENCIAS DE LAS DIFERENCIAS	VELOCIDAD DE MANEJAMIENTO (m/min)
20-Ag-99	0.0000	2228.4902	2228.5443	-0.0541	0.0000	0.0000	2228.5447	0.0545	0.0000	0.0000
09-Ago-99	0.0002	2228.4900	2228.5399	-0.0499	0.0000	0.0000	2228.5397	0.0499	-0.0001	-0.0002
15-Ago-99	0.0007	2228.5020	2228.5571	-0.0551	-0.0051	-0.0050	2228.5572	0.0552	0.0001	0.0001
02-Ago-99	0.0007	2228.5040	2228.5700	-0.0660	-0.0110	-0.0104	2228.5701	0.0661	0.0101	-0.0001
01-Oct-99	0.4470	2228.5007	2228.5480	-0.0473	-0.0473	-0.0473	2228.5471	0.0464	-0.0009	-0.0009
					PROMEDIO	-0.0004			PROMEDIO	-0.0000

FECHA DEL CONTROL	INTERVALO DE TIEMPO	COTA ZAP. TRAPEZOIDAL	COTA AP-17	DIFERENCIAS (ZAP TRAP-AP-17)	DIFERENCIAS DE LAS DIFERENCIAS	VELOCIDAD DE MANEJAMIENTO (m/min)	COTA GP-17	DIFERENCIAS (ZAP TRAP-GP-17)	DIFERENCIAS DE LAS DIFERENCIAS	VELOCIDAD DE MANEJAMIENTO (m/min)
20-Ag-99	0.0000	2228.4902	2228.5443	-0.0541	0.0000	0.0000	2228.5447	0.0545	0.0000	0.0000
09-Ago-99	0.0002	2228.4900	2228.5399	-0.0499	0.0000	0.0000	2228.5395	0.0497	-0.0002	-0.0007
15-Ago-99	0.0007	2228.5020	2228.5443	-0.0423	-0.0073	-0.0071	2228.5427	0.0423	0.0000	0.0000
02-Ago-99	0.0007	2228.5040	2228.5571	-0.0531	-0.0111	-0.0104	2228.5571	0.0531	-0.0000	-0.0001
01-Oct-99	0.4470	2228.5007	2228.5480	-0.0473	-0.0473	-0.0473	2228.5463	0.0513	-0.0060	-0.0060
					PROMEDIO	-0.0110			PROMEDIO	-0.0002

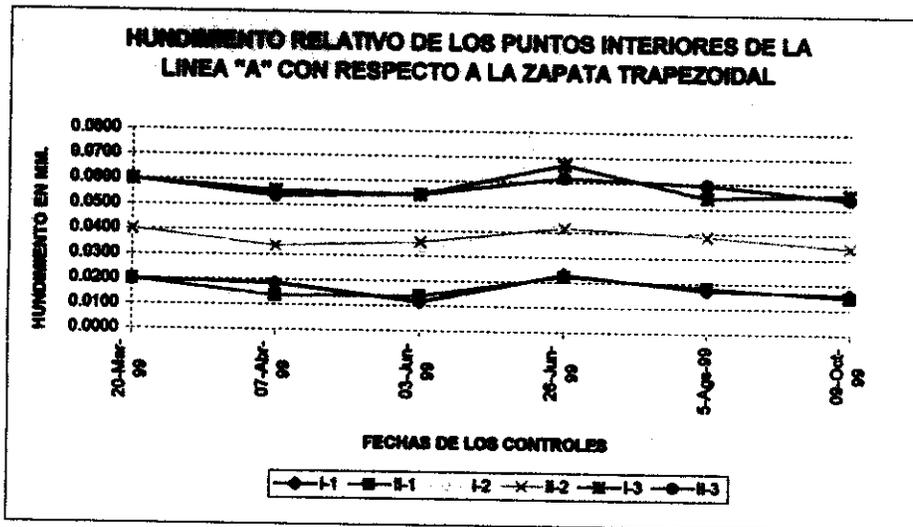
FECHA DEL CONTROL	INTERVALO DE TIEMPO	COTA ZAP. TRAPEZOIDAL	COTA AP-18	DIFERENCIAS (ZAP TRAP-AP-18)	DIFERENCIAS DE LAS DIFERENCIAS	VELOCIDAD DE MANEJAMIENTO (m/min)	COTA GP-18	DIFERENCIAS (ZAP TRAP-GP-18)	DIFERENCIAS DE LAS DIFERENCIAS	VELOCIDAD DE MANEJAMIENTO (m/min)
20-Ag-99	0.0000	2228.4902	2228.5443	-0.0541	0.0000	0.0000	2228.5449	0.0547	0.0000	0.0000
09-Ago-99	0.0002	2228.4900	2228.5419	-0.0519	0.0000	0.0000	2228.5419	0.0519	-0.0000	-0.0003
15-Ago-99	0.0007	2228.5020	2228.5571	-0.0551	-0.0051	-0.0050	2228.5572	0.0552	0.0001	0.0000
02-Ago-99	0.0007	2228.5040	2228.5700	-0.0660	-0.0110	-0.0104	2228.5700	0.0660	-0.0000	-0.0000
01-Oct-99	0.4470	2228.5007	2228.5481	-0.0474	-0.0474	-0.0474	2228.5470	0.0473	-0.0003	-0.0001
					PROMEDIO	-0.0110			PROMEDIO	-0.0000

FECHA DEL CONTROL	INTERVALO DE TIEMPO	COTA ZAP. TRAPEZOIDAL	COTA AP-19	DIFERENCIAS (ZAP TRAP-AP-19)	DIFERENCIAS DE LAS DIFERENCIAS	VELOCIDAD DE MANEJAMIENTO (m/min)	COTA GP-19	DIFERENCIAS (ZAP TRAP-GP-19)	DIFERENCIAS DE LAS DIFERENCIAS	VELOCIDAD DE MANEJAMIENTO (m/min)
20-Ag-99	0.0000	2228.4902	2228.5443	-0.0541	0.0000	0.0000	2228.5446	0.0544	0.0000	0.0000
09-Ago-99	0.0002	2228.4900	2228.5419	-0.0519	0.0000	0.0000	2228.5419	0.0519	-0.0000	-0.0007
15-Ago-99	0.0007	2228.5020	2228.5571	-0.0551	-0.0051	-0.0051	2228.5570	0.0550	-0.0001	-0.0001
02-Ago-99	0.0007	2228.5040	2228.5700	-0.0660	-0.0110	-0.0104	2228.5697	0.0663	-0.0003	-0.0003
01-Oct-99	0.4470	2228.5007	2228.5481	-0.0474	-0.0474	-0.0474	2228.5480	0.0473	-0.0001	-0.0000
					PROMEDIO	-0.0110			PROMEDIO	-0.0001

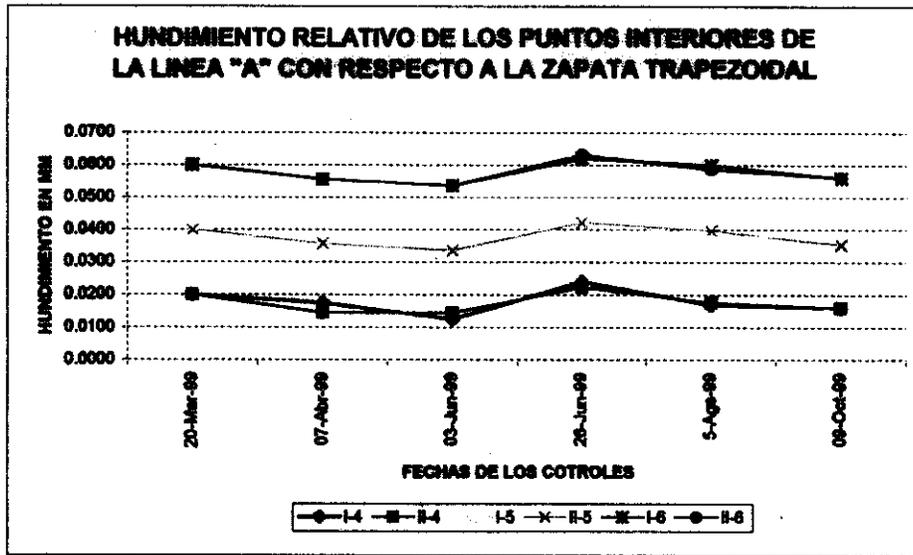
Tabla V8 Velocidad de Manejamiento Relativa de los puntos exteriores de la Línea "A" con respecto a la zapata trapezoidal.

En la primera columna de izquierda a derecha se observan las fechas de los controles, en la segunda columna, con título intervalo de tiempo, se calcularon primeramente los periodos de tiempos contemplados entre cada una de las fechas de los controles, para posteriormente obtener el factor de tiempo, es decir, un 30 días (1 mes) es a 1, como el periodo de tiempo en días entre cada uno de los controles es X. En la tercera columna se observan las cotas de los controles del elemento (que se supone fijo) contra el cual se está obteniendo la velocidad relativa o absoluta, en la cuarta columna se observan las cotas del elemento(en estudio) del cual se calcula la velocidad relativa o absoluta, en la quinta columna se calculan las diferencias de la cota del elemento que se supone fijo menos las cotas del elemento en estudio. La sexta columna con título diferencias de las diferencias, son las diferencias de la columna anterior, es decir, la diferencia existente del primer control menos el posterior y así sucesivamente en la séptima columna Velocidad de Hundimiento que el resultado de la multiplicación de la sexta columna por la segunda columna (intervalo de tiempo). En las últimas cuatro columnas se observan los mismos datos para obtener la velocidad de hundimiento relativa o absoluta del elemento complementario de la estructura en estudio. Figura V.1.a

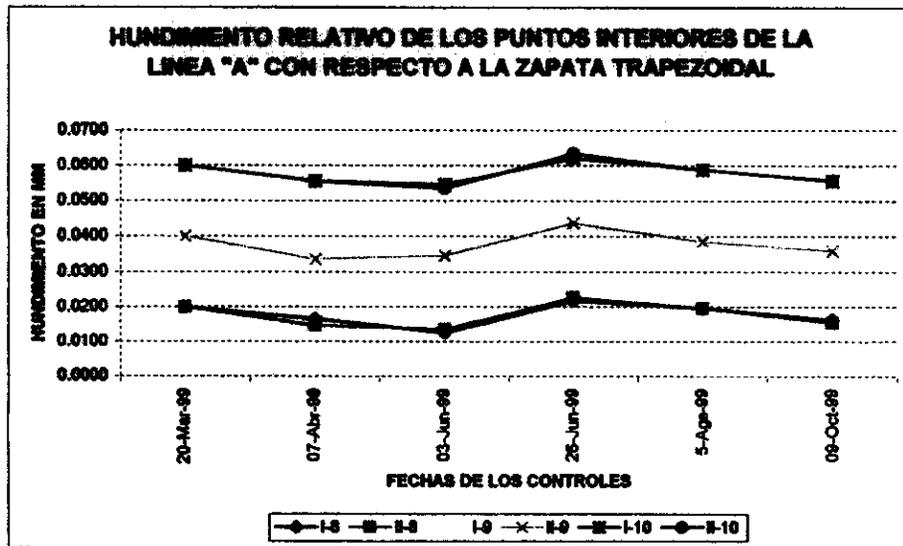
De las tablas anteriores se generaron las siguientes gráficas, en las que se puede observar el comportamiento del elemento en estudio. En ellas se describen tanto las emersiones como los hundimientos acontecidos durante el periodo de control.



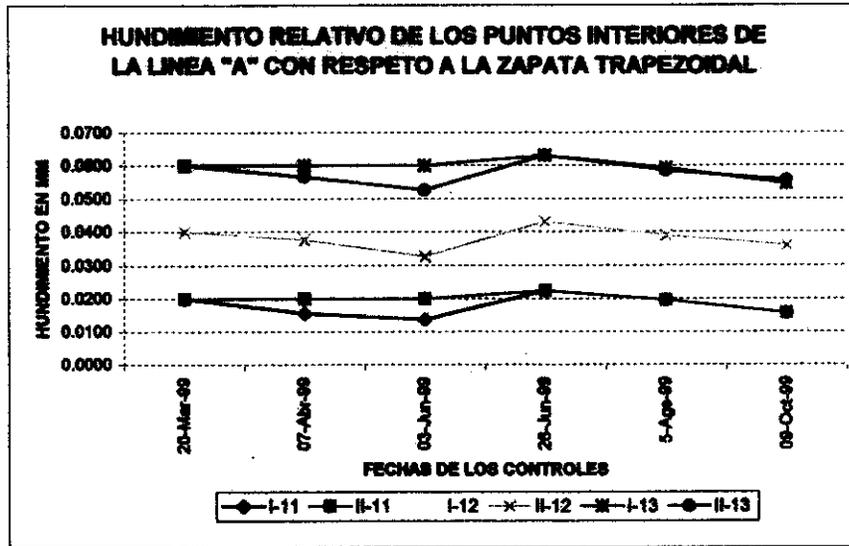
Gráfica V.1 Hundimiento Relativo de los puntos interiores de la Línea "A" con respecto a la zapata Trapezoidal



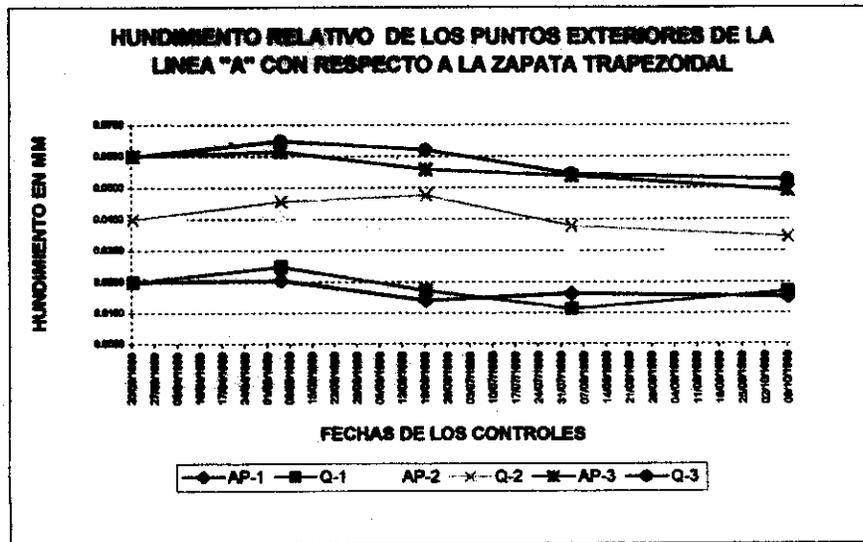
Gráfica V.2 Hundimiento Relativo de los puntos interiores de la Línea "A" con respecto a la zapata Trapezoidal



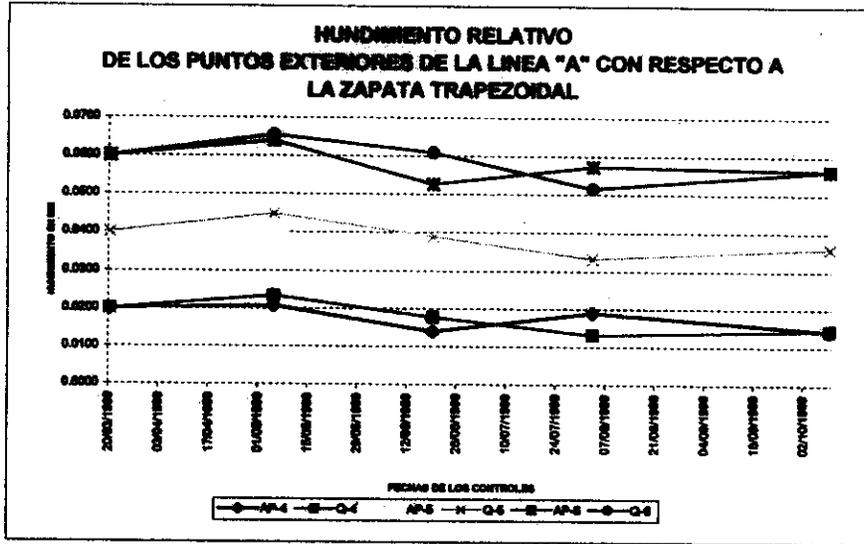
Gráfica V.3 Hundimiento Relativo de los puntos interiores de la Línea "A" con respecto a la zapata Trapezoidal



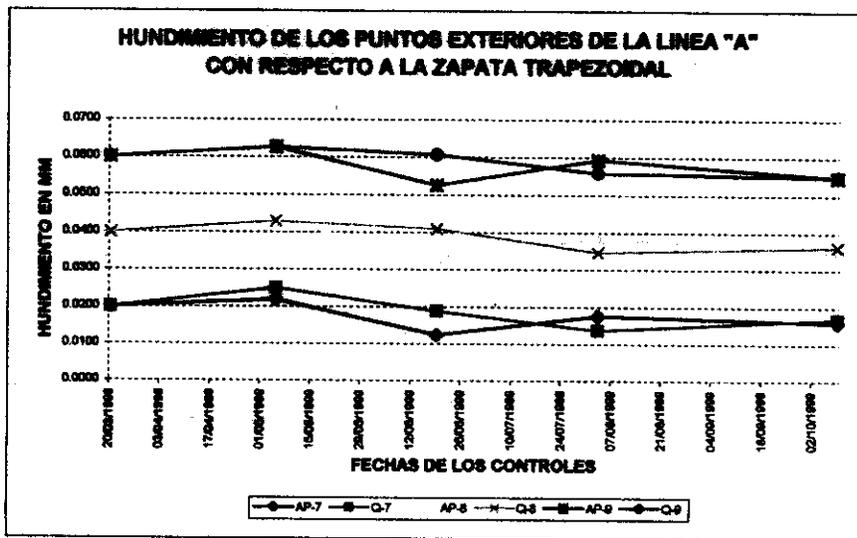
Gráfica V.4 Hundimiento Relativo de los puntos interiores de la Línea "A" con respecto a la zapata Trapezoidal



