

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

FACULTAD DE INGENIERÍA GEOLÓGICA, MINERA Y METALÚRGICA



**“INSTRUMENTACIÓN PARA EL CONTROL GEOTÉCNICO EN LABORES
MINERAS”**

VOLUMEN II

TESIS

Para optar el Título Profesional de

INGENIERO DE MINAS

RONALD HERNESTO MACAZANA ERIQUE

LIMA - PERÚ

2003

A mi abuelo Alfonso, por ser la persona quien silenciosamente me ha apoyado y comprendido, y que en esta etapa de mi vida, pueda ser digno de todo lo que me ha dado. Gracias Abuelo por tus consejos.

A mis Padres Urbano y Teobalda quienes me vieron nacer y que sus enseñanzas que me han inculcado en mi, se puedan reflejar hoy, deseo expresarles mi agradecimiento por su paciencia y comprensión en todo este tiempo, a mi hermano Franco quien me apoyo en todo momento, Gracias.

INSTRUMENTACIÓN PARA EL CONTROL GEOTÉCNICO EN LABORES MINERAS

TABLA DE CONTENIDO

ABSTRACTO
AGRADECIMIENTO
LISTA DE FIGURAS
LISTA DE FOTOS

CAPITULO I

	Pag.
1.1. INTRODUCCIÓN	1
1.2. OBJETIVO	2
1.3. ALCANCES	3

CAPITULO II

FUNDAMENTO DEL PROBLEMA Y DEL CONTROL GEOTÉCNICO

2.1. FUNDAMENTO DEL PROBLEMA	5
2.2. FUNDAMENTO DEL CONTROL GEOTÉCNICO	6

CAPITULO III

CONSIDERACIONES TÉCNICAS PARA LA INSTRUMENTACIÓN GEOTÉCNICA

3.1. SELECCIÓN DEL TIPO DE INSTRUMENTACIÓN.	10
3.2. PORQUE SE DEBE REALIZAR MEDICIONES	10
3.3. CONSIDERACIONES DEL MEDIO PARA SELECCIONAR UN SISTEMA DE CONTROL	12
3.4. DEFINICIÓN DE UN SISTEMA DE CONTROL	12

3.5.	DESCRIPCIÓN DE LOS SISTEMAS DE CONTROL	13
3.5.1.	COMPONENTES DE UN SISTEMA DE CONTROL	13
3.6.	CRITERIOS PRINCIPALES A CONSIDERAR EN UN EQUIPO DE INSTRUMENTACIÓN	14
3.6.1.	CERTEZA (EXACTITUD)	14
3.6.2.	PRECISIÓN	14
3.6.3.	SENSIBILIDAD	14
3.6.4.	ERROR	15
3.6.5.	RANGO	15
3.7.	MÉTODOS DE OPERACIÓN DE LOS EQUIPOS DE INSTRUMENTACIÓN	15
3.7.1.	SISTEMAS MECÁNICOS	16
3.7.2.	SISTEMAS ÓPTICOS	16
3.7.3.	SISTEMA HIDRÁULICO Y NEUMÁTICO	16
3.7.4.	SISTEMA ELÉCTRICO	17
3.7.5.	RESISTENCIA ELÉCTRICA DE LOS STRAIN GAUGES	17
3.7.6.	BARRA VIBRATORIA	18
3.7.7.	AUTO INDUCTANCIA (COEFICIENTE DE AUTO INDUCTANCIA)	18

CAPITULO IV

PRINCIPIOS BÁSICOS EN EL CONTROL GEOTÉCNICO

4.1.	RECOLECCIÓN DE DATOS GEOLÓGICOS	20
4.2.	CLASIFICACIÓN DEL MACIZO ROCOSO	20
4.3.	RESISTENCIA DEL MACIZO ROCOSO	21
4.4.	PRINCIPIOS BÁSICOS PARA DETERMINAR EL ESTADO DE ESFUERZOS EN LA MASA ROCOSA IN SITU	21
4.5.	SELECCIÓN DEL MÉTODO PARA MEDIR ESFUERZOS	22
4.6.	TIPOS DE ENSAYOS PARA EL CONTROL GEOTÉCNICO IN SITU	24
4.6.1.	MEDICIÓN DE ESFUERZOS IN SITU	24
4.6.2.	MEDICIÓN DE DEFORMACIONES	26
4.6.3.	PRUEBAS DINÁMICAS IN SITU	28
4.6.4.	ENSAYOS DE CORTE IN SITU.	32

CAPITULO V
CONTROL GEOTÉCNICO EN MINERÍA SUBTERRÁNEA

5.1.	INTRODUCCIÓN.	36
5.2.	INSTRUMENTOS DE CONTROL PARA RECABAR DATOS DE DISEÑO	37
5.2.1.	DETERMINACIÓN DE ESFUERZOS “IN SITU” POR ROTURA HIDRÁULICA	38
5.2.2.	MEDICIÓN DIRECTA DE LOS ESFUERZOS CON GATOS HIDRÁULICOS	39
5.2.2.1.	CELDA DE PRESIÓN HIDRÁULICA	39
5.2.2.2.	TÉCNICA DEL GATO PLANO	40
5.2.2.3.	TÉCNICA DEL GATO CURVO	41
5.2.2.4.	CELDA DE “MENÁRD” Y DE “GLÖTZL”	43
5.2.3.	ENSAYO DE CARGA CON PLACA	49
5.2.4.	DETERMINACIÓN DEL ESTADO DE ESFUERZOS POR MEDIO DE TALADROS	49
5.2.4.1.	CELDA CON BANDAS EXTENSOMÉTRICAS (STRAIN GAUGE CELLS)	49
5.2.4.2.	CELDA TRIAXIAL DE DEFORMACIÓN CSIR (TRIAXIAL STRAIN CELL)	52
5.2.4.3.	CELDA LUH	52
5.2.4.4.	CELDA HUECA DE INCLUSIÓN CSIRO (HOLLOW INCLUSION CELL)	54
5.2.4.5.	DOORSTOPPER (LEEMAN)	54
5.2.4.6.	CELDA BIAxIAL FOTOELÁSTICA	61
5.3.	CONTROL DE LAS EXCAVACIONES SUBTERRÁNEAS DURANTE LA OPERACIÓN	67
5.3.1.	MEDICIÓN DE LA CONVERGENCIA	68
5.3.1.1.	TUBO EXTENSOMÉTRICO (TUBE EXTENSOMETER)	68
5.3.1.2.	CINTA EXTENSÓMETRICA	72
5.3.2.	EXTENSÓMETROS EN MÚLTIPLES PUNTOS DE LA EXCAVACIÓN	72
5.3.2.1.	EXTENSÓMETRO MECÁNICO	77
5.3.2.2.	EXTENSÓMETRO DE ALAMBRE RESISTENTE	81
5.3.2.3.	EXTENSÓMETRO MAGNÉTICO	83
5.3.2.4.	EXTENSÓMETRO DE SONDEO SÓNICO	83
5.3.3.	MÉTODO DE LIBERACIÓN DE ESFUERZOS	86
5.3.3.1.	MEDIDORES DE DEFORMACIÓN TRANSVERSAL (BOREHOLE DEFORMATION METERS)	88

5.3.3.2.	TENSÓMETRO DE INCLUSIÓN (BOREHOLE INCLUSIÓN STRESSMETERS)	89
5.4.	CONTROL DE LAS EXCAVACIONES SUBTERRÁNEAS CIERRE Y ABANDONO	90
5.5.	MEDIDA INDIRECTA DE ESFUERZOS EN ROCAS	91
5.5.1.	MÉTODOS GEOFÍSICOS	91

CAPITULO VI

APLICACIÓN DE LA INSTRUMENTACIÓN EN MINERÍA SUPERFICIAL

6.1.	INTRODUCCIÓN	92
6.2.	DISEÑO AL INICIO OPERACIÓN	92
6.2.1.	ORIENTACIÓN DE LOS TESTIGOS (CORE ORIENTATION)	93
6.2.2.	CÁMARAS DE TELEVISIÓN PARA TALADROS (BOREHOLE TELEVISION CAMERAS)	96
6.2.3.	CONSIDERACIONES SÍSMICAS EN UN TALADRO	98
6.2.3.1.	RECONOCIMIENTO SÍSMICO	98
6.2.3.2.	RADAR EN EL TALADRO (BOREHOLE RADAR)	98
6.2.4.	NIVEL DE AGUA EN EL TALADRO (BOREHOLE WATER LEVEL)	100
6.2.5.	MEDICIÓN DE LA PRESIÓN DE AGUA (WATER PRESSURE MEASUREMENTS)	101
6.3.	EVALUACIÓN DEL DISEÑO DEL TALUD	104
6.3.1.	DETERMINACIÓN DEL RUMBO Y BUZAMIENTO	104
6.3.2.	CUADERNO ELECTRÓNICO	104
6.4.	MONITOREO DEL TALUD	104
6.4.1.	INTRODUCCIÓN	104
6.4.2.	SISTEMAS CONVENCIONALES DE INSTRUMENTACIÓN	106
6.4.3.	SISTEMAS DE INSTRUMENTACIÓN AUTOMATIZADOS EN MINA A CIELO ABIERTO	107
6.4.4.	EXTENSÓMETROS MONTADOS EN SUPERFICIE	107
6.4.5.	DECLINÓMETROS (TILTMETERS)	110
6.4.6.	CALIBRADORES DEL DESPLAZAMIENTO DEL NIVEL LIQUIDO	112
6.4.7.	INSTRUMENTACIÓN PARA EL SUBSUELO (SUB-SURFACE INSTRUMENTS)	112
6.4.7.1.	INCLINÓMETROS	115
6.4.7.2.	SHEAR STRIPS	118
6.4.7.3.	TIME-DOMAIN REFLECTOMETRY	118

CAPITULO VII
CASO PRÁCTICO DE CONTROL GEOTÉCNICO
BOTADERO DE DESMONTE MINA ANTAMINA

7.1.	INTRODUCCIÓN	120
7.2.	LUGARES DE INSTALACIÓN	120
7.2.1	PROCEDIMIENTOS DE OPERACIÓN EN LOS BOTADEROS DE LA COMPAÑÍA MINERA ANTAMINA	120
7.3.	INSTRUMENTOS PARA EL CONTROL GEOTÉCNICO	122
7.4.	PROCEDIMIENTOS PARA INSTALACIÓN Y CONTROL DE EXTENSÓMETROS DE CABLE EN LOS BOTADEROS	122
7.4.1.	INTRODUCCIÓN	122
7.4.2.	PROCEDIMIENTOS DE INSTALACIÓN Y CONTROL	122
7.5.	RESULTADOS	129

CAPITULO VIII
CONCLUSIONES

CAPITULO IX
RECOMENDACIONES

CAPITULO X
BIBLIOGRAFÍA

APÉNDICES

APÉNDICE I

MÉTODO PARA LA DETERMINACIÓN DE ESFUERZOS EN ROCAS UTILIZANDO LA TÉCNICA DEL FRACTURAMIENTO HIDRÁULICO O ROTURA HIDRÁULICA.

APÉNDICE II

MÉTODO PARA LA DETERMINACIÓN DE ESFUERZOS EN ROCA UTILIZANDO LA TÉCNICA DE PRENSA PLANA (GATO PLANO)

APÉNDICE III

METODOLOGÍA DEL ENSAYO DE CARGA

APÉNDICE IV

MÉTODO PARA LA DETERMINACIÓN DE LOS ESFUERZOS EN ROCA USANDO UNA CELDA TIPO CSIR O CSIRO CON 9 Ó 12 MEDIDORES DE DEFORMACIÓN

APÉNDICE V

METODOLOGÍA DE TRABAJO DE LOS TENSÓMETROS DE INCLUSIÓN

APÉNDICE VI

PROCEDIMIENTOS DE OPERACIÓN EN LOS BOTADEROS DE LA COMPAÑÍA MINERA ANTAMINA

APÉNDICE VII

REGISTROS DE DATOS OBTENIDOS POR LOS EXTENSÓMETROS EN LOS BOTADEROS DE ANTAMINA

ABSTRACTO

Ante problemas de inestabilidad en explotación minera subterránea y superficial por efecto de las excavaciones que perturban la masa rocosa alterando sus condiciones de equilibrio natural, inciden directamente en el comportamiento geomecánico de las labores mineras debido a las sollicitaciones estáticas y dinámicas en su entorno y áreas de influencia tienen influencia directa en la generación de riesgos de seguridad física y ambiental, cuyas consecuencias de pérdidas humanas, a la propiedad, recuperación económica del yacimiento y costos operativos. Por lo que, es necesario cuantificar los esfuerzos y deformaciones con la finalidad de establecer medidas de prevención técnica, económica y administración de riesgos.