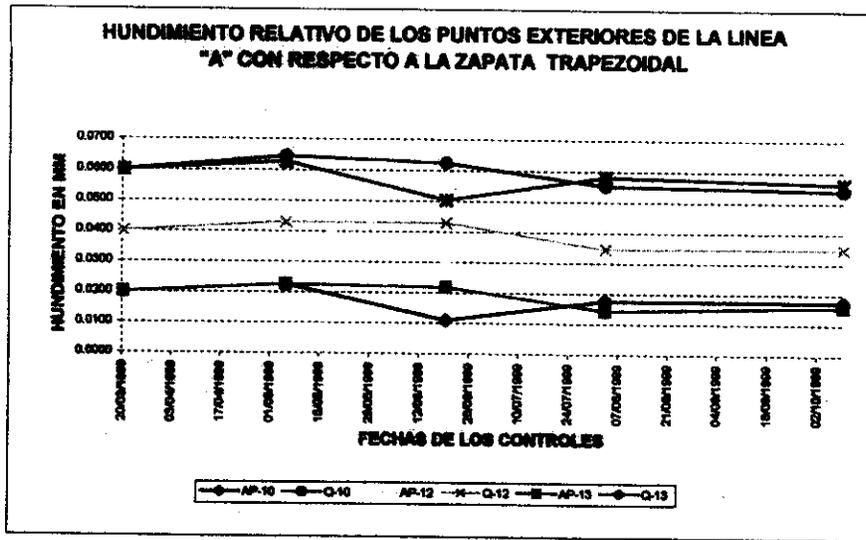
Gráfica V.5 Hundimiento Relativo de los puntos exteriores de la Línea "A" con respecto a la zapata Trapezoidal



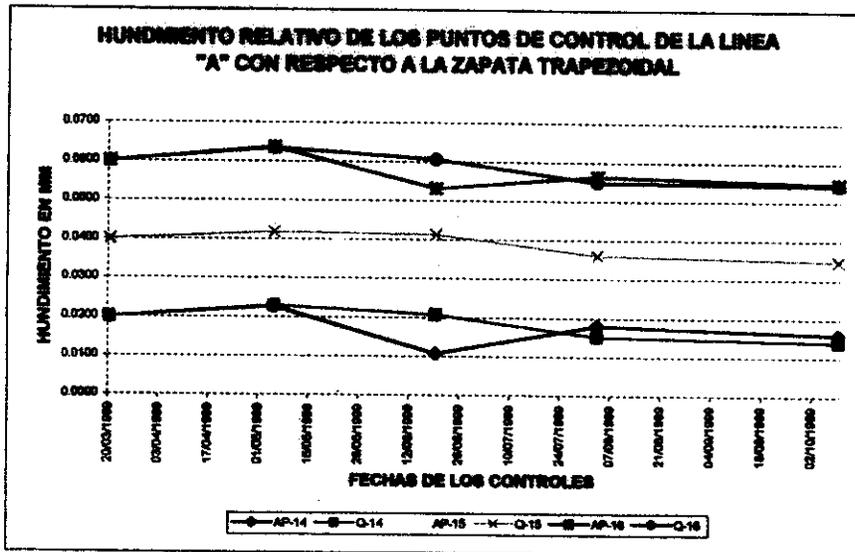
Gráfica V.6 Hundimiento Relativo de los puntos exteriores de la Línea "A" con respecto a la zapata Trapezoidal



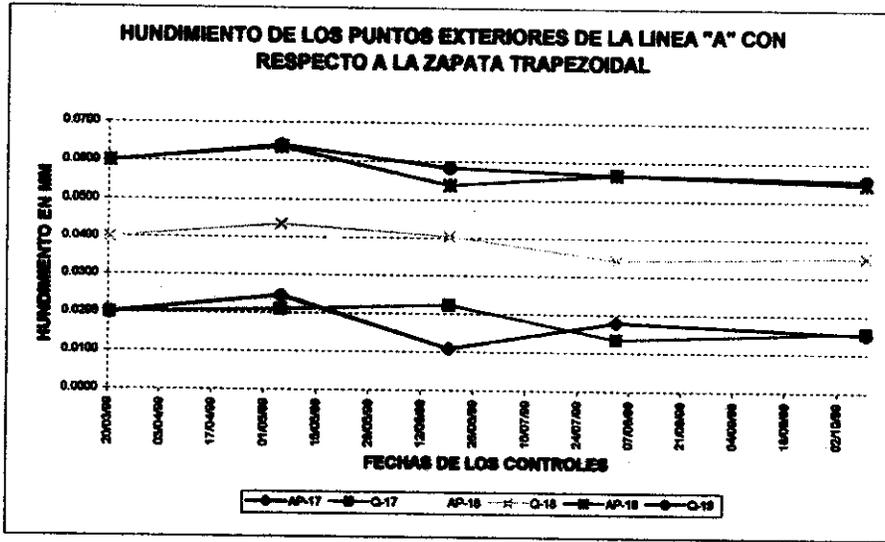
Gráfica V.7 Hundimiento Relativo de los puntos exteriores de la Línea "A" con respecto a la zapata Trapezoidal



Gráfica V.8 Hundimiento Relativo de los puntos exteriores de la Línea "A" con respecto a la zapata Trapezoidal



Gráfica V.9 Hundimiento Relativo de los puntos exteriores de la Línea "A" con respecto a la zapata Trapezoidal



Gráfica V.10 Hundimiento Relativo de los puntos exteriores de la Línea "A" con respecto a la zapata Trapezoidal

V.1.2 Velocidad de Hundimiento Relativo de los Puntos de Control de la Línea A con respecto al Banco de Nivel Superficial Guadalupe Sur.

En las siguientes Tablas, tabla V.10, V.11, V.12, V.13, V.14, y V.15, se muestra la Velocidad de Hundimiento Relativo para los puntos de Control Interiores y Exteriores de la Línea A con respecto al Banco de Nivel Superficial Guadalupe Sur cuya ubicación se muestra en la figura IV.3, perteneciente al capítulo IV de esta tesis.

FECHA DEL CONTROL	INTERVALO DE TIEMPO	COTA BNP GPE SUR	COTA I-1	DIFERENCIAS (BNS-I-1)	DIFERENCIAS DE LAS DIFERENCIAS	VELOCIDAD DE MOVIMIENTO (m/min)	COTA I-1	DIFERENCIAS (BNS-I-1)	DIFERENCIAS DE LAS DIFERENCIAS	VELOCIDAD DE MOVIMIENTO (m/min)
24-Abr-09	0.000	2222.270	2222.270	0.000	0.000	0.000	2222.267	0.000	0.000	0.000
07-May-09	1.000	2222.270	2222.271	0.000	-0.000	-0.000	2222.267	0.000	-0.000	-0.000
09-Jun-09	0.000	2222.270	2222.269	0.000	-0.000	-0.000	2222.268	0.000	-0.000	-0.000
20-Jul-09	1.000	2222.270	2222.270	0.000	-0.000	-0.000	2222.269	0.000	0.000	-0.000
05-Ago-09	0.700	2222.270	2222.271	0.000	-0.000	-0.000	2222.268	0.000	-0.000	-0.000
09-Oct-09	0.400	2222.270	2222.271	0.000	-0.000	-0.000	2222.272	0.000	-0.000	-0.000
				PROMEDIO	PROMEDIO	PROMEDIO				

FECHA DEL CONTROL	INTERVALO DE TIEMPO	COTA BNP GPE SUR	COTA I-2	DIFERENCIAS (BNS-I-2)	DIFERENCIAS DE LAS DIFERENCIAS	VELOCIDAD DE MOVIMIENTO (m/min)	COTA I-2	DIFERENCIAS (BNS-I-2)	DIFERENCIAS DE LAS DIFERENCIAS	VELOCIDAD DE MOVIMIENTO (m/min)
24-Abr-09	0.000	2222.270	2222.267	0.000	0.000	0.000	2222.267	0.000	0.000	0.000
07-May-09	1.000	2222.270	2222.271	0.000	-0.000	-0.000	2222.264	0.000	-0.000	-0.000
09-Jun-09	0.000	2222.270	2222.270	0.000	-0.000	-0.000	2222.265	0.000	-0.000	-0.000
20-Jul-09	1.000	2222.270	2222.269	0.000	0.000	0.000	2222.266	0.000	0.000	-0.000
05-Ago-09	0.700	2222.270	2222.271	0.000	0.000	0.000	2222.265	0.000	-0.000	-0.000
09-Oct-09	0.400	2222.270	2222.268	0.000	-0.000	-0.000	2222.268	0.000	-0.000	-0.000
				PROMEDIO	PROMEDIO	PROMEDIO				

FECHA DEL CONTROL	INTERVALO DE TIEMPO	COTA BNP GPE SUR	COTA I-3	DIFERENCIAS (BNS-I-3)	DIFERENCIAS DE LAS DIFERENCIAS	VELOCIDAD DE MOVIMIENTO (m/min)	COTA I-3	DIFERENCIAS (BNS-I-3)	DIFERENCIAS DE LAS DIFERENCIAS	VELOCIDAD DE MOVIMIENTO (m/min)
24-Abr-09	0.000	2222.270	2222.267	0.000	0.000	0.000	2222.264	0.000	0.000	0.000
07-May-09	1.000	2222.270	2222.268	0.000	-0.000	-0.000	2222.261	0.000	-0.000	-0.000
09-Jun-09	0.000	2222.270	2222.267	0.000	-0.000	-0.000	2222.262	0.000	-0.000	-0.000
20-Jul-09	1.000	2222.270	2222.268	0.000	0.000	0.000	2222.263	0.000	0.000	-0.000
05-Ago-09	0.700	2222.270	2222.269	0.000	-0.000	-0.000	2222.262	0.000	-0.000	-0.000
09-Oct-09	0.400	2222.270	2222.265	0.000	-0.000	-0.000	2222.265	0.000	-0.000	-0.000
				PROMEDIO	PROMEDIO	PROMEDIO				

FECHA DEL CONTROL	INTERVALO DE TIEMPO	COTA BNP GPE SUR	COTA I-4	DIFERENCIAS (BNS-I-4)	DIFERENCIAS DE LAS DIFERENCIAS	VELOCIDAD DE MOVIMIENTO (m/min)	COTA I-4	DIFERENCIAS (BNS-I-4)	DIFERENCIAS DE LAS DIFERENCIAS	VELOCIDAD DE MOVIMIENTO (m/min)
24-Abr-09	0.000	2222.270	2222.267	0.000	0.000	0.000	2222.260	0.000	0.000	0.000
07-May-09	1.000	2222.270	2222.268	0.000	-0.000	-0.000	2222.257	0.000	-0.000	-0.000
09-Jun-09	0.000	2222.270	2222.266	0.000	-0.000	-0.000	2222.258	0.000	-0.000	-0.000
20-Jul-09	1.000	2222.270	2222.267	0.000	0.000	0.000	2222.259	0.000	0.000	-0.000
05-Ago-09	0.700	2222.270	2222.268	0.000	-0.000	-0.000	2222.258	0.000	-0.000	-0.000
09-Oct-09	0.400	2222.270	2222.264	0.000	-0.000	-0.000	2222.261	0.000	-0.000	-0.000
				PROMEDIO	PROMEDIO	PROMEDIO				

FECHA DEL CONTROL	INTERVALO DE TIEMPO	COTA BNP GPE SUR	COTA I-5	DIFERENCIAS (BNS-I-5)	DIFERENCIAS DE LAS DIFERENCIAS	VELOCIDAD DE MOVIMIENTO (m/min)	COTA I-5	DIFERENCIAS (BNS-I-5)	DIFERENCIAS DE LAS DIFERENCIAS	VELOCIDAD DE MOVIMIENTO (m/min)
24-Abr-09	0.000	2222.270	2222.267	0.000	0.000	0.000	2222.262	0.000	0.000	0.000
07-May-09	1.000	2222.270	2222.268	0.000	-0.000	-0.000	2222.259	0.000	-0.000	-0.000
09-Jun-09	0.000	2222.270	2222.266	0.000	-0.000	-0.000	2222.260	0.000	-0.000	-0.000
20-Jul-09	1.000	2222.270	2222.267	0.000	0.000	0.000	2222.261	0.000	0.000	-0.000
05-Ago-09	0.700	2222.270	2222.268	0.000	-0.000	-0.000	2222.260	0.000	-0.000	-0.000
09-Oct-09	0.400	2222.270	2222.264	0.000	-0.000	-0.000	2222.263	0.000	-0.000	-0.000
				PROMEDIO	PROMEDIO	PROMEDIO				

FECHA DEL CONTROL	INTERVALO DE TIEMPO	COTA BNP GPE SUR	COTA I-6	DIFERENCIAS (BNS-I-6)	DIFERENCIAS DE LAS DIFERENCIAS	VELOCIDAD DE MOVIMIENTO (m/min)	COTA I-6	DIFERENCIAS (BNS-I-6)	DIFERENCIAS DE LAS DIFERENCIAS	VELOCIDAD DE MOVIMIENTO (m/min)
24-Abr-09	0.000	2222.270	2222.267	0.000	0.000	0.000	2222.261	0.000	0.000	0.000
07-May-09	1.000	2222.270	2222.268	0.000	-0.000	-0.000	2222.258	0.000	-0.000	-0.000
09-Jun-09	0.000	2222.270	2222.266	0.000	-0.000	-0.000	2222.259	0.000	-0.000	-0.000
20-Jul-09	1.000	2222.270	2222.267	0.000	0.000	0.000	2222.260	0.000	0.000	-0.000
05-Ago-09	0.700	2222.270	2222.268	0.000	-0.000	-0.000	2222.259	0.000	-0.000	-0.000
09-Oct-09	0.400	2222.270	2222.264	0.000	-0.000	-0.000	2222.262	0.000	-0.000	-0.000
				PROMEDIO	PROMEDIO	PROMEDIO				

Tabla V.10 Velocidad de Movimiento Relativa de los puntos interiores de la Línea "A" con respecto al BNS Gpe. Sur

CONTROL TOPOGRÁFICO DE LA ESTACIÓN PANTILAN PERTENECIENTE AL SISTEMA DE TRANSPORTE COLECTIVO METRO

FORMA DEL CONTROL	INTERVALO DE TIEMPO	COTA BNP GPE SUR	COTA 17	DIFERENCIAS (BNS-17)	DIFERENCIAS DE LAS DIFERENCIAS	VELOCIDAD DE MOVIMIENTO (m/min)	COTA 17	DIFERENCIAS (BNS-17)	DIFERENCIAS DE LAS DIFERENCIAS	VELOCIDAD DE MOVIMIENTO (m/min)
20-Mar-99	0.000	2222.270			0.000	0.000	2222.267	0.000	0.000	0.000
07-Jul-99	1.0007	2222.270			0.000	0.000	2222.267	0.000	-0.000	-0.0007
09-Ago-99	0.0003	2222.270	2222.262	0.000	0.000	0.000	2222.270	0.000	-0.000	-0.0007
24-Ago-99	1.2003	2222.270	2222.260	0.002	-0.002		2222.267	0.000	0.000	
05-Ago-99	0.7000	2222.270	2222.267	0.003	-0.003	-0.001	2222.260	0.000	-0.000	-0.0002
09-Oct-99	0.0010	2222.270	2222.260	0.004	0.000		2222.270	0.000	-0.001	-0.0000
					PROCESADO	-0.001			PROCESADO	-0.000

FORMA DEL CONTROL	INTERVALO DE TIEMPO	COTA BNP GPE SUR	COTA 14	DIFERENCIAS (BNS-14)	DIFERENCIAS DE LAS DIFERENCIAS	VELOCIDAD DE MOVIMIENTO (m/min)	COTA 14	DIFERENCIAS (BNS-14)	DIFERENCIAS DE LAS DIFERENCIAS	VELOCIDAD DE MOVIMIENTO (m/min)
20-Mar-99	0.000	2222.270	2222.267	0.003	0.000	0.000	2222.267	0.000	0.000	0.000
07-Jul-99	1.0007	2222.270	2222.267	0.000	-0.000	-0.000	2222.267	0.000	-0.000	-0.0003
09-Ago-99	0.0003	2222.270	2222.260	0.001	-0.000	-0.001	2222.270	0.001	-0.000	-0.0003
24-Ago-99	1.2003	2222.270	2222.260	0.000	-0.000		2222.264	0.000	0.000	
05-Ago-99	0.7000	2222.270	2222.267	0.000	0.000	0.000	2222.267	0.000	0.000	
09-Oct-99	0.0010	2222.270	2222.260	0.000	0.000	0.000	2222.262	0.000	-0.000	-0.0001
					PROCESADO	-0.000			PROCESADO	-0.000

FORMA DEL CONTROL	INTERVALO DE TIEMPO	COTA BNP GPE SUR	COTA 10	DIFERENCIAS (BNS-10)	DIFERENCIAS DE LAS DIFERENCIAS	VELOCIDAD DE MOVIMIENTO (m/min)	COTA 10	DIFERENCIAS (BNS-10)	DIFERENCIAS DE LAS DIFERENCIAS	VELOCIDAD DE MOVIMIENTO (m/min)
20-Mar-99	0.000	2222.270	2222.267	0.000	0.000	0.000	2222.267	0.000	0.000	0.000
07-Jul-99	1.0007	2222.270	2222.267	0.000	-0.000	-0.000	2222.267	0.000	-0.000	-0.000
09-Ago-99	0.0003	2222.270	2222.260	0.001	-0.000	-0.000	2222.260	0.001	-0.000	-0.0007
24-Ago-99	1.2003	2222.270	2222.260	0.000	0.000		2222.270	0.000	0.000	
05-Ago-99	0.7000	2222.270	2222.267	0.000	0.001	0.000	2222.270	0.000	-0.000	-0.000
09-Oct-99	0.0010	2222.270	2222.260	0.001	-0.000	-0.000	2222.270	0.000	-0.000	-0.0002
					PROCESADO	-0.000			PROCESADO	-0.000

FORMA DEL CONTROL	INTERVALO DE TIEMPO	COTA BNP GPE SUR	COTA 140	DIFERENCIAS (BNS-140)	DIFERENCIAS DE LAS DIFERENCIAS	VELOCIDAD DE MOVIMIENTO (m/min)	COTA 140	DIFERENCIAS (BNS-140)	DIFERENCIAS DE LAS DIFERENCIAS	VELOCIDAD DE MOVIMIENTO (m/min)
20-Mar-99	0.000	2222.270	2222.267	0.000	0.000	0.000	2222.267	0.000	0.000	0.000
07-Jul-99	1.0007	2222.270	2222.267	0.000	-0.000	-0.000	2222.270	0.000	-0.000	-0.0007
09-Ago-99	0.0003	2222.270	2222.260	0.001	-0.000	-0.001	2222.270	0.001	-0.000	-0.0003
24-Ago-99	1.2003	2222.270	2222.260	0.000	0.000		2222.271	0.000	0.000	
05-Ago-99	0.7000	2222.270	2222.267	0.000	-0.001	-0.001	2222.270	0.000	-0.001	-0.000
09-Oct-99	0.0010	2222.270	2222.260	0.000	0.000	0.000	2222.270	0.000	-0.000	-0.000
					PROCESADO	-0.000			PROCESADO	-0.000