Comprendiendo que el control del comportamiento de las labores mineras debe formar parte de la gestión técnica y administrativa de los profesionales que dirigen la explotación minera, el presente trabajo propone la aplicación de Instrumentación como un recurso tecnológico para el control geotécnico en labores mineras con la ayuda de la Mecánica de Rocas y el uso de la Instrumentación que permita medir esfuerzos y deformaciones de la masa rocosa en su entorno y áreas de influencia, con la finalidad de asegurar la estabilidad física

En un análisis económico cualitativo los sistemas de control geotécnico, generará costos adicionales de operación para las compañías mineras; pero su necesidad es evidente, ya que mayor será el costo si no se implementa desde el inicio de las labores mineras, y mucho mayor cuando ocurra un accidente con consecuencias graves.

En el aspecto técnico Implementar un sistema de instrumentación también conlleva a enfrentarse a un problema de dependencia tecnología, disponibilidad de equipos por las limitaciones de mercado y fabricantes. Por otro lado, la capacitación para implementar la instrumentación también es un problema debido que el personal debe ser capacitado con formación de Ingeniería Geotécnica y afines.

Con el trabajo pretendemos demostrar, que para asegurar la estabilidad de las labores mineras y su entorno en una explotación minera, dependerá de las investigaciones básica realizadas en el diseño, luego ejecutar las labores mineras de acuerdo a estándares técnicas y parámetros de diseño, y durante la operación ejecutar las mejores practicas en las operaciones unitarias y finalmente durante el cierre y abandono, estableciendo un plan de cierre adecuado. En estas condiciones, implementando un sistema de control geotécnico paralelamente a las etapas del proyecto, aseguraran el cumplimiento de los estándares de factores de seguridad y ambientales, por lo que recomendamos, utilizar la tecnología de la instrumentación para el control geotécnico en las labores mineras en la minería nacional.

EL AUTOR

AGRADECIMIENTO

Agradezco a la Universidad Nacional de Ingeniería, por haberme brindado la oportunidad de seguir estudios de formación profesional, de igual manera a los profesores de la Escuela de Minas de la Facultad de Ingeniería Geológica, Minera y Metalúrgica por sus sabias enseñanzas recibidas.

Mi agradecimiento muy especial a mis asesores, Dr. Carlos Agreda. e Ing. David Córdova R., de quienes he recibido sus enseñanzas, dentro de las aulas universitarias, además; gracias a sus dotes de grandes docentes universitarios, me fue posible realizar el presente trabajo de investigación.

Agradezco a todos mis compañeros de la promoción, de la misma manera a mis amigos empleados de la facultad por haberme apoyado a culminar éste propósito.

Ronald Hernesto Macazana Erique

A S E S O R E S

Dr. Carlos Agreda

Ing. David Córdova

LISTA DE FIGURAS

Nº Figura

- Fig. N °01 ENSAYO DINÁMICO - DOMOCRÓNICA
- Fig. N °02 ENSAYO DE CORTE
- Fig. N °03 EQUIPO DE ENSAYO DE CORTE IN SITU
- Fig. N °04 DETERMINACIÓN DE ESFUERZOS ABSOLUTOS MEDIANTE GATOS CURVOS
- Fig. N °05 CELDA GLÖTZL
- Fig. N °06 CELDA GLÖTZL – MECANISMO UTILIZADO EN LABORES CON CONCRETO
- Fig. N °07 ESQUEMA DE TRABAJO - CELDA GLÖTZL
- Fig. N °08 CELDAS DE GLÖTZL INSTALADAS EN UN REVESTIMIENTO CON SHOTCRETE
- Fig. N °09 REPRESENTACIÓN ESQUEMÁTICA - ENSAYO DE CARGA
- Fig. N °10 EQUIPO PARA ENSAYO DE CARGA
- Fig. N °11 CELDA LUH
- Fig. N °12 CELDA CSIRO HI
- Fig. N °13 EQUIPO DOORSTOPPER
- Fig. N °14 REPRESENTACIÓN ESQUEMÁTICA DEL EQUIPO DOORSTOPPER DE LEEMAN
- Fig. N °15 REPRESENTACIÓN ESQUEMÁTICA MOSTRANDO LA DISTRIBUCIÓN DE LOS MEDIDORES DE DEFORMACIÓN
- Fig. N °16 REPRESENTACIÓN ESQUEMÁTICA DE LA SOBREPERFORACIÓN UTILIZANDO DOORSTOPPER
- Fig. N °17 ELEMENTO DE INSERCIÓN DE LA CELDA LEEMAN
- Fig. N °18 FORMA CORRECTA DE COLOCAR UNA CELDA FOTOELÁSTICA BIAXIAL
- Fig. N °19 ANALIZADOR MANUAL DE PRECISIÓN CELDA FOTOELÁSTICA
- Fig. N °20 EQUIPO DE CALIBRADO DE CELDA FOTOELÁSTICA BIAXIAL
- Fig. N °21 CARACTERÍSTICA PARA CALIBRADO DE CELDA FOTOELÁSTICA BIAXIAL
- Fig. N °22 MECANISMO PARA MEDIR CONVERGENCIA EN UNA LABOR MINERA
- Fig. N °23 TUBO EXTENSÓMETRICO
- Fig. N °24 CINTA EXTENSÓMETRICA
- Fig. N °25 MODELOS DE EXTENSÓMETROS
- Fig. N °26 EXTENSÓMETRO PARA TALADROS (BOREHOLE EXTENSOMETER)
- Fig. N °27 DISTRIBUCIÓN DE LOS EXTENSÓMETROS EN UN TÚNEL

- Fig. N °28 COMPONENTES DE UN EXTENSÓMETRO PARA TALADROS – MOSTRANDO LOS ANCLAJES
- Fig. N °29 DISTRIBUCIÓN DE LOS ANCLAJES EN UN EXTENSÓMETRO PARA TALADROS
- Fig. N °30 REPRESENTACIÓN ESQUEMÁTICA DE UN EXTENSÓMETRO CON ALAMBRE DE RESISTENCIA
- Fig. N °31 REPRESENTACIÓN ESQUEMÁTICA DE UN EXTENSÓMETRO MAGNÉTICO
- Fig. N °32 EXTENSÓMETRO SÓNICO
- Fig. N °33 REPRESENTACIÓN ESQUEMÁTICA DE UN EQUIPO PARA MEDICIÓN DE ESFUERZOS
- Fig. N °34 ESQUEMA ISOMÉTRICO DEL CCO
- Fig. N °35 TUBERÍA PARA ORIENTAR EL CCO
- Fig. N °36 ESQUEMA DE LA CÁMARA DE TELEVISIÓN UTILIZADO EN UN TALADRO (BOREHOLE TELEVISION CAMERA)
- Fig. N °37 RADAR PARA UN TALADRO (BOREHOLE RADAR)
- Fig. N °38 MECANISMO PARA ESTIMAR NIVEL DE AGUA EN EL TALADRO
- Fig. N °39 VARIEDADES DE PIEZÓMETROS
- Fig. N °40 EXTENSÓMETRO DE ALAMBRE
- Fig. N °41 EQUIPO DEL DECLINÓMETRO (TILTMETER)
- Fig. N °42 ESQUEMA DEL EQUIPO PARA MEDIR NIVEL LIQUIDO
- Fig. N °43 EQUIPO PARA MEDIR NIVEL LIQUIDO
- Fig. N °44 EQUIPO PARA INCLINÓMETROS
- Fig. N °45 REPRESENTACIÓN ESQUEMÁTICA DEL INCLINÓMETRO
- Fig. N °46 SHEAR STRIPS

LISTA DE FIGURAS – APÉNDICES

N° Figura

- Fig. N °47 GATO PLANO SIMPLE - APLICACIÓN
- Fig. N °48 DOBLE GATO PLANO – APLICACIÓN
- Fig. N °49 DIAGRAMA ESFUERZO – DESPLAZAMIENTO ENSAYO DE CARGA
- Fig. N °50 DIAGRAMA TÍPICO CARGA – DEFORMACIÓN – ENSAYO DE CARGA
- Fig. N °51 VARIACIÓN DE LAS CONSTANTES DE PROPORCIONALIDAD – TENSÓMETRO DE INCLUSIÓN
- Fig. N °52 TENSÓMETRO DE HAWKES – APLICACIÓN
- Fig. N °53 TENSÓMETRO DE HAWKES
- Fig. N °54 SEÑALES PRESENTADAS EN UN TENSÓMETRO FOTOELÁSTICO
- Fig. N °55 CARACTERÍSTICAS DE CALIBRADO
- Fig. N °56 LUPA ANALIZADORA DE UN TENSÓMETRO FOTOELÁSTICO
- Fig. N °57 TENSÓMETRO FOTOELÁSTICO
- Fig. N °58 DISPOSITIVO DE TENSÓMETROS FOTOELÁSTICOS
- Fig. N °59 FACTOR DE CALIBRADO - TENSÓMETRO FOTOELÁSTICO

LISTA DE FOTOS

N° Foto

- Foto. N °01 VISTA PANORÁMICA DE LOS TALUDES DEL DEPOSITO DE ESTÉRILES DE ANTAMINA
- Foto. N °02 VISTA PANORÁMICA DE LOS TALUDES DEL DEPOSITO DE ESTÉRILES DE ANTAMINA (OTRO PUNTO DE OBSERVACIÓN)
- Foto. N °03 VISTA DE EXTENSÓMETRO MECÁNICO, SE PUEDE OBSERVAR LA REGLA GRADUADA Y EL CABLE TENSADO
- Foto. N °04 VISTA DE EXTENSÓMETRO MECÁNICO, DONDE SE MUESTRA COMO SE ENCUENTRA POSICIONADO
- Foto. N °05 VISTA DE UN EXTENSÓMETRO ELECTRÓNICO, TAMBIÉN SE PUEDE OBSERVAR A SU LADO UN EXTENSÓMETRO MECÁNICO
- Foto. N °06 VISTA DE UN EXTENSÓMETRO ELECTRÓNICO Y EL CABLE EL CUAL PRESENTA LAS MISMAS CARACTERÍSTICAS QUE LOS UTILIZADOS PARA LOS EXTENSÓMETROS MECÁNICOS
- Foto. N °07 VISTA COMPLETA DE UN EXTENSÓMETRO ELECTRÓNICO, OBSERVANDO EL PANEL SOLAR.
- Foto. N °08 VISTA DONDE SE PUEDE OBSERVAR LA CALIDAD DEL MATERIAL DEPOSITADO EN LOS BOTADEROS
- Foto. N °09 VISTA DONDE SE OBSERVA LA BERMA EN LA ZONA DE DESCARGA DE MATERIAL
- Foto. N °10 EN ESTA VISTA SE PUEDE APRECIAR LA PERSISTENCIA DE UNA GRIETA QUE SE PRESENTO EN LA PLATAFORMA.
- Foto. N °11 EN ESTA VISTA SE OBSERVA UN HUNDIMIENTO QUE SE PRESENTA EN LA PLATAFORMA DEL BOTADERO, CAUSADA POR LA MALA DISTRIBUCIÓN DEL MATERIAL
- Foto. N °12 EN ESTA VISTA SE OBSERVA UNA GRIETA PRODUCTO DE LA MALA COMPACTACIÓN DEL MATERIAL.
- Foto. N °13 EN ESTA VISTA SE PUEDE OBSERVAR UNA GRIETA QUE SE ENCUENTRA PRÓXIMA A LA ZONA DE DESCARGA DE LOS CAMIONES.
- Foto. N °14 EN ESTA VISTA SE PUEDE OBSERVAR UN TRÍPODE INTERMEDIO QUE SE ENCUENTRA CERCA DE UN AGRIETAMIENTO EN LA PLATAFORMA.
- Foto. N °15 EN ESTA VISTA SE PUEDE OBSERVAR QUE EL EXTENSÓMETRO ESTA REGISTRANDO UN HUNDIMIENTO, OCACIONANDO QUE LAS LECTURAS SEAN MÁS CONTINUAS
- Foto. N °16 EN ESTA VISTA SE PUEDE OBSERVAR EL PUNTO DE REFERENCIA LOCALIZADO EN LA CRESTA DEL TALUD Y EL CABLE TENSADO.

- Foto. N °17 EN ESTA VISTA SE PUEDE OBSERVA QUE LA CINTA INVAR SE ENCUENTRA PERPENDICULAR A LA GRIETA (FORMA CORRECTA PARA LA LECTURA DE DATOS).
- Foto. N °18 MANERA CORRECTA DE TOMAR LECTURA – VISTA DE FRENTE
- Foto. N °19 MANERA CORRECTA DE TOMAR LECTURA – VISTA DE PERFIL
- Foto. N °20 PESO EMPLEADO PARA TENSAR EL CABLE DEL EXTENSÓMETRO
- Foto. N °21 CINTA MÉTRICA GRADUADA LA CUAL VA PEGADA AL TRÍPODE
- Foto. N °22 FORMA INCORRECTA DE TOMAR UNA LECTURA
- Foto. N °23 EN ESTA IMAGEN SE DEBE NOTAR LA TENSIÓN DEL CABLE
- Foto. N °24 SE OBSERVA QUE EL CABLE PASA POR UN GANCHO, EL CUAL TRABAJA COMO UN PESO PARA TENSAR EL CABLE
- Foto. N °25 SE OBSERVA QUE SE DEBE EXTENDER EL CABLE PARA NUEVAS LECTURAS
- Foto. N °26 LA MANO INDICA POR DONDE DEBE PASAR EL CABLE, PARA REGISTRAR EL COMPORTAMIENTO DE LA GRIETA
- Foto. N °27 SE OBSERVA UNA GRIETA POR EL TRÍPODE, SE DEBE CAMBIAR DE POSICIÓN
- Foto. N °28 FORMA CORRECTA DE COLOCAR TRÍPODE
- Foto. N °29 EL TRABAJADOR MUESTRA UN TRÍPODE INTERMEDIO
- Foto. N °30 REPRESENTACIÓN ESQUEMÁTICA QUE NOS MUESTRA LA FORMA CORRECTA DE TOMA DE LECTURAS.