FORMA DEL CONTROL	INTERVALO DE TIEMPO	COTA BNP GPE SUR	COTA 1-11	DIFERENCIAS (BNS-1-11)	DIFERENCIAS DE LAS DIFERENCIAS	VELOCIDAD DE MOVIMIENTO (m/min)	COTA 1-11	DIFERENCIAS (BNS-1-11)	DIFERENCIAS DE LAS DIFERENCIAS	VELOCIDAD DE MOVIMIENTO (m/min)
20-Mar-99	0.000	2222.270	2222.267	0.000	0.000	0.000	2222.267	0.000	0.000	0.000
07-Jul-99	1.0007	2222.270	2222.267	0.000	-0.000	-0.000	2222.267	0.000	-0.000	-0.0007
09-Ago-99	0.0003	2222.270	2222.260	0.001	-0.000	-0.000	2222.260	0.001	-0.000	-0.0002
24-Ago-99	1.2003	2222.270	2222.260	0.000	0.000		2222.270	0.000	0.000	
05-Ago-99	0.7000	2222.270	2222.267	0.000	0.000	0.000	2222.271	0.000	-0.001	-0.0001
09-Oct-99	0.0010	2222.270	2222.260	0.000	-0.000	-0.000	2222.272	0.000	-0.000	-0.000
					PROCESADO	-0.000			PROCESADO	-0.000

FORMA DEL CONTROL	INTERVALO DE TIEMPO	COTA BNP GPE SUR	COTA 1-12	DIFERENCIAS (BNS-1-12)	DIFERENCIAS DE LAS DIFERENCIAS	VELOCIDAD DE MOVIMIENTO (m/min)	COTA 1-12	DIFERENCIAS (BNS-1-12)	DIFERENCIAS DE LAS DIFERENCIAS	VELOCIDAD DE MOVIMIENTO (m/min)
20-Mar-99	0.000	2222.270	2222.267	0.000	0.000	0.000	2222.267	0.000	0.000	0.000
07-Jul-99	1.0007	2222.270	2222.267	0.000	-0.000	-0.000	2222.267	0.000	-0.000	-0.000
09-Ago-99	0.0003	2222.270	2222.260	0.001	-0.000	-0.000	2222.260	0.001	-0.000	-0.0007
24-Ago-99	1.2003	2222.270	2222.260	0.000	0.000		2222.270	0.000	0.000	
05-Ago-99	0.7000	2222.270	2222.267	0.000	-0.001	-0.001	2222.270	0.000	0.000	
09-Oct-99	0.0010	2222.270	2222.260	0.000	0.000	0.000	2222.270	0.000	-0.000	-0.000
					PROCESADO	-0.000			PROCESADO	-0.000

Tabla V.11 Velocidad de Movimiento Relativa de los puntos interiores de la Línea "A" con respecto al BNS Gpe. Sur

FORMA DEL CONTROL	INTERVALO DE TIEMPO	COTA BNP GPE SUR	COCOA-43	DIFERENCIAS (BNS-43)	DIFERENCIAS DE LAS DIFERENCIAS	VELOCIDAD DE HUNDIMIENTO (mm/a)	COTA S. 32	DIFERENCIAS (BNS-43)	DIFERENCIAS DE LAS DIFERENCIAS	VELOCIDAD DE HUNDIMIENTO (mm/a)
24-Mar-97	0.000	2222.3670	2222.3671	0.0001	0.0000		2222.3671	0.0000	0.0000	0.0000
07-Jul-97	1.000	2222.3670		2222.2270	-2222.3491		2222.3671	0.0000	-0.0000	-0.0000
04-Sep-97	0.000	2222.3670	2222.3670	0.0000	2222.3409		2222.3670	0.0000	-0.0000	-0.0000
26-Jan-97	1.000	2222.3670	2222.3670	0.0000	2222.3670		2222.3670	0.0000	0.0000	0.0000
05-Ago-97	0.700	2222.3670	2222.3671	0.0001	0.0000	0.0002	2222.3673	0.0003	-0.0003	-0.0004
09-Oct-97	0.005	2222.3670	2222.3670	0.0000	-0.0000	-0.0000	2222.3670	0.0000	-0.0000	-0.0004
						-0.0000			PROBANDO	-0.0001

Tabla V.12 Velocidad de Hundimiento Relativa de los puntos interiores de la Línea "A" con respecto al BNS Gpe. Sur

CONTROL TOPOGRÁFICO DE LA ESTACIÓN PANTILLAN PERTENECIENTE AL SISTEMA DE TRANSPORTE COLECTIVO METRO

FORMA DEL CONTROL	INTERVALO DE TIEMPO	COTA BNS GPE SUR	COTA AP-1	DIFERENCIA (BNS-AP-1)	DIFERENCIA DE LAS DIFERENCIAS	VELOCIDAD DE MOVIMIENTO (mm/año)	COTA AP-1	DIFERENCIA (BNS-AP-2)	DIFERENCIA DE LAS DIFERENCIAS	VELOCIDAD DE MOVIMIENTO (mm/año)
24-Mar-97	0.000	2228.2270	2228.2269	-0.0001	0.0000	0.0000	2228.2269	-0.0001	0.0000	0.0000
02-May-97	0.002	2228.2270	2228.2269	-0.0001	0.0000	0.0000	2228.2269	-0.0001	0.0000	0.0000
15-Jul-97	0.007	2228.2270	2228.2269	-0.0001	-0.0001	-0.0001	2228.2269	-0.0001	-0.0001	-0.0001
01-Sep-97	0.007	2228.2270	2228.2267	-0.0003	-0.0002	-0.0002	2228.2267	-0.0003	-0.0002	-0.0002
09-Oct-97	0.470	2228.2270	2228.2267	-0.0003	0.0000	-0.0002	2228.2267	-0.0003	0.0000	-0.0003
					PROMEDIO	-0.0001			PROMEDIO	-0.0002
FORMA DEL CONTROL	INTERVALO DE TIEMPO	COTA BNS GPE SUR	COTA AP-2	DIFERENCIA (BNS-AP-2)	DIFERENCIA DE LAS DIFERENCIAS	VELOCIDAD DE MOVIMIENTO (mm/año)	COTA AP-2	DIFERENCIA (BNS-AP-3)	DIFERENCIA DE LAS DIFERENCIAS	VELOCIDAD DE MOVIMIENTO (mm/año)
24-Mar-97	0.000	2228.2270	2228.2269	-0.0001	0.0000	0.0000	2228.2269	-0.0001	0.0000	0.0000
02-May-97	0.002	2228.2270	2228.2269	-0.0001	0.0000	0.0000	2228.2269	-0.0001	0.0000	0.0000
15-Jul-97	0.007	2228.2270	2228.2267	-0.0003	-0.0002	-0.0002	2228.2267	-0.0003	-0.0002	-0.0002
01-Sep-97	0.007	2228.2270	2228.2265	-0.0005	-0.0002	-0.0002	2228.2265	-0.0005	-0.0002	-0.0002
09-Oct-97	0.470	2228.2270	2228.2265	-0.0005	0.0000	-0.0002	2228.2265	-0.0005	0.0000	-0.0005
					PROMEDIO	-0.0002			PROMEDIO	-0.0002
FORMA DEL CONTROL	INTERVALO DE TIEMPO	COTA BNS GPE SUR	COTA AP-3	DIFERENCIA (BNS-AP-3)	DIFERENCIA DE LAS DIFERENCIAS	VELOCIDAD DE MOVIMIENTO (mm/año)	COTA AP-3	DIFERENCIA (BNS-AP-4)	DIFERENCIA DE LAS DIFERENCIAS	VELOCIDAD DE MOVIMIENTO (mm/año)
24-Mar-97	0.000	2228.2270	2228.2269	-0.0001	0.0000	0.0000	2228.2269	-0.0001	0.0000	0.0000
02-May-97	0.002	2228.2270	2228.2269	-0.0001	0.0000	0.0000	2228.2269	-0.0001	0.0000	0.0000
15-Jul-97	0.007	2228.2270	2228.2267	-0.0003	-0.0002	-0.0002	2228.2267	-0.0003	-0.0002	-0.0002
01-Sep-97	0.007	2228.2270	2228.2265	-0.0005	-0.0002	-0.0002	2228.2265	-0.0005	-0.0002	-0.0002
09-Oct-97	0.470	2228.2270	2228.2265	-0.0005	0.0000	-0.0002	2228.2265	-0.0005	0.0000	-0.0005
					PROMEDIO	-0.0002			PROMEDIO	-0.0002
FORMA DEL CONTROL	INTERVALO DE TIEMPO	COTA BNS GPE SUR	COTA AP-4	DIFERENCIA (BNS-AP-4)	DIFERENCIA DE LAS DIFERENCIAS	VELOCIDAD DE MOVIMIENTO (mm/año)	COTA AP-4	DIFERENCIA (BNS-AP-5)	DIFERENCIA DE LAS DIFERENCIAS	VELOCIDAD DE MOVIMIENTO (mm/año)
24-Mar-97	0.000	2228.2270	2228.2269	-0.0001	0.0000	0.0000	2228.2269	-0.0001	0.0000	0.0000
02-May-97	0.002	2228.2270	2228.2269	-0.0001	0.0000	0.0000	2228.2269	-0.0001	0.0000	0.0000
15-Jul-97	0.007	2228.2270	2228.2267	-0.0003	-0.0002	-0.0002	2228.2267	-0.0003	-0.0002	-0.0002
01-Sep-97	0.007	2228.2270	2228.2265	-0.0005	-0.0002	-0.0002	2228.2265	-0.0005	-0.0002	-0.0002
09-Oct-97	0.470	2228.2270	2228.2265	-0.0005	0.0000	-0.0002	2228.2265	-0.0005	0.0000	-0.0005
					PROMEDIO	-0.0002			PROMEDIO	-0.0002
FORMA DEL CONTROL	INTERVALO DE TIEMPO	COTA BNS GPE SUR	COTA AP-5	DIFERENCIA (BNS-AP-5)	DIFERENCIA DE LAS DIFERENCIAS	VELOCIDAD DE MOVIMIENTO (mm/año)	COTA AP-5	DIFERENCIA (BNS-AP-6)	DIFERENCIA DE LAS DIFERENCIAS	VELOCIDAD DE MOVIMIENTO (mm/año)
24-Mar-97	0.000	2228.2270	2228.2269	-0.0001	0.0000	0.0000	2228.2269	-0.0001	0.0000	0.0000
02-May-97	0.002	2228.2270	2228.2269	-0.0001	0.0000	0.0000	2228.2269	-0.0001	0.0000	0.0000
15-Jul-97	0.007	2228.2270	2228.2267	-0.0003	-0.0002	-0.0002	2228.2267	-0.0003	-0.0002	-0.0002
01-Sep-97	0.007	2228.2270	2228.2265	-0.0005	-0.0002	-0.0002	2228.2265	-0.0005	-0.0002	-0.0002
09-Oct-97	0.470	2228.2270	2228.2265	-0.0005	0.0000	-0.0002	2228.2265	-0.0005	0.0000	-0.0005
					PROMEDIO	-0.0002			PROMEDIO	-0.0002
FORMA DEL CONTROL	INTERVALO DE TIEMPO	COTA BNS GPE SUR	COTA AP-6	DIFERENCIA (BNS-AP-6)	DIFERENCIA DE LAS DIFERENCIAS	VELOCIDAD DE MOVIMIENTO (mm/año)	COTA AP-6	DIFERENCIA (BNS-AP-7)	DIFERENCIA DE LAS DIFERENCIAS	VELOCIDAD DE MOVIMIENTO (mm/año)
24-Mar-97	0.000	2228.2270	2228.2269	-0.0001	0.0000	0.0000	2228.2269	-0.0001	0.0000	0.0000
02-May-97	0.002	2228.2270	2228.2269	-0.0001	0.0000	0.0000	2228.2269	-0.0001	0.0000	0.0000
15-Jul-97	0.007	2228.2270	2228.2267	-0.0003	-0.0002	-0.0002	2228.2267	-0.0003	-0.0002	-0.0002
01-Sep-97	0.007	2228.2270	2228.2265	-0.0005	-0.0002	-0.0002	2228.2265	-0.0005	-0.0002	-0.0002
09-Oct-97	0.470	2228.2270	2228.2265	-0.0005	0.0000	-0.0002	2228.2265	-0.0005	0.0000	-0.0005
					PROMEDIO	-0.0002			PROMEDIO	-0.0002

Tabla V.13 Velocidad de Hundimiento Relativa de los puntos adyacentes de la Línea "A" con respecto al BNS Gpe. Sur

FORMA DEL CONTROL	APERTURA DE TIEMPO	COTA DEL CPE SUR	COTA AP-3	DIFERENCIA (AP-3)	DEVIACIÓN DE LAS APERTURAS	VELOCIDAD DE MOVIMIENTO	COTA OP-3	DIFERENCIA (OP-3)	DEVIACIÓN DE LAS APERTURAS	VELOCIDAD DE MOVIMIENTO
20-10-99	0.000	228.2270	228.2270	-0.000	0.000	0.000	228.2270	-0.000	0.000	0.000
09-10-99	0.000	228.2270	228.2267	-0.003	0.003		228.2269	-0.001	-0.003	-0.004
19-10-99	0.007	228.2270	228.2264	-0.006	-0.006		228.2269	-0.001	0.000	0.003
09-09-99	0.007	228.2270	228.2267	-0.003	-0.003	-0.003	228.2269	-0.001	-0.003	-0.003
09-08-99	0.470	228.2270	228.2269	-0.001	-0.001	-0.007	228.2269	-0.001	0.000	0.000
					PROMEDIO	-0.003			PROMEDIO	-0.004

FORMA DEL CONTROL	APERTURA DE TIEMPO	COTA DEL CPE SUR	COTA AP-4	DIFERENCIA (AP-4)	DEVIACIÓN DE LAS APERTURAS	VELOCIDAD DE MOVIMIENTO	COTA OP-4	DIFERENCIA (OP-4)	DEVIACIÓN DE LAS APERTURAS	VELOCIDAD DE MOVIMIENTO
20-10-99	0.000	228.2270	228.2270	-0.000	0.000	0.000	228.2269	-0.001	0.000	0.000
09-10-99	0.000	228.2270	228.2270	-0.000	0.000		228.2269	-0.001	-0.002	-0.000
19-10-99	0.007	228.2270	228.2269	-0.001	-0.001		228.2269	-0.001	0.000	0.001
09-09-99	0.007	228.2270	228.2269	-0.001	-0.001	0.000	228.2267	-0.003	-0.001	-0.001
09-08-99	0.470	228.2270	228.2269	-0.001	-0.001	-0.007	228.2269	-0.001	-0.001	-0.003
					PROMEDIO	-0.002			PROMEDIO	-0.004

FORMA DEL CONTROL	APERTURA DE TIEMPO	COTA DEL CPE SUR	COTA AP-5	DIFERENCIA (AP-5)	DEVIACIÓN DE LAS APERTURAS	VELOCIDAD DE MOVIMIENTO	COTA OP-5	DIFERENCIA (OP-5)	DEVIACIÓN DE LAS APERTURAS	VELOCIDAD DE MOVIMIENTO
20-10-99	0.000	228.2270	228.2270	-0.000	0.000	0.000	228.2269	-0.001	0.000	0.000
09-10-99	0.000	228.2270	228.2269	-0.001	-0.001		228.2269	-0.001	-0.001	-0.000
19-10-99	0.007	228.2270	228.2269	-0.001	-0.001		228.2269	-0.001	0.000	0.007
09-09-99	0.007	228.2270	228.2269	-0.001	-0.001	-0.000	228.2269	-0.001	-0.007	-0.001
09-08-99	0.470	228.2270	228.2269	-0.001	-0.001	-0.001	228.2267	-0.003	-0.000	-0.002
					PROMEDIO	-0.002			PROMEDIO	-0.007

FORMA DEL CONTROL	APERTURA DE TIEMPO	COTA DEL CPE SUR	COTA AP-6	DIFERENCIA (AP-6)	DEVIACIÓN DE LAS APERTURAS	VELOCIDAD DE MOVIMIENTO	COTA OP-6	DIFERENCIA (OP-6)	DEVIACIÓN DE LAS APERTURAS	VELOCIDAD DE MOVIMIENTO
20-10-99	0.000	228.2270	228.2270	-0.000	0.000	0.000	228.2269	-0.001	0.000	0.000
09-10-99	0.000	228.2270	228.2267	-0.003	0.003		228.2269	-0.001	-0.003	-0.003
19-10-99	0.007	228.2270	228.2269	-0.001	-0.001		228.2269	-0.001	0.000	0.007
09-09-99	0.007	228.2270	228.2269	-0.001	-0.001	-0.013	228.2269	-0.001	-0.001	-0.000
09-08-99	0.470	228.2270	228.2269	-0.001	-0.001	0.000	228.2267	-0.003	-0.001	-0.000
					PROMEDIO	-0.003			PROMEDIO	-0.000

FORMA DEL CONTROL	APERTURA DE TIEMPO	COTA DEL CPE SUR	COTA AP-7	DIFERENCIA (AP-7)	DEVIACIÓN DE LAS APERTURAS	VELOCIDAD DE MOVIMIENTO	COTA OP-7	DIFERENCIA (OP-7)	DEVIACIÓN DE LAS APERTURAS	VELOCIDAD DE MOVIMIENTO
20-10-99	0.000	228.2270	228.2270	-0.000	0.000	0.000	228.2269	-0.001	0.000	0.000
09-10-99	0.000	228.2270	228.2263	-0.007	0.007		228.2269	-0.001	-0.007	-0.000
19-10-99	0.007	228.2270	228.2267	-0.003	-0.003		228.2267	-0.003	0.000	0.000
09-09-99	0.007	228.2270	228.2269	-0.001	-0.001	-0.000	228.2269	-0.001	-0.007	-0.000
09-08-99	0.470	228.2270	228.2269	-0.001	-0.001	0.000	228.2269	-0.001	-0.000	-0.000
					PROMEDIO	-0.000			PROMEDIO	-0.007