APÉNDICES

APÉNDICE I

APÉNDICE I

MÉTODO SUGERIDO PARA LA DETERMINACIÓN DE ESFUERZOS EN ROCAS UTILIZANDO LA TÉCNICA DE FRACTURAMIENTO HIDRÁULICO O ROTURA HIDRÁULICA

ALCANCE

El objetivo de la técnica de fracturamiento hidráulico es medir el estado de esfuerzos In Situ del subsuelo por medio de una perforación. El ensayo proporciona, en general, las magnitudes y direcciones de los esfuerzos máximo y mínimo en el plano perpendicular a la perforación. El fracturamiento hidráulico es la única técnica de determinación de esfuerzos en roca que ha sido exitosamente aplicada a perforaciones profundas. Por ello, esta técnica ha hallado aplicación en investigaciones de caracterización del lugar con perforaciones verticales desde la superficie.

Se aplica presión de fluido a una sección de ensayo de una perforación aislada con empaques. Las presiones de fluido requeridas para generar, propagar, mantener y reabrir las fracturas en la roca en el horizonte de ensayo, son medidas y relacionadas al campo de esfuerzos existentes. Las direcciones de los esfuerzos medidos son usualmente obtenidos observando y midiendo la orientación del plano de fractura hidráulicamente inducido (hidrofractura).

El método es en general, más apropiado para mediciones a profundidades mayores a 50 m que están fuera de las capacidades de otras técnicas. Tiene la ventaja de no requerir conocimientos avanzados de las propiedades elásticas de la roca y que puede ser llevado a cabo sin dificultad bajo el nivel de la napa freática. Tiende a medir los esfuerzos sobre un área relativamente grande, superior a 0.5 - 1.9 m de diámetro, no en un punto.

El método es más preciso al aplicarse en materiales cuyo comportamiento se asemeja al de medios homogéneos, elásticos, isotrópicos y no - porosos.

- Se asume que la dirección de perforación será una de las direcciones de los esfuerzos principales. Usualmente, esta suposición se considera válida en orificios verticales perforados desde la superficie, en cuyo caso el esfuerzo vertical es calculado según el peso de sobrecarga. La precisión de los resultados del ensayo serán considerados cuestionables si la dirección de la perforación se desvía sustancialmente (más de $\pm 15^\circ$), de una dirección de esfuerzos principal.

EQUIPOS

EQUIPO DE PERFORACIÓN

- Puede utilizarse cualquier equipo de perforación capaz de producir un orificio (taladro) estable a la profundidad de ensayo requerida. El diámetro del orificio debe alojar el equipo de empaque disponible o viceversa.
- La velocidad de presurización deseada variará dependiendo de la compresibilidad total del sistema de ensayo, la cual refleja grandemente la elasticidad de la tubería, la longitud de la tubería, la compresibilidad de los fluidos y el volumen de fluido en el sistema de ensayo. En general, los ensayos profundos con tuberías de gran diámetro requerirán velocidades de flujo mayores que los ensayos en orificios cortos con tuberías de menor diámetro. La presión de empaque debe ser inicialmente establecida por debajo de la presión de rotura anticipada; la presión de empaque debe ser incrementada a la misma velocidad que la presión de inyección. Este procedimiento reduce la posibilidad de iniciación de fractura provocada por la presión de empaque. La presión del intervalo de ensayo es registrada contra el tiempo. Mientras la presión se incrementa, los esfuerzos efectivos tangencial y vertical pueden volverse de tracción.
- El fracturamiento ocurrirá si el esfuerzo de tracción inducido alcanza la resistencia a la rotura de la perforación. Puede obtenerse evidencia de falla mediante la curva presión / tiempo. La presión de fluido en la perforación al momento de la ruptura de la perforación es denominada la "presión de iniciación de fractura" (P_f) o presión de rotura.

- Luego de inyectar un volumen suficiente para propagar una longitud de fractura igual a alrededor de tres veces el diámetro de la perforación, se detiene la inyección y el sistema hidráulico es sellado o "detenido", logrando la "presión de detenido instantáneo" (P_S). Se usan ciclos adicionales de represurización para determinar la "presión de reapertura de la fractura" (P_R) y mediciones adicionales de la presión de detenido (P_S).
- Zoback y Haimson indican que los ensayos de fracturamiento hidráulico pueden a veces resultar en indistintas presiones de detenido, y en aquellos casos, los comprendidos en esta teoría del fracturamiento hidráulico han propuesto varios métodos para poder identificar el cambio de pendiente asociado al cierre de la fractura.
- Deben conducirse ciclos subsecuentes de represurización a velocidades de flujo constantes similares; puede adicionarse ciclos de velocidad de flujo mayores o menores a discreción del operador. El uso de ciclos de velocidad de flujo mayor o menor en el cálculo de los esfuerzos debe ser especificado y explicado en el reporte de los resultados.
- Los empaques son desinflados y el equipo es retirado de la perforación. Debe tenerse cuidado de que los empaques estén completamente desinflados antes de tratar de moverlos.
- La inspección del orificio es llevada a cabo para observar y registrar las posiciones y orientaciones de las hidrofracturas.
- La "resistencia a la ruptura de perforación" de la roca (T) puede ser estimada mediante ensayos de laboratorio con testigos de roca o puede ser obtenida en sitio comparando la presión de iniciación de la fractura con subsiguientes presiones de reapertura de la fractura.
- El equipo de perforación debe ser capaz de obtener testigos de roca en la vecindad de las secciones de ensayo de modo de poder evaluar la resistencia a la rotura de la perforación y examinar orientaciones y características de discontinuidad.