FORMA DEL CONTROL	APERTURA DE TIEMPO	COTA DEL CPE SUR	COTA AP-8	DIFERENCIA (AP-8)	DEVIACIÓN DE LAS APERTURAS	VELOCIDAD DE MOVIMIENTO	COTA OP-8	DIFERENCIA (OP-8)	DEVIACIÓN DE LAS APERTURAS	VELOCIDAD DE MOVIMIENTO
20-10-99	0.000	228.2270	228.2270	-0.000	0.000	0.000	228.2269	-0.001	0.000	0.000
09-10-99	0.000	228.2270	228.2269	-0.001	-0.001		228.2269	-0.001	-0.001	-0.000
19-10-99	0.007	228.2270	228.2267	-0.003	-0.003		228.2267	-0.003	0.000	0.007
09-09-99	0.007	228.2270	228.2267	-0.003	-0.003	-0.007	228.2269	-0.001	-0.000	-0.000
09-08-99	0.470	228.2270	228.2267	-0.003	-0.003	-0.001	228.2269	-0.001	-0.000	-0.000
					PROMEDIO	-0.002			PROMEDIO	-0.000

FORMA DEL CONTROL	APERTURA DE TIEMPO	COTA DEL CPE SUR	COTA AP-9	DIFERENCIA (AP-9)	DEVIACIÓN DE LAS APERTURAS	VELOCIDAD DE MOVIMIENTO	COTA OP-9	DIFERENCIA (OP-9)	DEVIACIÓN DE LAS APERTURAS	VELOCIDAD DE MOVIMIENTO
20-10-99	0.000	228.2270	228.2270	-0.000	0.000	0.000	228.2270	-0.000	0.000	0.000
09-10-99	0.000	228.2270	228.2269	-0.001	-0.001		228.2269	-0.001	-0.000	-0.000
19-10-99	0.007	228.2270	228.2267	-0.003	-0.003		228.2267	-0.003	0.000	0.000
09-09-99	0.007	228.2270	228.2267	-0.003	-0.003	-0.007	228.2269	-0.001	-0.000	-0.000
09-08-99	0.470	228.2270	228.2267	-0.003	-0.003	-0.001	228.2269	-0.001	-0.000	-0.000
					PROMEDIO	-0.002			PROMEDIO	-0.000

Tabla V.14 Velocidad de Hundimiento Relativa de los puntos exteriores de la Línea "A" con respecto al BNS Cpe. Sur

FORMA DEL CONTROL	APERTURA DE TRINCHO	COTA DEL OJO SUR	COTA OJO N	DIFERENCIA (OJO N-O)	DEVIACIÓN DE LAS MEDIDAS	VELOCIDAD DE MOVIMIENTO (mm/a)	COTA OJO S	DIFERENCIA (OJO N-O)	DEVIACIÓN DE LAS MEDIDAS	VELOCIDAD DE MOVIMIENTO (mm/a)
2012-12	0.000	200.200	200.200	-0.000	0.000	0.000	200.200	-0.000	0.000	0.000
01-Ago-12	0.002	200.200	200.200	-0.000	0.000		200.200	-0.000	0.000	-0.0013
12-Ago-12	0.000	200.200	200.200	-0.000	0.000		200.200	-0.000	0.000	0.0000
01-Ago-12	0.000	200.200	200.200	-0.000	0.000	-0.017	200.200	-0.000	0.000	-0.0027
01-Ago-12	0.000	200.200	200.200	-0.000	0.000	-0.007	200.200	-0.000	0.000	-0.0000
	0.000	200.200	200.200	-0.000	0.000	-0.023				-0.0010

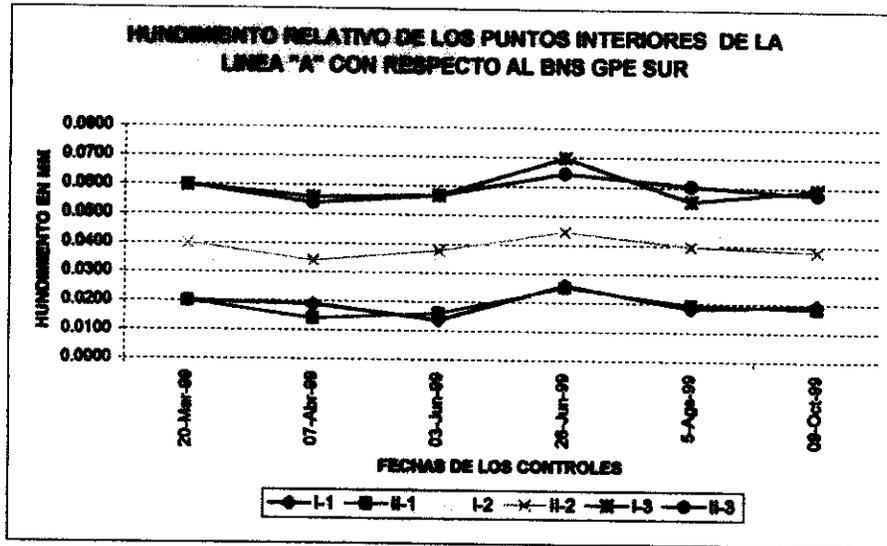
FORMA DEL CONTROL	APERTURA DE TRINCHO	COTA DEL OJO SUR	COTA OJO N	DIFERENCIA (OJO N-O)	DEVIACIÓN DE LAS MEDIDAS	VELOCIDAD DE MOVIMIENTO (mm/a)	COTA OJO S	DIFERENCIA (OJO N-O)	DEVIACIÓN DE LAS MEDIDAS	VELOCIDAD DE MOVIMIENTO (mm/a)
2012-12	0.000	200.200	200.200	-0.000	0.000	0.000	200.200	-0.000	0.000	0.0000
01-Ago-12	0.002	200.200	200.200	-0.000	0.000		200.200	-0.000	0.000	0.0000
12-Ago-12	0.000	200.200	200.200	-0.000	0.000		200.200	-0.000	0.000	0.0001
01-Ago-12	0.000	200.200	200.200	-0.000	0.000	-0.007	200.200	-0.000	0.000	-0.0007
01-Ago-12	0.000	200.200	200.200	-0.000	0.000	-0.000	200.200	-0.000	0.000	-0.0001
	0.000	200.200	200.200	-0.000	0.000	-0.000				-0.0000

FORMA DEL CONTROL	APERTURA DE TRINCHO	COTA DEL OJO SUR	COTA OJO N	DIFERENCIA (OJO N-O)	DEVIACIÓN DE LAS MEDIDAS	VELOCIDAD DE MOVIMIENTO (mm/a)	COTA OJO S	DIFERENCIA (OJO N-O)	DEVIACIÓN DE LAS MEDIDAS	VELOCIDAD DE MOVIMIENTO (mm/a)
2012-12	0.000	200.200	200.200	-0.000	0.000	0.000	200.200	-0.000	0.000	0.0000
01-Ago-12	0.002	200.200	200.200	-0.000	0.000		200.200	-0.000	0.000	-0.0014
12-Ago-12	0.000	200.200	200.200	-0.000	0.000		200.200	-0.000	0.000	0.0000
01-Ago-12	0.000	200.200	200.200	-0.000	0.000	-0.014	200.200	-0.000	0.000	-0.0002
01-Ago-12	0.000	200.200	200.200	-0.000	0.000	-0.000	200.200	-0.000	0.000	-0.0001
	0.000	200.200	200.200	-0.000	0.000	-0.007				-0.0010

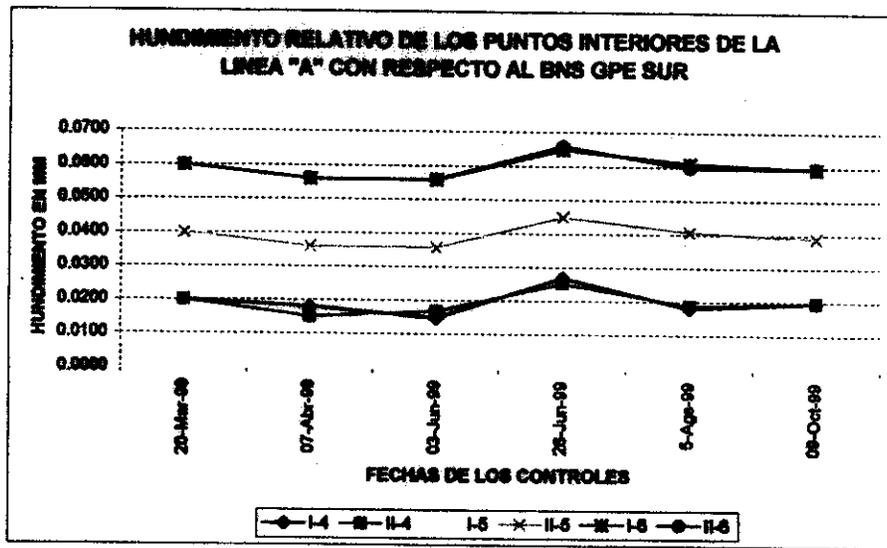
FORMA DEL CONTROL	APERTURA DE TRINCHO	COTA DEL OJO SUR	COTA OJO N	DIFERENCIA (OJO N-O)	DEVIACIÓN DE LAS MEDIDAS	VELOCIDAD DE MOVIMIENTO (mm/a)	COTA OJO S	DIFERENCIA (OJO N-O)	DEVIACIÓN DE LAS MEDIDAS	VELOCIDAD DE MOVIMIENTO (mm/a)
2012-12	0.000	200.200	200.200	-0.000	0.000	0.000	200.200	-0.000	0.000	0.0000
01-Ago-12	0.002	200.200	200.200	-0.000	0.000		200.200	-0.000	0.000	-0.0010
12-Ago-12	0.000	200.200	200.200	-0.000	0.000		200.200	-0.000	0.000	0.0015
01-Ago-12	0.000	200.200	200.200	-0.000	0.000	-0.015	200.200	-0.000	0.000	-0.0010
01-Ago-12	0.000	200.200	200.200	-0.000	0.000	-0.000	200.200	-0.000	0.000	-0.0000
	0.000	200.200	200.200	-0.000	0.000	-0.011				-0.0000

Tabla V.15 Velocidad de Movimiento Relativa de los puntos anteriores de la Línea "A" con respecto al BMS Gpe. Sur

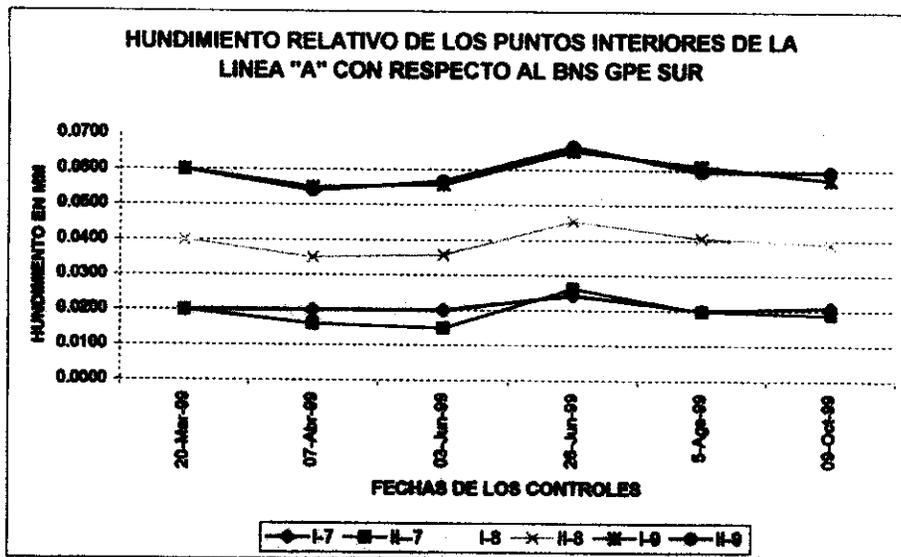
De la misma manera, se obtuvieron las graficas correspondientes a las tablas anteriores.



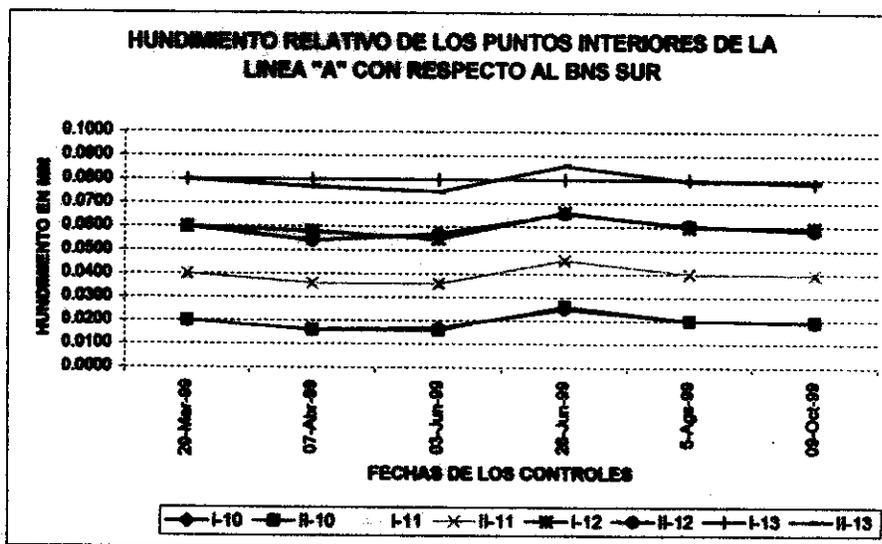
Gráfica V.11 Hundimiento Relativo de los puntos interiores de la Línea "A" con respecto al BNS Gpe. Sur



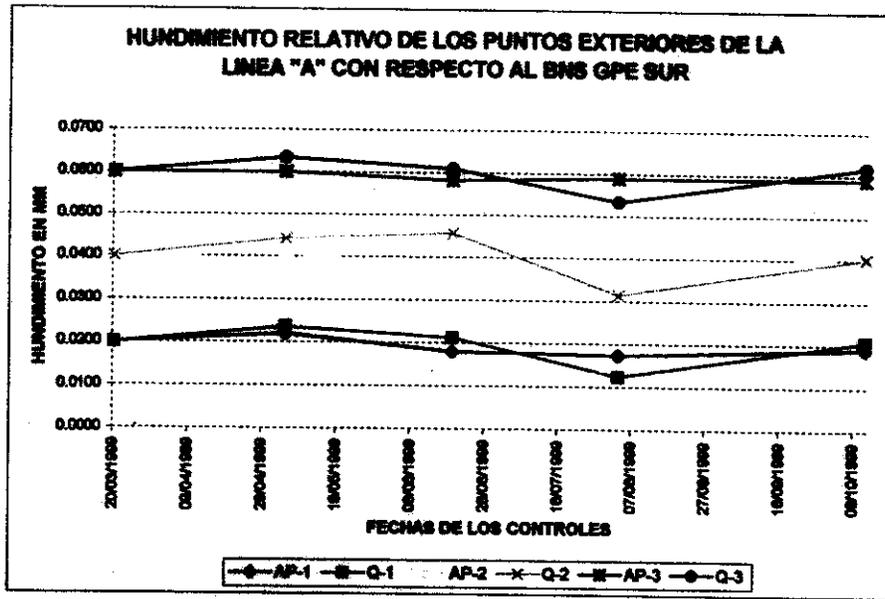
Gráfica V.12 Hundimiento Relativo de los puntos interiores de la Línea "A" con respecto al BNS Gpe. Sur



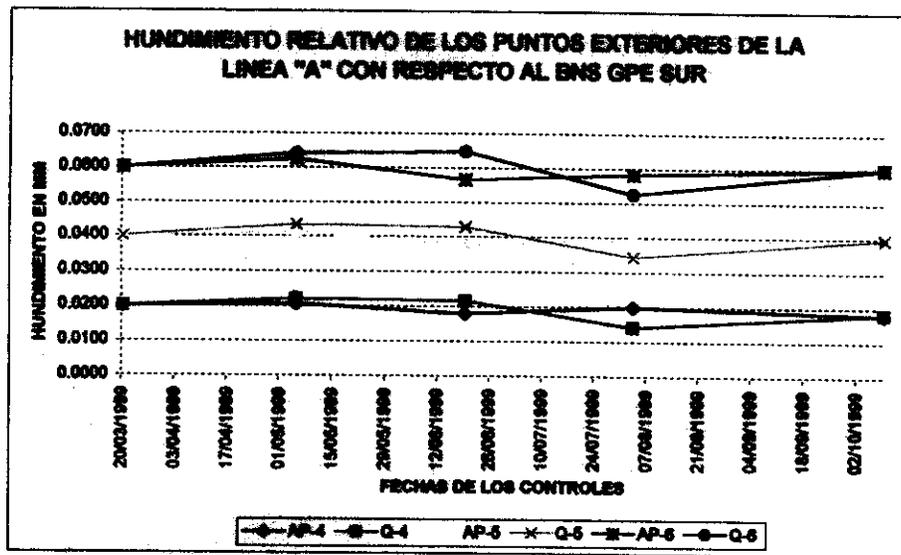
Gráfica V.13 Hundimiento Relativo de los puntos interiores de la Línea "A" con respecto al BNS Gpe. Sur



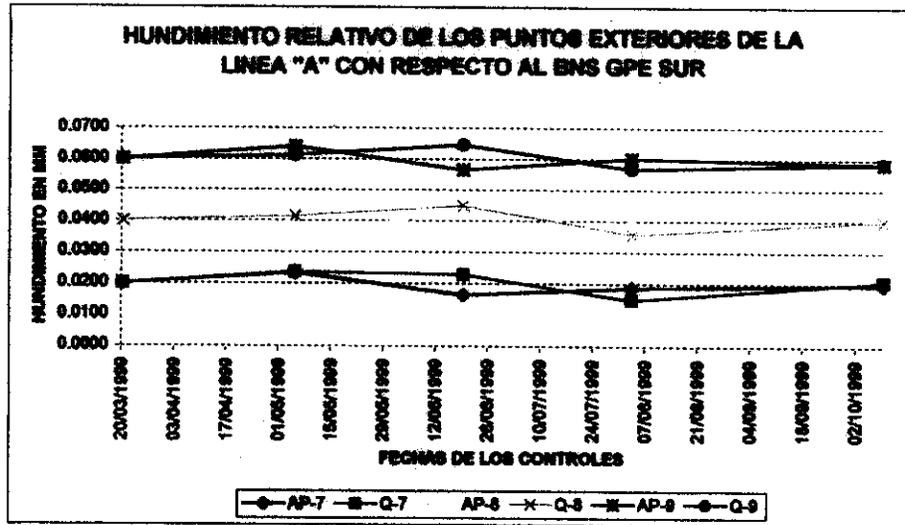
Gráfica V.14 Hundimiento Relativo de los puntos interiores de la Línea "A" con respecto al BNS Gpe. Sur