EQUIPO DE DIRECCIÓN

- Se requiere tener conocimiento de las direcciones de las hidrofracturas, de modo de estimar las direcciones de los esfuerzos principales. Cualquiera de los siguientes métodos (todos capaces de determinarlas con un error de 15°) puede ser usado para hallar estas direcciones:
- Inspección visual usando un periscopio o cámara de televisión para perforaciones. La filmación de una observación de pre ensayo es ventajosa para propósitos de comparación.
- Examinación de una imagen televisiva acústica obtenida a partir de señales acústicas reflejadas.
- Un calibre de perforación puede ser útil para asegurar que la sección de ensayo designada tiene el diámetro adecuado para el ajuste satisfactorio de los empaques.
- El alineamiento y derecha de la perforación pueden ser medidos usando una herramienta de orientación, si se tiene indicación de que la desviación es excesiva.
- Generalmente se utilizan brújulas magnéticas para orientar las cámaras o televisores en los empaques señaladores. Debe utilizarse medios de orientación alternativos si la mineralogía de la roca puede afectar la lectura de la brújula. Las rocas altamente magnéticas (por ejemplo formaciones de hierro o rocas ígneas básicas) pueden ser de desconfianza. Pueden utilizarse brújulas giroscópicas, que mantienen la orientación del aparato de inspección desde el cuello del orificio.

EQUIPO DE EMPAQUE

- Se requiere un sistema para aislar la sección de ensayo de la perforación. Para sellar el orificio se usan empaques inflables a través de los cuales corre una tubería de flujo de agua, permitiendo que la sección de ensayo sea presurizada. Generalmente se utilizan sistemas de empaquetamiento doble, que aíslan una parte del orificio, sin embargo, también debe considerarse el empaque simple, que aísla la base del orificio. Se utiliza expansión hidráulica o de gas para ajustar los empaques y sellar el intervalo de ensayo. La presión de ajuste inicial de los empaques depende del tipo de empaque. Si la presión en el intervalo de ensayo se aproxima a la presión del empaque, la presión del empaque debe ser

incrementada a un nivel suficiente de modo de prevenir fugas fuera de los empaques.

- Los empaques son separados utilizando espaciadores. La longitud de la sección de ensayo es escogida mediante observación de las condiciones en las que se encuentran los testigos de roca y / o paredes de la perforación. Comúnmente se recomienda una longitud mínima de cinco veces el diámetro de la perforación.
- Los empaques deben proporcionar un sello total para el rango completo de presiones de ensayo, sin fugas de fluido en la sección de ensayo.

EQUIPO DE INYECCIÓN DE FLUIDO

- Un sistema de bombeo de alta presión capaz de mantener un flujo constante para el rango de presiones esperado durante el ensayo.
- El sistema de bombeo debe tener capacidad suficiente para sobreponer las pérdidas por fricción en las barras de abastecimiento e iniciar la hidrofractura.
- Se necesitan suficientes barras, tubas o mangueras de abastecimiento, para la profundidad de medición requerida. Estas son usualmente utilizadas para descender el empaque en la perforación.

EQUIPO DE MEDICIÓN

- Transductores de presión para la medición de la presión de fluido en la superficie o inmediatamente sobre el empaque. Un transductor de presión de superficie es suficiente para ensayos superficiales o ensayos de baja velocidad de flujo que no tienen problemas de pérdida de carga en la tubería. Los ensayos profundos y ensayos de alta velocidad de flujo pueden ser mejorados usando un transductor que descienda por el orificio.
- La presión debe ser continuamente registrada durante el ensayo usando dispositivos eléctricos análogos (registrador gráfico), registro digital y/o, para medidores de presión que descenderán por el orificio, registro mecánico. Un registro presión - tiempo debe ser ploteado al llevarse a cabo el ensayo. Este registro es vital para decidir cuando bombear y cuando detenerse en el intervalo

de ensayo. Los transductores deben ser calibrados con estándares confiables. Los transductores que descenderán por el orificio pueden ser también chequeados utilizando el cambio de presión que ocurre al descender el transductor a través del fluido en el orificio. El monitoreo de la presión en el intervalo debe llevarse a cabo con una precisión de no menos de $\pm 2.5\%$ de la presión aplicada máxima esperada o con una precisión aceptable según los requerimientos del proyecto específico.

- Un medidor de presiones o transductor para medir la presión de inflación del empaque con un nivel de precisión compatible con la del medidor de presiones en el intervalo.
- Un instrumento para registrar el flujo de fluido con el tiempo. La medición superficial del flujo es suficiente, pues sólo se requieren cambios repentinos de las características de flujo. Debe utilizarse un medidor de flujo, que determine menos de 0.2 l /mm.

PROCEDIMIENTO

PERFORACIÓN E INSPECCIÓN

- La elección del diámetro del orificio y el tamaño del equipo de fracturamiento hidráulico que descenderá por el orificio puede hacerse considerando el equipo disponible. Luego de la determinación de la ubicación y profundidad del ensayo, debe cavarse una perforación debajo de esa profundidad para proporcionar los intervalos de ensayo. La elección final de la longitud y profundidad de la zona de ensayo se hace en base a las características de las fracturas de los testigos de roca recuperados o según la inspección de las paredes de la perforación con una herramienta de corte cilíndrico óptica o acústica.
- Los cortes de roca y/o testigos son examinados en detalle para determinar las características de la roca en los horizontes de ensayo. La elección de los empaques y las presiones de inflado puede ser afectada por la dureza y rugosidad de la roca en la pared de la perforación.

- Se recomienda que el orificio sea limpiado con chorros de agua para retirar los escombros y/o la broca del taladro sea bajada hasta la profundidad de ensayo para despejar el pasaje para el ensamble del empaque.
- Se recomienda que las posiciones, orientaciones y aberturas de las discontinuidades geológicas en la sección de ensayo sean estimadas y registradas, usando, por ejemplo, los testigos de roca extraídos, los empaques señaladores, una cámara que baje por el orificio o un televisor acústico, de ser utilizables. Esto también sirve como una corrida pre ensayo de la medición de la orientación de la fractura.
- Sería recomendable correr un cilindro de calibre de perforación de modo de evitar ubicar empaques en secciones sobredimensionadas del orificio.
- El ensamble del empaque es insertado a la profundidad preestablecida; se registra la profundidad; y los empaques son inflados a una presión suficiente para sellar contra la presión de fluido aplicada.
- Al llenar la tubería de inyección, debe tenerse cuidado de eliminar el aire del sistema. El aire atrapado incrementa grandemente la compresibilidad del sistema y tiene un efecto adverso sobre la velocidad de restablecimiento de la presión durante la presurización del intervalo de ensayo.