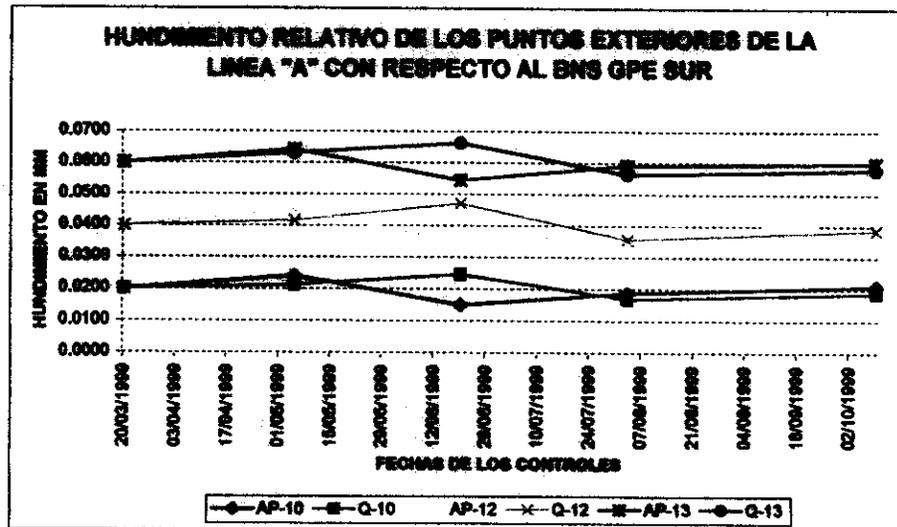
Gráfica V.15 Hundimiento Relativo de los puntos exteriores de la Línea "A" con respecto al BNS Gpe. Sur



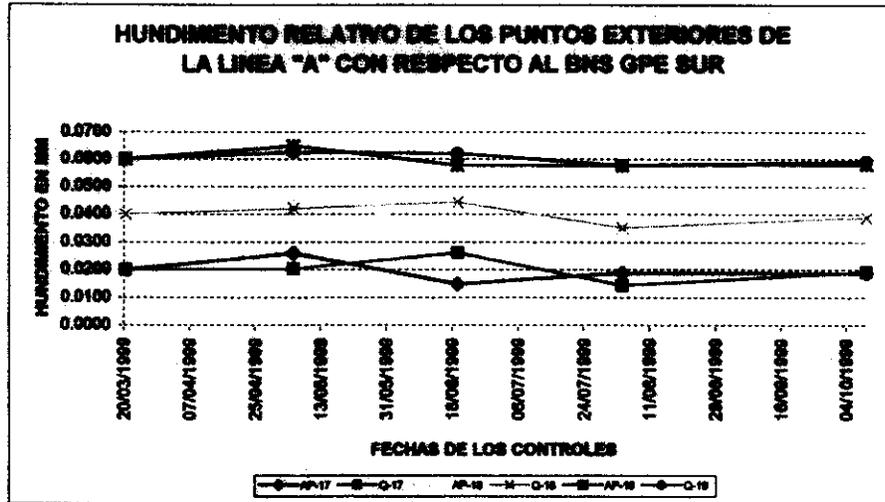
Gráfica V.16 Hundimiento Relativo de los puntos exteriores de la Línea "A" con respecto al BNS Gpe. Sur



Gráfica V.17 Hundimiento Relativo de los puntos exteriores de la Línea "A" con respecto al BNS Gpe. Sur



Gráfica V.18 Hundimiento Relativo de los puntos exteriores de la Línea "A" con respecto al BNS Gpe. Sur

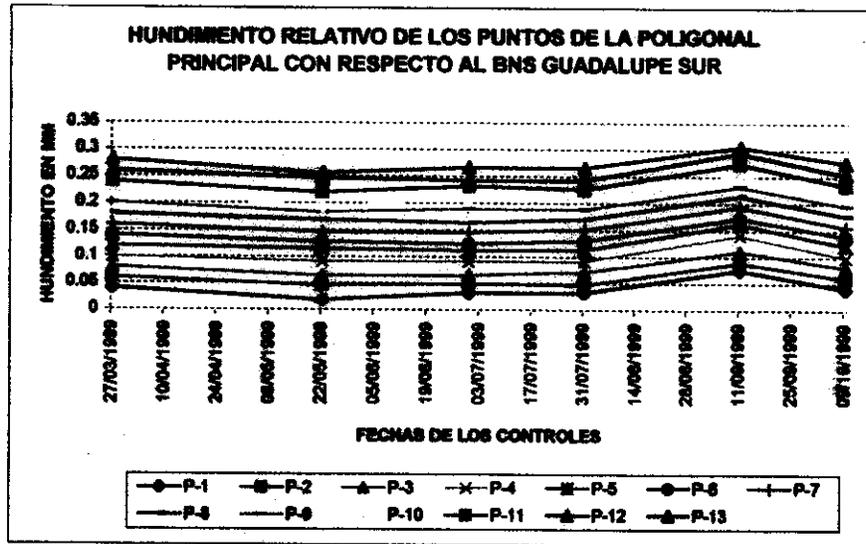


Gráfica V.19 Hundimiento Relativo de los puntos exteriores de la Línea "A" con respecto al BNS Gpe. Sur

V.1.3 Velocidad de Hundimiento Relativo de los Puntos de la Poligonal Principal con respecto al Banco de Nivel Superficial Guadalupe Sur.

En el Tema III.4 Método de Levantamiento del presente trabajo, se habló de la realización de una poligonal cerrada teniendo como finalidad primordial la de conocer la ubicación y distribución de las estructuras y tener un marco de referencia para la colocación de los puntos de control vertical. Es por ello, que cada uno de los puntos perteneciente a dicha poligonal fueron controlados verticalmente mediante nivelaciones periódicas.

La Tabla V.16 muestra la Velocidad de Hundimiento de cada uno de los puntos de la poligonal principal con respecto al Banco de Nivel Superficial Guadalupe Sur.



Gráfica V.20 Hundimiento Relativo de los puntos de la poligonal principal con respecto al BNS Gpe. Sur

V.2 Velocidades de Hundimiento Absolutas.

Como ya se había mencionado anteriormente este último capítulo se divide en dos temas principales Velocidades de Hundimiento Relativas y Velocidades de Hundimiento Absolutas. Por consiguiente en esta parte se calcularán y analizarán las Velocidades de Hundimiento Absolutas de los mismos puntos de control de los cuales se calculó su Velocidad de Hundimiento Relativo.

Para ello fue necesario primeramente valorar el hundimiento absoluto que presenta el Banco de Nivel Superficial Guadalupe Sur con respecto al Banco de Nivel Profundo del Cerro del Peñón de los Baños.

V.2.1 Velocidad Hundimiento Absoluto del Banco de Nivel Superficial Guadalupe Sur

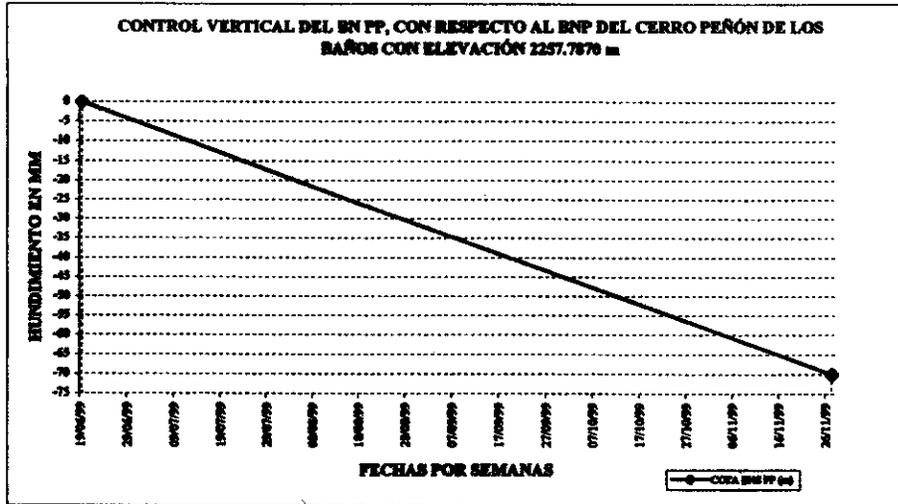
La siguiente tabla V.17 presenta las fechas de las nivelaciones realizadas desde el Cerro del Peñón hasta el Banco de Nivel Superficial Guadalupe Sur, siendo estas un total de 4. Para poder obtener el Hundimiento por día correspondiente a la última columna de la derecha se realizó la división correspondiente entre la diferencia acumulada, es decir, entre las fechas 27 de Febrero y 8 de Mayo de 1999, y 70 que es el periodo transcurrido en días entre las mismas fechas (columna 2 de izquierda a derecha). Análogamente se obtuvieron los restantes hundimientos diarios, para posteriormente calcular el promedio de los mismos y al ser multiplicados por 365 días, la duración de un año obtener la Velocidad de Hundimiento Absoluto del Banco de Nivel Superficial Guadalupe Sur con respecto al Banco de Nivel Profundo del Cerro del Peñón.

FECHA DEL CONTROL	Intervalo de tiempo (días)	Cota BMS ¹ Peñón (m)	Cota BMS ² Gpe (m)	Diferencias	Diferencia Acumulada	Hundimiento / día (m/día)
27-Feb-99	0	2287.7870	2228.2643	29.5227	0.0000	
08-May-99	70	2287.7870	2228.2013	29.5857	-0.0630	-0.0009
21-Jun-99	114	2287.7870	2228.1748	29.6122	-0.0795	-0.0007
27-Nov-99	273	2287.7870	2228.0476	29.7394	-0.2667	-0.0009
					Promedio	-0.00074

Velocidad de Hundimiento del Banco de Nivel Superficial Guadalupe Sur con respecto al Banco de Nivel Profundo del Cerro del Peñón -0.2681 m/año

Tabla V.17 Velocidad de Hundimiento del Banco de Nivel Superficial Gpe. Sur con respecto al Banco de Nivel Profundo del Cerro del Peñón.

Con los hundimientos diarios calculados para el Banco de Nivel Superficial Gpe. Sur, fue posible obtener la cota correspondiente del mismo para una fecha determinada. Este hundimiento diario para el Banco de Nivel Superficial Gpe. Sur es de vital importancia ya que las fechas de los controles de los elevaciones en estudio son diferentes y por medio de dicho calculo se valora la cota correspondiente y con ella las velocidades que se calculen a partir de las valoradas para el Banco de Nivel Superficial Gpe. Sur serán Velocidades Absolutas por encontrarse afectadas por el hundimiento que sufre este con respecto al Banco de Nivel Profundo del Cerro del Peñón.



V.2.2 Velocidad de Hundimiento Absoluto del Banco de Nivel Profundo con respecto al Banco de Nivel Profundo del Cerro del Peñón.

En los Temes IV, 2 Bancos de Nivel utilizados en el control topográfico vertical perteneciente al Capítulo IV de la presente Tesis se describen los Bancos de Nivel utilizados en el Estudio del Conjunto Paritlan, dentro de los cuales se hace mención de la instalación del Banco de Nivel Profundo cuya ubicación se muestra en la figura IV.3 perteneciente al mismo capítulo. Como las nivelaciones son sin duda un elemento primordial que ayuda a comprender el comportamiento real de las estructuras, se decidió instalar un banco de nivel profundo con el fin de contar con un punto de referencia fijo para el estudio del Conjunto Paritlan. Con dicho banco de nivel profundo se ayudaría a determinar, tanto los desplazamientos verticales que tengan lugar durante la vida útil de las diferentes estructuras, así como las velocidades de hundimiento regional de la zona.

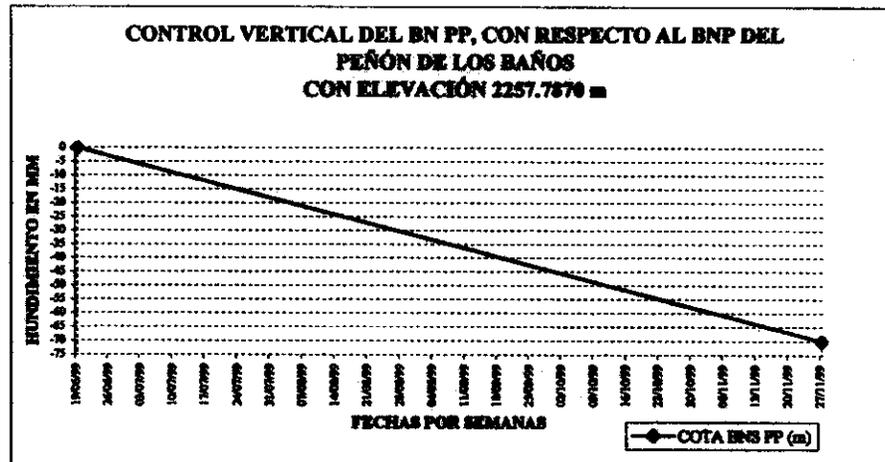
Pero, como resultado de las diferentes nivelaciones realizadas a dicho Banco de Nivel Profundo se observó el siguiente comportamiento

FECHA DEL CONTROL	Intervalo de tiempo (días)	Cota BNP Peñas (m)	Cota BN Profundo (m)	Diferencia	Diferencia Acelerada	Hundimiento / día (m/día)
19-Jun-99	0	2257.7670	2227.9107	29.8763	0.0000	
27-Nov-99	161	2257.7670	2227.6407	29.9463	-0.0700	-0.0004
Promedio						-0.0004

Velocidad de Hundimiento del Banco de Nivel Profundo con respecto al Banco de Nivel Profundo del Cerro del Peñón -0.1587 m/año

Tabla V.16 Velocidad de Hundimiento del Banco de Nivel Profundo con respecto al Banco de Nivel Profundo del Cerro del Peñón

Siendo la gráfica que a continuación se presenta el comportamiento del Banco de Nivel Profundo con respecto al Banco de Nivel Profundo del Cerro del Peñón.



Gráfica V.21 Hundimiento del Banco de Nivel Profundo con respecto al Banco de Nivel Profundo del Cerro del Peñón

V.2.2.1 Problemas surgidos por el hundimiento del Banco de Nivel Profundo.

En la descripción del método empleado para la instalación del Banco de Nivel Profundo (tema IV.2.1 del capítulo IV), se garantiza que el tubo rígido llegó a los depósitos profundos y que a partir de los 68.60 m, se realizaron ensayos de penetración estándar obteniéndose los datos que se presentaron en la tabla IV.1 en el capítulo IV.

Se asegura supuestamente que con ello el banco de nivel profundo si fue instalado en un estrato duro de los depósitos profundos y que estará libre de los desplazamientos verticales por peso propio y solo responderá a los hundimientos regionales que suceden en los estratos que lo subyacen.

Pero, debido a las diferentes nivelaciones realizadas partiendo desde el Banco de Nivel Profundo del Cerro del Peñón con cota 2257.7870 m se observó que el Banco de Nivel Profundo si presenta un hundimiento por lo que no se le puede considerar dentro de la categoría del Bancos de Nivel Profundo.

Lo anteriormente expuesto se fundamenta en el análisis de las nivelaciones realizadas, en las que se percibe dicho hundimiento, como se muestra en las graficas de resultados obtenidas a partir de dichos controles.

También en las nivelaciones que se realizaron a partir del BNS Gpe. Sur hacia los elementos del Conjunto Partillar, en las cuales se obtenía la cota del este Banco de Nivel Profundo, se observó que esta variaba con respecto a la cota de la nivelación del control inmediato anterior, es conveniente aclarar que se confiaba plenamente en los resultados arrojados de dichas nivelaciones debido al método de nivelación empleado el cual se describió en el tema I.V 4 Nivelaciones de Precisión de 2º orden.

Por consiguiente los problemas ocasionados por el hundimiento del Banco de Nivel Profundo fueron las variaciones en las cotas de los elementos en estudio a partir de la instalación de dicho Banco, haciendo con ello imprescindible la realización de nivelaciones periódicas desde el Banco de Nivel Profundo del Cerro del Peñón.

V.2.3 Velocidad de Hundimiento Absoluto de los Puntos de control de la Línea A Interiores y Exteriores.

A continuación se presentan las tablas que contienen las Velocidades de Hundimiento Absolutas de los puntos de control interiores y exteriores de la Línea "A" que a diferencia de las presentadas en el tema V.1.2 de este mismo capítulo solo se observa que las cotas del Banco de Nivel Superficial Gpe. Sur están afectadas por el hundimiento que presenta este con respecto al Banco de Nivel Profundo del Cerro del Peñón, con lo cual a dichas velocidades se le puede dar la categoría de absolutas.