ENSAYO

- Cuando la presión es monitoreada en la superficie del terreno, la presión en el intervalo de ensayo es incrementada lentamente para asegurar pérdidas de presión mínimas en la tubería. Cuando la presión es monitoreada en la sección de ensayo, las pérdidas de presión no son importantes. No existe un estándar para la velocidad de presurización o velocidad de flujo; sin embargo, un rango común de velocidades de presurización es de alrededor de 0.1 - 2.0 MPa / s. La velocidad de presurización es controlada con la velocidad de flujo constante seleccionada. La velocidad de flujo apropiada para lograr la velocidad de presurización deseada variará dependiendo de la compresibilidad total del sistema de ensayo, la cual refleja grandemente la elasticidad de la tubería, la longitud de la tubería, la compresibilidad de los fluidos y el volumen de fluido

en el sistema de ensayo. En general, los ensayos profundos con tuberías de gran diámetro requerirán velocidades de flujo mayores que los ensayos en orificios cortos con tuberías de menor diámetro. La presión de empaque debe ser inicialmente establecida bastante por debajo de la presión de rotura anticipada; la presión de empaque debe ser incrementada a la misma velocidad que la presión de inyección. Este procedimiento reduce la posibilidad de iniciación de fractura provocada por la presión de empaque. La presión del intervalo de ensayo es registrada contra el tiempo. Mientras la presión se incrementa, los esfuerzos efectivos tangencial y vertical pueden volverse de tracción.

- El fracturamiento ocurrirá si el esfuerzo de tracción inducido alcanza la resistencia a la rotura de la perforación. Puede obtenerse evidencia de falla mediante la curva presión / tiempo. La presión de fluido en la perforación al momento de la ruptura de la perforación es denominada la "presión de iniciación de fractura" (P_f) o presión de rotura.
- Luego de inyectar un volumen suficiente para propagar una longitud de fractura igual a alrededor de tres veces el diámetro de la perforación, se detiene la inyección y el sistema hidráulico es sellado o "detenido", logrando la "presión de detenido instantáneo" (P_s). Se usan ciclos adicionales de represurización para determinar la "presión de reapertura de la fractura" (P_r) y mediciones adicionales de la presión de detenido (P_s). Como fue indicado por Zoback y Haimson, los ensayos de fracturamiento hidráulico pueden a veces resultar en indistintas presiones de detenido, y en aquellos casos, los practicantes del fracturamiento hidráulico han propuesto varios métodos para poder identificar el cambio de pendiente asociado al cierre de la fractura.
- Deben conducirse ciclos subsecuentes de represurización a velocidades de flujo constantes similares; puede adicionarse ciclos de velocidad de flujo mayores o menores a discreción del operador. El uso de ciclos de velocidad de flujo mayor o menor en el cálculo de los esfuerzos debe ser especificado y explicado en el reporte de los resultados.
- Los empaques son desinflados y el equipo es retirado de la perforación. Debe tenerse cuidado de que los empaques estén completamente desinflados antes de tratar de moverlos.

- La inspección del orificio es llevada a cabo para observar y registrar las posiciones y orientaciones de las hidrofracturas.
- La "resistencia a la ruptura de perforación" de la roca (T) puede ser estimada mediante ensayos de laboratorio con testigos de roca o puede ser obtenida en sitio comparando la presión de iniciación de la fractura con subsiguientes presiones de reapertura de la fractura.

CÁLCULOS

La nomenclatura utilizada en los cálculos es la siguiente:

H = profundidad de la zona de ensayo debajo del nivel del terreno

P_h = carga de presión estática del fluido de fractura;

γ = densidad de la roca

P_0 = presión de poros inicial;

P_i = presión de iniciación de la fractura;

P_p = presión de bombeo;

P_s = presión de detenido instantáneo;

P_r = presión de reapertura de la fractura;

σ_v = esfuerzo vertical;

σ_{\min} = esfuerzo horizontal mínimo

σ_{\max} = esfuerzo horizontal máximo

T = resistencia a la rotura de perforación de la roca.

Donde la presión de bombeo es medida directamente en la zona de ensayo, P_i , P_s y P_r pueden ser obtenidas directamente del ploteo tiempo versus presión.

La forma general del registro de presión depende de las magnitudes relativas de los esfuerzos principales.

Cuando el plano de hidrofractura es casi paralelo al eje de la perforación, las siguientes expresiones pueden ser utilizadas para obtener los esfuerzos principales:

$$\sigma_{\min} = P_s$$

$$\sigma_{\max} = T + 3P_s - P_i - P_0 \text{ (para el ciclo de presurización inicial)}$$

$$\sigma_{\max} = 3P_s - P_r - P_0 \text{ (para los ciclos de presurización subsiguientes)}$$

La resistencia a la rotura de perforación (T) es determinada con ensayos de laboratorio que modelan el proceso de fracturamiento hidráulico (preferentemente) o la resistencia a la tracción obtenida de la tracción directa, o pruebas Brasileñas. Puede ser necesario hacer correcciones apropiadas para los efectos de tamaño de muestra y configuración del ensayo (ver Ratigan). El esfuerzo vertical se asume usualmente como el esfuerzo generado por la profundidad y densidad de la roca superyacente. La dirección de σ_{\max} es en la dirección del plano de fractura y ortogonal a σ_{\min} .

REPORTE DE LOS RESULTADOS

El reporte debe incluir la siguiente información general:

- Una descripción de la ubicación del lugar de ensayo.
- Un perfil geotécnico de la sección de ensayo que proporcione toda la información disponible y que incluya las características de discontinuidad geológica registradas y condiciones de las paredes de la perforación.
- Una descripción geológica de la roca ensayada, incluyendo el tipo de roca y disponibilidad del testigo.
- La profundidad de ensayo, longitud de la zona de ensayo y dimensiones de la perforación.
- Una descripción, ilustrada con diagramas o fotografías, del procedimiento y equipo utilizado.
- Puede hacerse referencia a estos "Métodos Sugeridos", indicando diferencias respecto a los procedimientos recomendados.

El reporte debe incluir la siguiente información detallada de profundidades para cada ubicación de medición:

- Gráficos que muestren el bombeo o velocidad de flujo, presión de inyección versus tiempo para cada ensayo y una descripción de los métodos utilizados para seleccionar P_i , P_s y P_r , Si las distintas presiones no son obvias.
- Valores tabulados de H, P_h , P_o , P_i , P_s , P_r , esfuerzos horizontales máximo y mínimo y direcciones de los esfuerzos.