FECHA DEL CONTROL	INTERVALO DE TIEMPO	COTA BNP OPE SUR	COTA 17	DEFORMACION (MM-G)	DEFORMACION DE LAS DEFORMACIONES	VELOCIDAD DE MOVIMIENTO (mm/a)	COTA 17	DEFORMACION (MM-G)	DEFORMACION DE LAS DEFORMACIONES	VELOCIDAD DE MOVIMIENTO (mm/a)
20-Mar-99	0.000	2222.270			0.000	0.000	2222.267	0.000	0.000	0.000
07-Jul-99	1.667	2222.267			0.000	0.000	2222.267	0.000	0.000	0.0173
02-Jun-99	0.500	2222.267	2222.270	0.000	0.000	0.000	2222.270	0.000	0.000	0.0183
24-Jun-99	1.500	2222.267	2222.270	0.000	0.000	0.000	2222.271	0.000	0.000	0.0203
02-Ago-99	0.750	2222.267	2222.270	0.000	0.000	0.0111	2222.268	0.000	0.000	0.0200
09-Oct-99	0.416	2222.267	2222.270	0.000	0.000	0.0111	2222.270	0.000	0.000	0.0204
										0.0200

FECHA DEL CONTROL	INTERVALO DE TIEMPO	COTA BNP OPE SUR	COTA 14	DEFORMACION (MM-G)	DEFORMACION DE LAS DEFORMACIONES	VELOCIDAD DE MOVIMIENTO (mm/a)	COTA 14	DEFORMACION (MM-G)	DEFORMACION DE LAS DEFORMACIONES	VELOCIDAD DE MOVIMIENTO (mm/a)
20-Mar-99	0.000	2222.270	2222.267	0.000	0.000	0.000	2222.267	0.000	0.000	0.000
07-Jul-99	1.667	2222.267	2222.270	0.000	0.000	0.000	2222.267	0.000	0.000	0.0187
02-Jun-99	0.500	2222.267	2222.270	0.000	0.000	0.0183	2222.270	0.000	0.000	0.0183
24-Jun-99	1.500	2222.267	2222.270	0.000	0.000	0.000	2222.271	0.000	0.000	0.0183
02-Ago-99	0.750	2222.267	2222.270	0.000	0.000	0.000	2222.267	0.000	0.000	0.0200
09-Oct-99	0.416	2222.267	2222.270	0.000	0.000	0.000	2222.268	0.000	0.000	0.0204
										0.0200

FECHA DEL CONTROL	INTERVALO DE TIEMPO	COTA BNP OPE SUR	COTA 10	DEFORMACION (MM-G)	DEFORMACION DE LAS DEFORMACIONES	VELOCIDAD DE MOVIMIENTO (mm/a)	COTA 10	DEFORMACION (MM-G)	DEFORMACION DE LAS DEFORMACIONES	VELOCIDAD DE MOVIMIENTO (mm/a)
20-Mar-99	0.000	2222.267	2222.267	0.000	0.000	0.000	2222.267	0.000	0.000	0.000
07-Jul-99	1.667	2222.267	2222.267	0.000	0.000	0.000	2222.267	0.000	0.000	0.0140
02-Jun-99	0.500	2222.267	2222.267	0.000	0.000	0.0140	2222.267	0.000	0.000	0.0140
24-Jun-99	1.500	2222.267	2222.267	0.000	0.000	0.000	2222.268	0.000	0.000	0.0187
02-Ago-99	0.750	2222.267	2222.267	0.000	0.000	0.000	2222.268	0.000	0.000	0.0200
09-Oct-99	0.416	2222.267	2222.268	0.000	0.000	0.000	2222.268	0.000	0.000	0.0200
										0.0200

FECHA DEL CONTROL	INTERVALO DE TIEMPO	COTA BNP OPE SUR	COTA 14B	DEFORMACION (MM-G)	DEFORMACION DE LAS DEFORMACIONES	VELOCIDAD DE MOVIMIENTO (mm/a)	COTA 14B	DEFORMACION (MM-G)	DEFORMACION DE LAS DEFORMACIONES	VELOCIDAD DE MOVIMIENTO (mm/a)
20-Mar-99	0.000	2222.267	2222.267	0.000	0.000	0.000	2222.267	0.000	0.000	0.000
07-Jul-99	1.667	2222.267	2222.267	0.000	0.000	0.0173	2222.267	0.000	0.000	0.0173
02-Jun-99	0.500	2222.267	2222.267	0.000	0.000	0.0183	2222.267	0.000	0.000	0.0183
24-Jun-99	1.500	2222.267	2222.267	0.000	0.000	0.000	2222.267	0.000	0.000	0.0203
02-Ago-99	0.750	2222.267	2222.267	0.000	0.000	0.0111	2222.270	0.000	0.000	0.0211
09-Oct-99	0.416	2222.267	2222.267	0.000	0.000	0.000	2222.270	0.000	0.000	0.0200
										0.0200

FECHA DEL CONTROL	INTERVALO DE TIEMPO	COTA BNP OPE SUR	COTA 14-1	DEFORMACION (MM-G)	DEFORMACION DE LAS DEFORMACIONES	VELOCIDAD DE MOVIMIENTO (mm/a)	COTA 14-1	DEFORMACION (MM-G)	DEFORMACION DE LAS DEFORMACIONES	VELOCIDAD DE MOVIMIENTO (mm/a)
20-Mar-99	0.000	2222.267	2222.267	0.000	0.000	0.000	2222.267	0.000	0.000	0.000
07-Jul-99	1.667	2222.267	2222.267	0.000	0.000	0.0173	2222.267	0.000	0.000	0.0173
02-Jun-99	0.500	2222.267	2222.267	0.000	0.000	0.0183	2222.267	0.000	0.000	0.0183
24-Jun-99	1.500	2222.267	2222.267	0.000	0.000	0.000	2222.267	0.000	0.000	0.0203
02-Ago-99	0.750	2222.267	2222.267	0.000	0.000	0.0111	2222.267	0.000	0.000	0.0211
09-Oct-99	0.416	2222.267	2222.267	0.000	0.000	0.000	2222.270	0.000	0.000	0.0200
										0.0200

FECHA DEL CONTROL	INTERVALO DE TIEMPO	COTA BNP OPE SUR	COTA 14-2	DEFORMACION (MM-G)	DEFORMACION DE LAS DEFORMACIONES	VELOCIDAD DE MOVIMIENTO (mm/a)	COTA 14-2	DEFORMACION (MM-G)	DEFORMACION DE LAS DEFORMACIONES	VELOCIDAD DE MOVIMIENTO (mm/a)
20-Mar-99	0.000	2222.270	2222.267	0.000	0.000	0.000	2222.270	0.000	0.000	0.000
07-Jul-99	1.667	2222.267	2222.267	0.000	0.000	0.000	2222.267	0.000	0.000	0.0140
02-Jun-99	0.500	2222.267	2222.267	0.000	0.000	0.0183	2222.267	0.000	0.000	0.0183
24-Jun-99	1.500	2222.267	2222.267	0.000	0.000	0.000	2222.270	0.000	0.000	0.0203
02-Ago-99	0.750	2222.267	2222.267	0.000	0.000	0.0111	2222.268	0.000	0.000	0.0211
09-Oct-99	0.416	2222.267	2222.267	0.000	0.000	0.000	2222.268	0.000	0.000	0.0200
										0.0200

Tabla V.20 Velocidad de Movimiento Absoluta de los puntos hitores de la Línea "A" con respecto al BNP del Cero del Peñón

PERIODO DEL CONTROL	INTERVALO DE TIEMPO	COTA BNP OPE 000	COTA A-00	DIFERENCIA (BNP-O-00)	DIFERENCIA DE LAS SUPERFICIES	VELOCIDAD DE MOVIMIENTO (mm/año)	COTA B-02	DIFERENCIA (BNP-B-02)	DIFERENCIA DE LAS SUPERFICIES	VELOCIDAD DE MOVIMIENTO (mm/año)
20-01-00	12.000	2222.200	2222.200	0.000	0.000		2222.200	0.000	0.000	0.000
01-01-00	12.000	2222.200	2222.200	0.000	0.000		2222.200	0.000	0.0114	0.0120
01-01-00	12.000	2222.200	2222.200	0.000	0.000		2222.200	0.0012	0.0248	0.0183
01-01-00	12.000	2222.200	2222.200	0.000	0.000		2222.200	0.0020	0.0220	
01-01-00	12.000	2222.200	2222.200	0.000	0.000	0.0014	2222.200	0.0014	0.0277	0.0208
01-01-00	0.000	2222.200	2222.200	0.000	0.000	0.0022	2222.200	0.0022	0.0272	0.0231
					Promedio	0.0023			Promedio	0.0204

Tabla V.21 Velocidad de Movimiento Absoluta de los puntos interiores de la Línea "A" con respecto al BNP del Cerro del Peñón

PUNTO DEL CONTROL	INTERVALO DE TIEMPO	COTA DEL PUNTO DEL BNP	COTA AP-1	DIFERENCIA (mm) AP-1	DIFERENCIA DE LAS REFERENCIAS	VELOCIDAD DE HUNDIMIENTO (mm/año)	COTA AP-2	DIFERENCIA (mm) AP-2	DIFERENCIA DE LAS REFERENCIAS	VELOCIDAD DE HUNDIMIENTO (mm/año)
2003-03	0.000	2228.2278	2228.2280	-0.0002	0.0000	0.0000	2228.2230	-0.0048	0.0000	0.0000
03-04-03	0.000	2228.2280	2228.2280	-0.0000	0.0000	0.0000	2228.2285	-0.0005	0.0000	0.0000
12-04-03	0.000	2228.2281	2228.2280	-0.0001	0.0000	0.0000	2228.2287	-0.0006	0.0000	0.0000
03-05-03	0.000	2228.2282	2228.2281	-0.0001	0.0000	0.0023	2228.2237	-0.0045	0.0000	0.0101
03-06-03	0.000	2228.2283	2228.2282	-0.0001	0.0000	0.0021	2228.2238	-0.0045	0.0001	0.0020
						0.0000			PROMEDIO	0.0149
2003-03	0.000	2228.2284	2228.2284	-0.0000	0.0000	0.0000	2228.2285	-0.0001	0.0000	0.0000
03-04-03	0.000	2228.2285	2228.2285	-0.0000	0.0000	0.0000	2228.2290	-0.0005	0.0000	0.0000
12-04-03	0.000	2228.2286	2228.2285	-0.0001	0.0000	0.0000	2228.2297	-0.0011	0.0000	0.0000
03-05-03	0.000	2228.2287	2228.2286	-0.0001	0.0000	0.0000	2228.2300	-0.0013	0.0000	0.0000
03-06-03	0.000	2228.2288	2228.2287	-0.0001	0.0000	0.0000	2228.2303	-0.0015	0.0000	0.0000
						0.0000			PROMEDIO	0.0000
2003-03	0.000	2228.2289	2228.2289	-0.0000	0.0000	0.0000	2228.2290	-0.0001	0.0000	0.0000
03-04-03	0.000	2228.2290	2228.2290	-0.0000	0.0000	0.0000	2228.2295	-0.0005	0.0000	0.0000
12-04-03	0.000	2228.2291	2228.2290	-0.0001	0.0000	0.0000	2228.2302	-0.0011	0.0000	0.0000
03-05-03	0.000	2228.2292	2228.2291	-0.0001	0.0000	0.0000	2228.2305	-0.0013	0.0000	0.0000
03-06-03	0.000	2228.2293	2228.2292	-0.0001	0.0000	0.0000	2228.2308	-0.0015	0.0000	0.0000
						0.0000			PROMEDIO	0.0000
2003-03	0.000	2228.2294	2228.2294	-0.0000	0.0000	0.0000	2228.2295	-0.0001	0.0000	0.0000
03-04-03	0.000	2228.2295	2228.2295	-0.0000	0.0000	0.0000	2228.2300	-0.0005	0.0000	0.0000
12-04-03	0.000	2228.2296	2228.2295	-0.0001	0.0000	0.0000	2228.2307	-0.0011	0.0000	0.0000
03-05-03	0.000	2228.2297	2228.2296	-0.0001	0.0000	0.0000	2228.2310	-0.0013	0.0000	0.0000
03-06-03	0.000	2228.2298	2228.2297	-0.0001	0.0000	0.0000	2228.2313	-0.0015	0.0000	0.0000
						0.0000			PROMEDIO	0.0000
2003-03	0.000	2228.2299	2228.2299	-0.0000	0.0000	0.0000	2228.2300	-0.0001	0.0000	0.0000
03-04-03	0.000	2228.2300	2228.2300	-0.0000	0.0000	0.0000	2228.2305	-0.0005	0.0000	0.0000
12-04-03	0.000	2228.2301	2228.2300	-0.0001	0.0000	0.0000	2228.2312	-0.0011	0.0000	0.0000
03-05-03	0.000	2228.2302	2228.2301	-0.0001	0.0000	0.0000	2228.2315	-0.0013	0.0000	0.0000
03-06-03	0.000	2228.2303	2228.2302	-0.0001	0.0000	0.0000	2228.2318	-0.0015	0.0000	0.0000
						0.0000			PROMEDIO	0.0000
2003-03	0.000	2228.2304	2228.2304	-0.0000	0.0000	0.0000	2228.2305	-0.0001	0.0000	0.0000
03-04-03	0.000	2228.2305	2228.2305	-0.0000	0.0000	0.0000	2228.2310	-0.0005	0.0000	0.0000
12-04-03	0.000	2228.2306	2228.2305	-0.0001	0.0000	0.0000	2228.2317	-0.0011	0.0000	0.0000
03-05-03	0.000	2228.2307	2228.2306	-0.0001	0.0000	0.0000	2228.2320	-0.0013	0.0000	0.0000
03-06-03	0.000	2228.2308	2228.2307	-0.0001	0.0000	0.0000	2228.2323	-0.0015	0.0000	0.0000
						0.0000			PROMEDIO	0.0000
2003-03	0.000	2228.2309	2228.2309	-0.0000	0.0000	0.0000	2228.2310	-0.0001	0.0000	0.0000
03-04-03	0.000	2228.2310	2228.2310	-0.0000	0.0000	0.0000	2228.2315	-0.0005	0.0000	0.0000
12-04-03	0.000	2228.2311	2228.2310	-0.0001	0.0000	0.0000	2228.2322	-0.0011	0.0000	0.0000
03-05-03	0.000	2228.2312	2228.2311	-0.0001	0.0000	0.0000	2228.2325	-0.0013	0.0000	0.0000
03-06-03	0.000	2228.2313	2228.2312	-0.0001	0.0000	0.0000	2228.2328	-0.0015	0.0000	0.0000
						0.0000			PROMEDIO	0.0000
2003-03	0.000	2228.2314	2228.2314	-0.0000	0.0000	0.0000	2228.2315	-0.0001	0.0000	0.0000
03-04-03	0.000	2228.2315	2228.2315	-0.0000	0.0000	0.0000	2228.2320	-0.0005	0.0000	0.0000
12-04-03	0.000	2228.2316	2228.2315	-0.0001	0.0000	0.0000	2228.2327	-0.0011	0.0000	0.0000
03-05-03	0.000	2228.2317	2228.2316	-0.0001	0.0000	0.0000	2228.2330	-0.0013	0.0000	0.0000
03-06-03	0.000	2228.2318	2228.2317	-0.0001	0.0000	0.0000	2228.2333	-0.0015	0.0000	0.0000
						0.0000			PROMEDIO	0.0000
2003-03	0.000	2228.2319	2228.2319	-0.0000	0.0000	0.0000	2228.2320	-0.0001	0.0000	0.0000
03-04-03	0.000	2228.2320	2228.2320	-0.0000	0.0000	0.0000	2228.2325	-0.0005	0.0000	0.0000
12-04-03	0.000	2228.2321	2228.2320	-0.0001	0.0000	0.0000	2228.2332	-0.0011	0.0000	0.0000
03-05-03	0.000	2228.2322	2228.2321	-0.0001	0.0000	0.0000	2228.2335	-0.0013	0.0000	0.0000
03-06-03	0.000	2228.2323	2228.2322	-0.0001	0.0000	0.0000	2228.2338	-0.0015	0.0000	0.0000
						0.0000			PROMEDIO	0.0000

Tabla V.22 Velocidad de Hundimiento Absoluta de los puntos exteriores de la Línea "A" con respecto al BNP del Cerro del Peñón

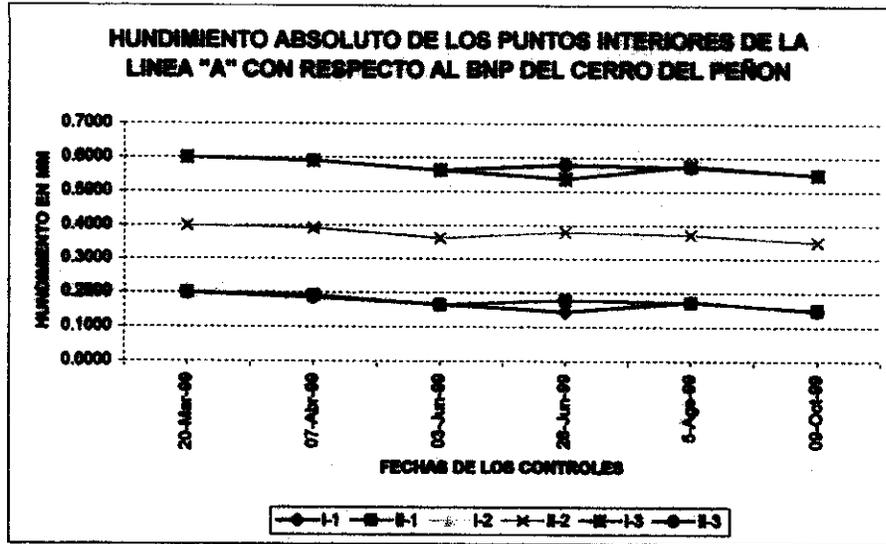
PERFIL DEL CONTROL	INTERVALO DE TIEMPO	COTA BNP QUE DEBE	COTA AP-4	DIFERENCIA (BNP-AP-4)	DIFERENCIAS DE LAS DIFERENCIAS	VELOCIDAD DE HUNDIMIENTO (mm/año)	COTA OP-4	DIFERENCIA (BNP-OP-4)	DIFERENCIAS DE LAS DIFERENCIAS	VELOCIDAD DE HUNDIMIENTO (mm/año)
24-Mar-02	0.000	2228.2375	2228.2670	-0.3295	0.0000	0.0000	2228.2575	-0.3200	0.0000	0.0000
05-Ago-02	0.000	2228.1900	2228.2654	-0.3654	0.0430		2228.2600	-0.3671	0.0371	0.0042
17-Dic-02	0.000	2228.1724	2228.2600	-0.3876	0.0027		2228.2600	-0.3876	0.0000	0.0000
02-Ago-03	0.000	2228.1392	2228.2627	-0.4235	0.0357	0.0220	2228.2600	-0.4194	0.0394	0.0013
02-Oct-03	0.000	2228.0900	2228.2600	-0.4700	0.0500	0.0500	2228.2600	-0.4900	0.0200	0.0020
24-Mar-02	0.000	2228.2375	2228.2670	-0.3295	0.0000	0.0000	2228.2475	-0.3300	0.0000	0.0000
05-Ago-02	0.000	2228.1900	2228.2640	-0.3640	0.0265		2228.2400	-0.3544	0.0094	0.0041
17-Dic-02	0.000	2228.1724	2228.2600	-0.3876	0.0000		2228.2400	-0.3776	0.0076	0.0031
02-Ago-03	0.000	2228.1392	2228.2600	-0.4208	0.0208	0.0242	2228.2400	-0.4008	0.0192	0.0020
02-Oct-03	0.000	2228.0900	2228.2600	-0.4700	0.0800	0.0558	2228.2400	-0.4800	0.0400	0.0070
24-Mar-02	0.000	2228.2375	2228.2670	-0.3295	0.0000	0.0000	2228.2375	-0.3295	0.0000	0.0000
05-Ago-02	0.000	2228.1900	2228.2640	-0.3640	0.0265		2228.2375	-0.3475	0.0165	0.0031
17-Dic-02	0.000	2228.1724	2228.2600	-0.3876	0.0000		2228.2375	-0.3951	0.0076	0.0017
02-Ago-03	0.000	2228.1392	2228.2600	-0.4208	0.0208	0.0220	2228.2375	-0.4183	0.0187	0.0010
02-Oct-03	0.000	2228.0900	2228.2600	-0.4700	0.0800	0.0558	2228.2375	-0.4975	0.0275	0.0020
24-Mar-02	0.000	2228.2375	2228.2670	-0.3295	0.0000	0.0000	2228.2375	-0.3295	0.0000	0.0000
05-Ago-02	0.000	2228.1900	2228.2640	-0.3640	0.0265		2228.2375	-0.3475	0.0165	0.0031
17-Dic-02	0.000	2228.1724	2228.2600	-0.3876	0.0000		2228.2375	-0.3951	0.0076	0.0017
02-Ago-03	0.000	2228.1392	2228.2600	-0.4208	0.0208	0.0220	2228.2375	-0.4183	0.0187	0.0010
02-Oct-03	0.000	2228.0900	2228.2600	-0.4700	0.0800	0.0558	2228.2375	-0.4975	0.0275	0.0020
24-Mar-02	0.000	2228.2375	2228.2670	-0.3295	0.0000	0.0000	2228.2375	-0.3295	0.0000	0.0000
05-Ago-02	0.000	2228.1900	2228.2640	-0.3640	0.0265		2228.2375	-0.3475	0.0165	0.0031
17-Dic-02	0.000	2228.1724	2228.2600	-0.3876	0.0000		2228.2375	-0.3951	0.0076	0.0017
02-Ago-03	0.000	2228.1392	2228.2600	-0.4208	0.0208	0.0220	2228.2375	-0.4183	0.0187	0.0010
02-Oct-03	0.000	2228.0900	2228.2600	-0.4700	0.0800	0.0558	2228.2375	-0.4975	0.0275	0.0020
24-Mar-02	0.000	2228.2375	2228.2670	-0.3295	0.0000	0.0000	2228.2375	-0.3295	0.0000	0.0000
05-Ago-02	0.000	2228.1900	2228.2640	-0.3640	0.0265		2228.2375	-0.3475	0.0165	0.0031
17-Dic-02	0.000	2228.1724	2228.2600	-0.3876	0.0000		2228.2375	-0.3951	0.0076	0.0017
02-Ago-03	0.000	2228.1392	2228.2600	-0.4208	0.0208	0.0220	2228.2375	-0.4183	0.0187	0.0010
02-Oct-03	0.000	2228.0900	2228.2600	-0.4700	0.0800	0.0558	2228.2375	-0.4975	0.0275	0.0020
24-Mar-02	0.000	2228.2375	2228.2670	-0.3295	0.0000	0.0000	2228.2375	-0.3295	0.0000	0.0000
05-Ago-02	0.000	2228.1900	2228.2640	-0.3640	0.0265		2228.2375	-0.3475	0.0165	0.0031
17-Dic-02	0.000	2228.1724	2228.2600	-0.3876	0.0000		2228.2375	-0.3951	0.0076	0.0017
02-Ago-03	0.000	2228.1392	2228.2600	-0.4208	0.0208	0.0220	2228.2375	-0.4183	0.0187	0.0010
02-Oct-03	0.000	2228.0900	2228.2600	-0.4700	0.0800	0.0558	2228.2375	-0.4975	0.0275	0.0020

Tabla V.23 Velocidad de Hundimiento Absoluta de los puntos exteriores de la Línea "A" con respecto al BNP del Cerro del Peñón

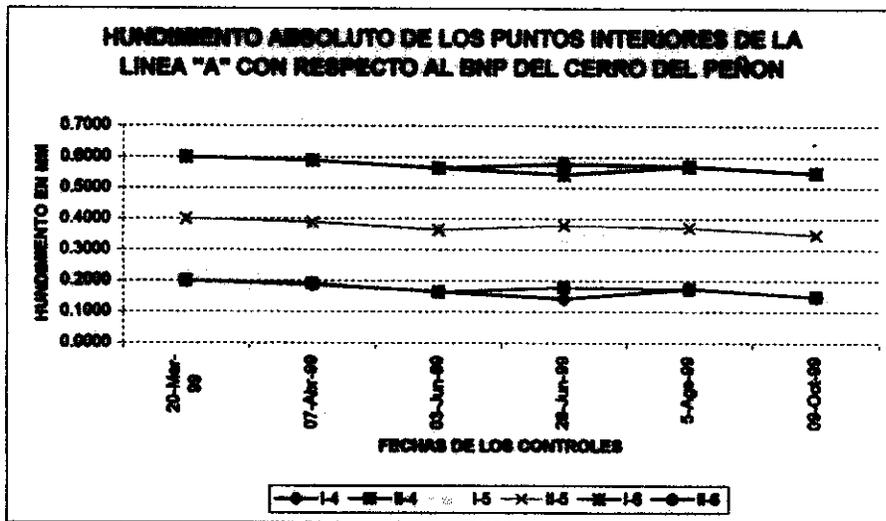
FORMA DEL ESTACION	INTERVALO DE TIEMPO	COTA DEL GPS SUR	COTA AP-10	DIFERENCIA GPS- AP-10	DIFERENCIA DE LAS ESTACIONES	VELOCIDAD DE MOVIMIENTO ANUAL	COTA GP-10	DIFERENCIA GPS- GP-10	DIFERENCIA DE LAS ESTACIONES	VELOCIDAD DE MOVIMIENTO ANUAL
23.10-10	0.000	2281.257	2281.257	0.000	0.000	0.000	2281.257	-0.000	0.000	0.000
02.10-10	0.000	2281.257	2281.257	0.000	0.000	0.000	2281.257	-0.000	0.000	0.000
11.10-10	0.000	2281.257	2281.257	0.000	0.000	0.000	2281.257	-0.000	0.000	0.000
20.10-10	0.000	2281.257	2281.257	0.000	0.000	0.000	2281.257	-0.000	0.000	0.000
01.00-10	0.000	2281.257	2281.257	0.000	0.000	0.000	2281.257	-0.000	0.000	0.000
10.00-10	0.000	2281.257	2281.257	0.000	0.000	0.000	2281.257	-0.000	0.000	0.000
19.00-10	0.000	2281.257	2281.257	0.000	0.000	0.000	2281.257	-0.000	0.000	0.000
08.00-10	0.000	2281.257	2281.257	0.000	0.000	0.000	2281.257	-0.000	0.000	0.000
17.00-10	0.000	2281.257	2281.257	0.000	0.000	0.000	2281.257	-0.000	0.000	0.000
06.00-10	0.000	2281.257	2281.257	0.000	0.000	0.000	2281.257	-0.000	0.000	0.000
15.00-10	0.000	2281.257	2281.257	0.000	0.000	0.000	2281.257	-0.000	0.000	0.000
04.00-10	0.000	2281.257	2281.257	0.000	0.000	0.000	2281.257	-0.000	0.000	0.000
13.00-10	0.000	2281.257	2281.257	0.000	0.000	0.000	2281.257	-0.000	0.000	0.000
02.00-10	0.000	2281.257	2281.257	0.000	0.000	0.000	2281.257	-0.000	0.000	0.000
11.00-10	0.000	2281.257	2281.257	0.000	0.000	0.000	2281.257	-0.000	0.000	0.000
00.00-10	0.000	2281.257	2281.257	0.000	0.000	0.000	2281.257	-0.000	0.000	0.000
23.00-10	0.000	2281.257	2281.257	0.000	0.000	0.000	2281.257	-0.000	0.000	0.000
22.00-10	0.000	2281.257	2281.257	0.000	0.000	0.000	2281.257	-0.000	0.000	0.000
21.00-10	0.000	2281.257	2281.257	0.000	0.000	0.000	2281.257	-0.000	0.000	0.000
20.00-10	0.000	2281.257	2281.257	0.000	0.000	0.000	2281.257	-0.000	0.000	0.000
19.00-10	0.000	2281.257	2281.257	0.000	0.000	0.000	2281.257	-0.000	0.000	0.000
18.00-10	0.000	2281.257	2281.257	0.000	0.000	0.000	2281.257	-0.000	0.000	0.000
17.00-10	0.000	2281.257	2281.257	0.000	0.000	0.000	2281.257	-0.000	0.000	0.000
16.00-10	0.000	2281.257	2281.257	0.000	0.000	0.000	2281.257	-0.000	0.000	0.000
15.00-10	0.000	2281.257	2281.257	0.000	0.000	0.000	2281.257	-0.000	0.000	0.000
14.00-10	0.000	2281.257	2281.257	0.000	0.000	0.000	2281.257	-0.000	0.000	0.000
13.00-10	0.000	2281.257	2281.257	0.000	0.000	0.000	2281.257	-0.000	0.000	0.000
12.00-10	0.000	2281.257	2281.257	0.000	0.000	0.000	2281.257	-0.000	0.000	0.000
11.00-10	0.000	2281.257	2281.257	0.000	0.000	0.000	2281.257	-0.000	0.000	0.000
10.00-10	0.000	2281.257	2281.257	0.000	0.000	0.000	2281.257	-0.000	0.000	0.000
09.00-10	0.000	2281.257	2281.257	0.000	0.000	0.000	2281.257	-0.000	0.000	0.000
08.00-10	0.000	2281.257	2281.257	0.000	0.000	0.000	2281.257	-0.000	0.000	0.000
07.00-10	0.000	2281.257	2281.257	0.000	0.000	0.000	2281.257	-0.000	0.000	0.000
06.00-10	0.000	2281.257	2281.257	0.000	0.000	0.000	2281.257	-0.000	0.000	0.000
05.00-10	0.000	2281.257	2281.257	0.000	0.000	0.000	2281.257	-0.000	0.000	0.000
04.00-10	0.000	2281.257	2281.257	0.000	0.000	0.000	2281.257	-0.000	0.000	0.000
03.00-10	0.000	2281.257	2281.257	0.000	0.000	0.000	2281.257	-0.000	0.000	0.000
02.00-10	0.000	2281.257	2281.257	0.000	0.000	0.000	2281.257	-0.000	0.000	0.000
01.00-10	0.000	2281.257	2281.257	0.000	0.000	0.000	2281.257	-0.000	0.000	0.000
00.00-10	0.000	2281.257	2281.257	0.000	0.000	0.000	2281.257	-0.000	0.000	0.000

Tabla V.24 Velocidad de Movimiento Anual de las partes estacion de la Línea "A" con respecto al BNP del Cerro del Peñón

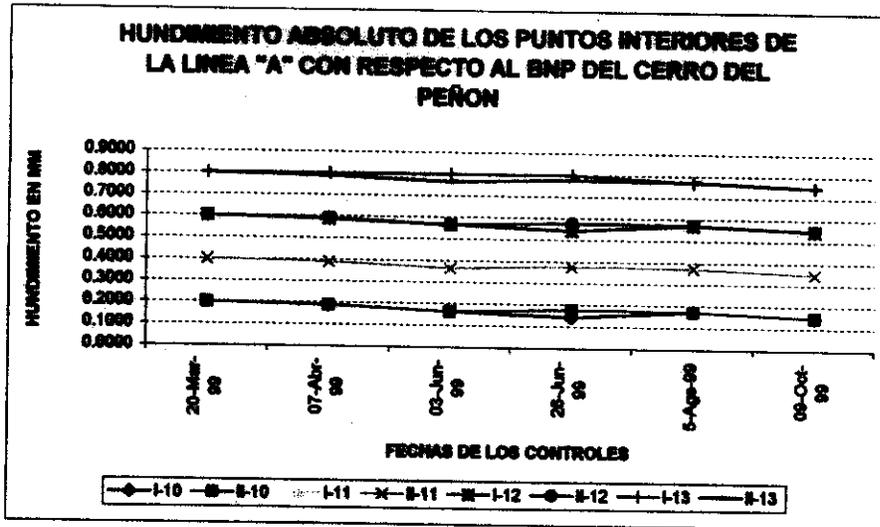
Siendo sus graficas correspondientes las que a continuación se presentan



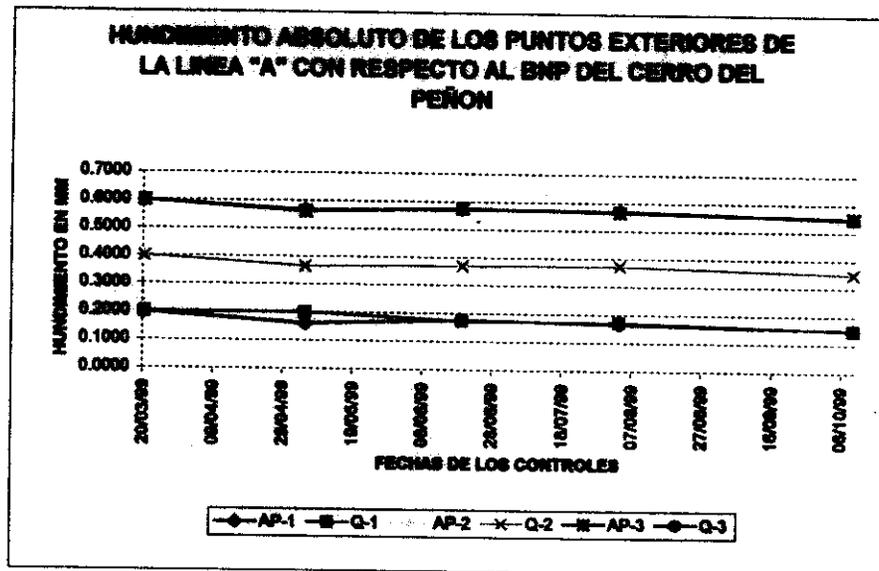
Grafica V.22 Hundimiento Absoluto de los puntos interiores de la Línea "A" con respecto al BNP del Cerro del Peñón



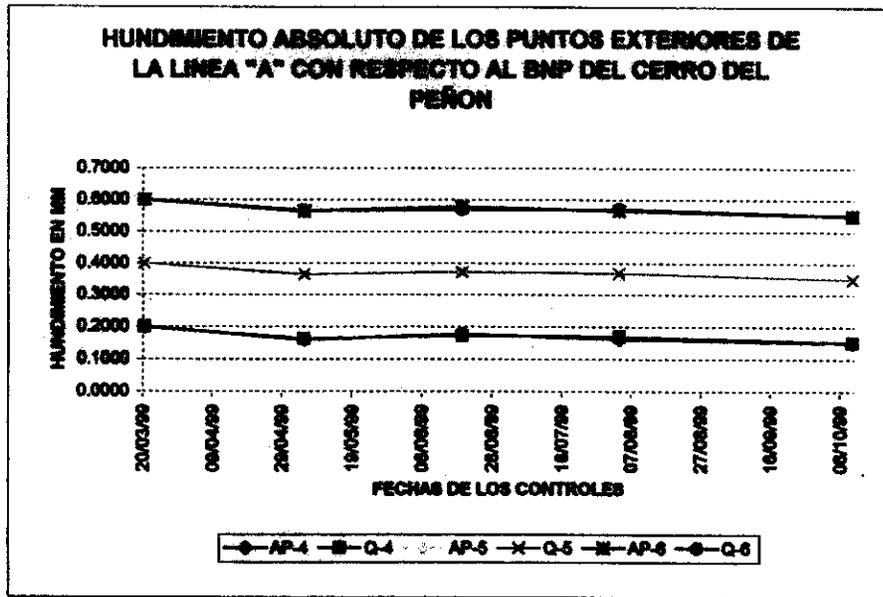
Grafica V.23 Hundimiento Absoluto de los puntos interiores de la Línea "A" con respecto al BNP del Cerro del Peñón



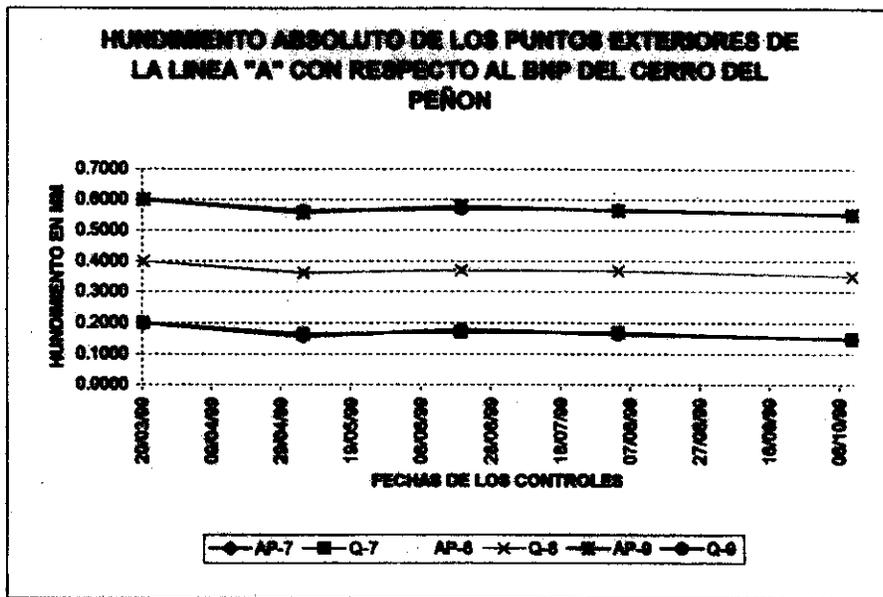
Grafica V.24 Hundimiento Absoluto de los puntos interiores de la Línea "A" con respecto al BNP del Cerro del Peñón



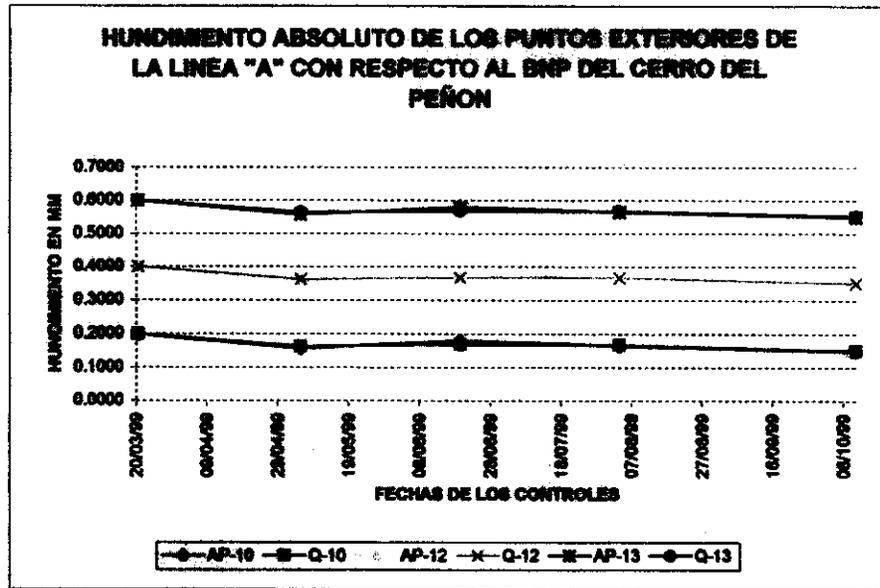
Grafica V.25 Hundimiento Absoluto de los puntos exteriores de la Línea "A" con respecto al BNP del Cerro del Peñón



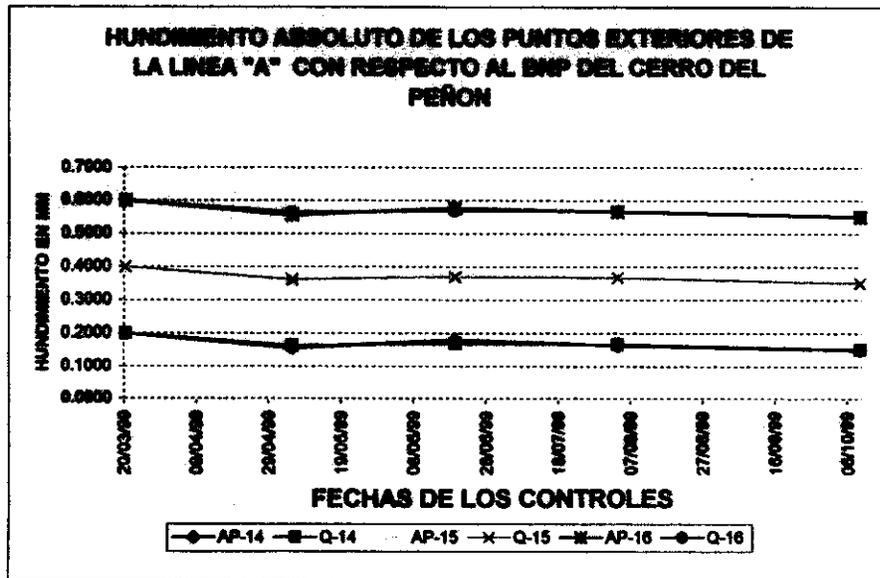
Grafica V.26 Hundimiento Absoluto de los puntos exteriores de la Línea "A" con respecto al BNP del Cerro del Peñón



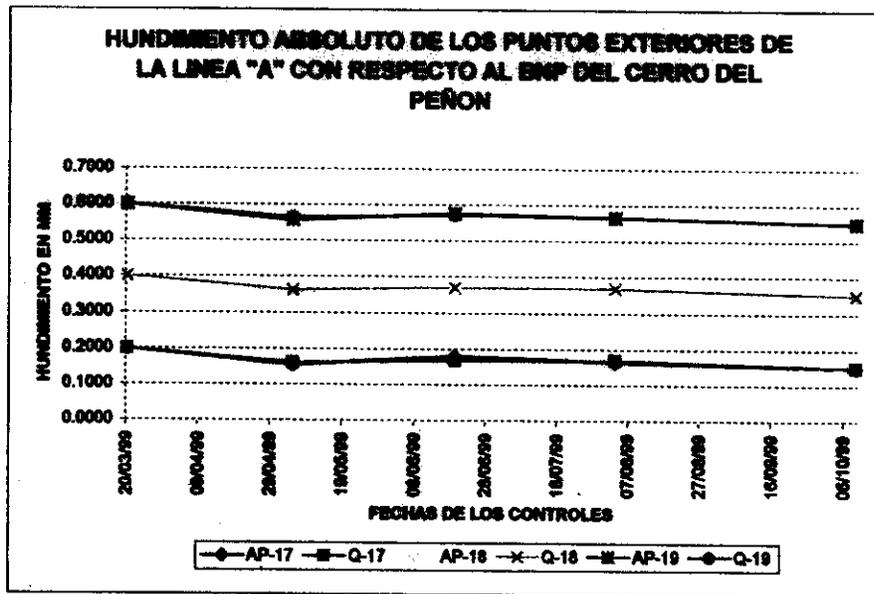
Grafica V.27 Hundimiento Absoluto de los puntos exteriores de la Línea "A" con respecto al BNP del Cerro del Peñón



Grafica V.28 Hundimiento Absoluto de los puntos exteriores de la Línea "A" con respecto al BNP del Cerro del Peñón



Grafica V.29 Hundimiento Absoluto de los puntos exteriores de la Línea "A" con respecto al BNP del Cerro del Peñón



Grafica V.30 Hundimiento Absoluto de los puntos exteriores de la Línea "A" con respecto al BNP del Cerro del Peñón

V.2.4 Velocidad de Hundimiento Absoluto de los Puntos de la Poligonal Principal.

La Tabla V.25 muestra la Velocidad de Hundimiento Absoluto de cada uno de los puntos de la poligonal principal con respecto al Banco de Nivel Profundo del Cerro del Peñón.

CAPITULO V

ANÁLISIS Y RESULTADOS

FECHA DEL CONTROL	INTERVALO DE TIEMPO	COTA DEL GPS SUR	PUNTO 1	DIFERENCIAS (MM -PG)	DIFERENCIAS DE LAS DIFERENCIAS	VELOCIDAD DE MOVIMIENTO (mm/seg)	PUNTO 2	DIFERENCIAS (MM -PG)	DIFERENCIAS DE LAS DIFERENCIAS	VELOCIDAD DE MOVIMIENTO (mm/seg)
17-Mar-09	0.000	2228.2270	2228.2280	-0.000	0.000	0.000	2227.7002	0.000	0.000	0.000
20-Mar-09	0.007	2228.2270	2228.2280	-0.000	0.000	0.000	2227.7004	0.000	0.000	0.0141
26-Mar-09	0.702	2228.1070	2228.2282	-1.120	0.000	0.018	2227.7770	0.207	0.0138	0.0100
31-Mar-09	0.007	2228.1400	2228.2282	-0.080	0.010	0.010	2227.7041	0.207	0.0144	0.0110
11-Ago-09	0.743	2228.1400	2228.2287	-0.080	0.007	0.000	2227.7037	0.207	0.002	0.002
09-Oct-09	1.074	2228.0000	2228.2287	-0.220	0.000	0.000	2227.7031	0.207	0.010	0.004

FECHA DEL CONTROL	INTERVALO DE TIEMPO	COTA DEL GPS SUR	PUNTO 3	DIFERENCIAS (MM -PG)	DIFERENCIAS DE LAS DIFERENCIAS	VELOCIDAD DE MOVIMIENTO (mm/seg)	PUNTO 4	DIFERENCIAS (MM -PG)	DIFERENCIAS DE LAS DIFERENCIAS	VELOCIDAD DE MOVIMIENTO (mm/seg)
17-Mar-09	0.000	2228.2270	2228.4000	-0.000	0.000	0.000	2228.0700	-0.000	0.000	0.000
20-Mar-09	0.007	2228.2270	2228.4000	-0.000	0.007	0.010	2228.0004	-0.000	0.013	0.0100
26-Mar-09	0.702	2228.2270	2228.4000	-0.000	0.000	0.000	2228.2074	-0.000	0.010	0.0110
31-Mar-09	0.007	2228.2270	2228.4000	-0.000	0.010	0.010	2228.2000	-0.000	0.005	0.010
11-Ago-09	0.743	2228.1000	2228.4000	-0.300	0.000	0.000	2228.2000	-0.000	0.007	0.007
09-Oct-09	1.074	2228.0000	2228.4000	-0.400	0.000	0.000	2228.2000	-0.000	0.002	0.002

FECHA DEL CONTROL	INTERVALO DE TIEMPO	COTA DEL GPS SUR	PUNTO 5	DIFERENCIAS (MM -PG)	DIFERENCIAS DE LAS DIFERENCIAS	VELOCIDAD DE MOVIMIENTO (mm/seg)	PUNTO 6	DIFERENCIAS (MM -PG)	DIFERENCIAS DE LAS DIFERENCIAS	VELOCIDAD DE MOVIMIENTO (mm/seg)
17-Mar-09	0.000	2228.2270	2228.5700	-0.000	0.000	0.000	2228.2000	-0.000	0.000	0.000
20-Mar-09	0.007	2228.2270	2228.5700	-0.000	0.000	0.000	2228.2000	-0.000	0.007	0.010
26-Mar-09	0.702	2228.2270	2228.5700	-0.000	0.010	0.010	2228.2000	-0.000	0.005	0.005
31-Mar-09	0.007	2228.1400	2228.5700	-0.070	0.010	0.010	2228.2000	-0.000	0.010	0.010
11-Ago-09	0.743	2228.1000	2228.5700	-0.070	0.000	0.000	2228.2000	-0.000	0.007	0.007
09-Oct-09	1.074	2228.0000	2228.5700	-0.070	0.000	0.000	2228.2000	-0.000	0.002	0.002

FECHA DEL CONTROL	INTERVALO DE TIEMPO	COTA DEL GPS SUR	PUNTO 7	DIFERENCIAS (MM -PG)	DIFERENCIAS DE LAS DIFERENCIAS	VELOCIDAD DE MOVIMIENTO (mm/seg)	PUNTO 8	DIFERENCIAS (MM -PG)	DIFERENCIAS DE LAS DIFERENCIAS	VELOCIDAD DE MOVIMIENTO (mm/seg)
17-Mar-09	0.000	2228.2270	2228.7000	-0.000	0.000	0.000	2228.2000	-0.000	0.000	0.000
20-Mar-09	0.007	2228.2270	2228.7000	-0.000	0.007	0.010	2228.2000	-0.000	0.005	0.010
26-Mar-09	0.702	2228.2270	2228.7000	-0.000	0.000	0.000	2228.2000	-0.000	0.005	0.007
31-Mar-09	0.007	2228.1400	2228.7000	-0.060	0.010	0.010	2228.2000	-0.000	0.010	0.010
11-Ago-09	0.743	2228.1000	2228.7000	-0.060	0.000	0.000	2228.2000	-0.000	0.002	0.002
09-Oct-09	1.074	2228.0000	2228.7000	-0.060	0.000	0.000	2228.2000	-0.000	0.002	0.002

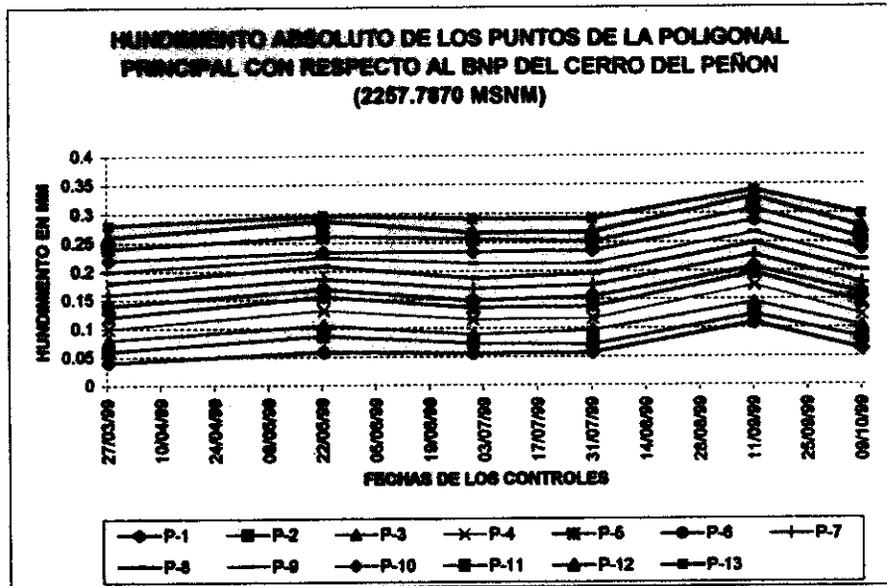
FECHA DEL CONTROL	INTERVALO DE TIEMPO	COTA DEL GPS SUR	PUNTO 9	DIFERENCIAS (MM -PG)	DIFERENCIAS DE LAS DIFERENCIAS	VELOCIDAD DE MOVIMIENTO (mm/seg)	PUNTO 10	DIFERENCIAS (MM -PG)	DIFERENCIAS DE LAS DIFERENCIAS	VELOCIDAD DE MOVIMIENTO (mm/seg)
17-Mar-09	0.000	2228.2270	2228.8000	-0.000	0.000	0.000	2228.2000	-0.000	0.000	0.000
20-Mar-09	0.007	2228.2270	2228.8000	-0.000	0.000	0.000	2228.2000	-0.000	0.007	0.007
26-Mar-09	0.702	2228.2270	2228.8000	-0.000	0.000	0.000	2228.2000	-0.000	0.010	0.010
31-Mar-09	0.007	2228.1400	2228.8000	-0.060	0.010	0.010	2228.2000	-0.000	0.010	0.010
11-Ago-09	0.743	2228.1000	2228.8000	-0.060	0.000	0.000	2228.2000	-0.000	0.007	0.007
09-Oct-09	1.074	2228.0000	2228.8000	-0.060	0.000	0.000	2228.2000	-0.000	0.002	0.002

FECHA DEL CONTROL	INTERVALO DE TIEMPO	COTA DEL GPS SUR	PUNTO 11	DIFERENCIAS (MM -PG)	DIFERENCIAS DE LAS DIFERENCIAS	VELOCIDAD DE MOVIMIENTO (mm/seg)	PUNTO 12	DIFERENCIAS (MM -PG)	DIFERENCIAS DE LAS DIFERENCIAS	VELOCIDAD DE MOVIMIENTO (mm/seg)
17-Mar-09	0.000	2228.2270	2229.1000	-0.000	0.000	0.000	2228.2000	-0.000	0.000	0.000
20-Mar-09	0.007	2228.2270	2229.1000	-0.000	0.000	0.000	2228.2000	-0.000	0.007	0.010
26-Mar-09	0.702	2228.2270	2229.1000	-0.000	0.000	0.000	2228.2000	-0.000	0.005	0.005
31-Mar-09	0.007	2228.1400	2229.1000	-0.060	0.010	0.010	2228.2000	-0.000	0.010	0.010
11-Ago-09	0.743	2228.1000	2229.1000	-0.060	0.000	0.000	2228.2000	-0.000	0.007	0.007
09-Oct-09	1.074	2228.0000	2229.1000	-0.060	0.000	0.000	2228.2000	-0.000	0.002	0.002

FECHA DEL CONTROL	INTERVALO DE TIEMPO	COTA DEL GPS SUR	PUNTO 13	DIFERENCIAS (MM -PG)	DIFERENCIAS DE LAS DIFERENCIAS	VELOCIDAD DE MOVIMIENTO (mm/seg)
17-Mar-09	0.000	2228.2270	2229.1000	-0.000	0.000	0.000
20-Mar-09	0.007	2228.2270	2229.1000	-0.000	0.000	0.000
26-Mar-09	0.702	2228.2270	2229.1000	-0.000	0.000	0.000
31-Mar-09	0.007	2228.1400	2229.1000	-0.060	0.010	0.010
11-Ago-09	0.743	2228.1000	2229.1000	-0.060	0.000	0.000
09-Oct-09	1.074	2228.0000	2229.1000	-0.060	0.000	0.000

Tabla V.25 Velocidad de Movimiento Absoluta de los puntos de la poligonal principal con respecto al BNP del Cerro del Peñón

Y su grafica correspondiente es la siguiente:



CONCLUSIONES

**CONTROL TOPOGRÁFICO DE LA ESTACIÓN PANTITLÁN
PERTENECIENTE AL SISTEMA DE TRANSPORTE
COLECTIVO METRO**

CONCLUSIONES

En la zona donde fue construido el Conjunto Pantitlan se localizaba un resuridero, además de que esta zona pertenecía al lago de Texcoco, la desmedida explotación de los mantos acuíferos, los estratos de arcilla que presentan una baja resistencia al esfuerzo cortante y un grado de compresibilidad considerable debido en parte a los altos contenidos de agua, provocaron hundimientos del terreno que se han extendido en todas direcciones y han producido depresiones considerables sufriendo las estructuras de todo el Conjunto Pantitlan hundimientos derivados de su propio peso aunado a los del hundimiento regional.

Por consiguiente, la realización de las nivelaciones y el método empleado en las mismas, capítulo IV del presente trabajo, y sin dejar de mencionar el Levantamiento Planimétrico, fueron entonces la herramienta primordial para el análisis y resultados de los elementos estructurales de la línea "A" y de todo el Conjunto Pantitlan.

Con base en el análisis y resultados de las nivelaciones hechas en la estación terminal Línea "A" del Conjunto Pantitlan, se concluye que la Velocidad de Hundimiento Absoluto de la Línea "A" con respecto a el Banco de Nivel Profundo del Cerro del Peñón es 0.2310 metros por mes. Aunque esta Velocidad de Hundimiento no es conveniente establecerla debido a la variedad de Velocidades de Hundimiento en todo el Conjunto es práctico conocerla así como también la de las de mas Líneas.

Los principales daños ocasionados por este Hundimiento de la Línea "A" se ven reflejados en la estructura de la Línea "B", en la cual, a partir de la construcción del cajón de cimentación de la Línea "A" se incrementó el hundimiento diferencial vertical y también se presentó un hundimiento diferencial transversal (torsión de la estructura).

Concluyendo, las características no favorables del subsuelo, el mal diseño de las estructuras tanto de la Línea "A" como de la Línea "B" y su propio peso han provocado el incremento de los hundimientos diferenciales poniendo en peligro a la propia estructura como a los usuarios

BIBLIOGRAFÍA

- 1.- Estudio Geotécnico para la Recimentación de la Estación Pantitlan Metro Línea 9
Tesis
Autores: Alejandro Paz López
Mario A. Márquez Calderón
Víctor M. Izquierdo Hurtado

Universidad Nacional Autónoma de México
Facultad de Ingeniería México DF 2000
- 2.- Topografía Moderna
Autores: Russell C. Brinker
Paul R. Wolf

Editorial Harla
8a Edición 1982
- 3.- Topografía Aplicada
Fernando García Marquez
Editorial Árbol
1a Edición 1994
- 4.- GPS for Land and Surveyors
Jan Van Sickle, PLS
Ann Arbor Press, Inc
1996
- 5.- Manual del Propietario Teodolito Electrónico T1600
Leica
- 6.- Manual del Propietario Nivel Automático Universal NA2
Leica
- 7.- Manual del Propietario Lector Wild GIF10
Wild
- 8.- Manual del Propietario GPS GARMIN 100 SRVYII
GARMIN
- 9.- Manual del Propietario GARMIN PC100S2 Versión 3.03
GARMIN
- 10.- 30 Años del Metro de la Ciudad de México
Memorias
Gobierno del Distrito Federal
- 11.- Informe Final del Proyecto Conjunto Pantitlan
Departamento de Topografía
Facultad de Ingeniería
UNAM 1999