- Representaciones de indicios de fractura, contruidos a partir de los empaques señaladores sobre fotografías y/o testigos televisores acústicos de los intervalos de ensayo.
- Una descripción del método utilizado para calcular σ_{max} . En caso que la resistencia a la rotura de perforación haya sido determinada mediante ensayos de laboratorio, los resultados de los ensayos de laboratorio y el método de reducción de datos, incluyendo ecuaciones utilizadas deben ser reportados con suficiente detalle.
- Resultados del ensayo que muestren discrepancias significativas con otros datos y dando posibles o probables explicaciones de las causas.

NOTAS

- Bajo ciertas circunstancias, el intervalo de ensayo puede ser aislado entre un empaque simple y la base de la perforación. Sin embargo, los resultados de ensayo pueden ser entonces imprecisos debido a las concentraciones de esfuerzo en la base del orificio.
- La barra o tubo espaciador entre los empaques debe ser diseñado para mantener el esfuerzo desarrollado por la aplicación de la presión de ensayo dentro de la sección de ensayo.

La SIMR ha formado una Comisión en "Interpretación de Registros de Presión de Fracturamiento Hidráulico". Esta comisión preparará un documento que bosqueje los varios procedimientos de interpretación usados por distintos investigadores así como las dificultades y problemas que los practicantes han hallado al tratar de interpretar los registros de presión de fracturamiento hidráulico. Esto complementará los "Métodos Sugeridos" aquí presentados.

APÉNDICE II

APÉNDICE II

MÉTODO SUGERIDO PARA LA DETERMINACIÓN DE ESFUERZOS EN ROCA UTILIZANDO UNA TÉCNICA DE PRENSA PLANA

ALCANCE

- El método está encaminado a determinar el esfuerzo paralelo y próximo a la superficie de roca expuesta en una excavación. Cada medición determina el esfuerzo en una sola dirección y, por ello, se requieren un mínimo de seis mediciones en direcciones independientes para determinar el tensor de esfuerzos.
- El método implica la observación del movimiento de pares de alfileres de medición ubicados a cada lado de una ranura cuando esta es cortada y, subsecuentemente, cuando se aplica presión a la superficie interna de la ranura.
- Las mediciones pueden llevarse a cabo aún en rocas fracturadas, siempre que pueda cortarse una ranura y permanezca esta abierta a lo largo del proceso de instalación de la prensa plana.
- El método puede ser utilizado en materiales que no necesariamente exhiben propiedades elásticas reversibles o isotropía, dado que se hacen correcciones para validar los resultados.

APARATOS

- Una prensa plana que consiste de dos láminas planas de placa de acero u otro material adecuado soldadas por el borde para formar un sobre plano de por lo menos 0.1 m^2 de área y que incorpora un tubo de abastecimiento hidráulico con conexiones a una manguera hidráulica y válvula de extracción. La forma seleccionada de la prensa plana dependerá del método escogido para cortar la ranura. Debe tenerse especial cuidado en el soldado llevado a cabo alrededor del borde de la prensa plana y alrededor del tubo de abastecimiento, de modo que la

prensa pueda expandirse flexiblemente, sin gotear, una vez instalada e inflada a la presión total de ensayo.

- Una bomba hidráulica, operada bien manual o eléctricamente, con un acople a un mantenedor de carga. La presión debe ser medida en manómetros que tengan una precisión de por lo menos 5% del esfuerzo estimado. El sistema conectado mediante mangueras de alta presión debe ser capaz de mantener cualquier presión dentro del rango deseado por un periodo de por lo menos 5 minutos.
- Dos o más pares de alfileres de medición fijados con lechada de cemento en orificios taladrados en la roca a cada lado de la ranura para la prensa plana. El alfiler típico es de 12 mm de diámetro y 150 mm de longitud; las dimensiones reales dependerán de la calidad de la roca. El extremo expuesto de cada alfiler de medición y la separación (d) entre los alfileres de medición (Ver Figura N°47) deben poder acomodar el instrumento de medición. Además de alfileres de medición superficial, puede instalarse instrumentación de sondaje (medidores de esfuerzos). Cuando la roca próxima a la superficie se muestra dañada por los trabajos de excavación, es preferible medir los desplazamientos a una profundidad suficiente de modo de evitar la roca dañada.
- Un medidor de desplazamientos mecánico o eléctrico desmontable con una longitud promedio de entre 50 y 220 mm o, para prensas planas más grandes, 1/3 a 1/2 del tamaño de la prensa plana. El rango de medición debe ser de por lo menos 5 mm y la resolución de cada lectura debe ser 0.002 mm o mejor.
- Un taladro o sierra apropiados para roca para cortar la ranura² para la prensa plana. Las ranuras pueden ser formadas cortando perforaciones superpuestas (taladrado unido), con sierra circular o con sierra de cable. Al usar perforaciones superpuestas, estas ranuras deben tener un diámetro que no exceda de 40 mm y debe superponerse en 1/3 a 1/2 del diámetro.
- Armaduras de montaje, plantillas, gulas u otros equipos para facilitar el taladrado preciso de los orificios para fijar los alfileres de medición, la instalación de los alfileres de medición y el corte de la ranura para la prensa plana.
- Lechada de cemento, equipo de mezclado y vaciado, de ser necesario, para la instalación de los alfileres de medición y la prensa plana. La lechada de cemento



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA MINERA Y METALURGICA	
INSTRUMENTACIÓN PARA EL CONTROL GEOTECNICO EN LABORES MINERAS	
TESIS PARA OPTAR TITULO PROFESIONAL INGENIERO DE MINAS	FIGURA N° 47 GATO PLANO SIMPLE - APLICACIÓN
TESISTA: RONALD HERNESTO MACAZANA ERIQUE	FECHA: DICIEMBRE 2002

debe ser de resistencia similar a la de la roca ensayada. Usualmente se emplean cemento Pórtland o resinas epóxicas. Las últimas llegan a la resistencia completa más rápidamente y, por ello, son usualmente utilizadas para anclar los alfileres de medición.

PROCEDIMIENTO

SELECCIÓN DEL LUGAR

- En la selección de una zona de roca para el ensayo, debe prestarse atención al número de ensayos a ser llevados a cabo en esta zona. Se requiere un mínimo de seis ensayos en direcciones independientes si se desea obtener el tensor de esfuerzos completo, pero usualmente, se llevan a cabo ensayos adicionales en alguna ubicación para permitir obtener el mejor ajuste, matemáticamente, siguiendo una evaluación de los resultados. La disposición de ensayo preferida en un túnel o socavón es llevar a cabo nueve ensayos: tres en el techo, tres en la pared lateral y tres en el frente. Una disposición de ejemplo de ranuras para ensayos con prensa plana se ilustra en la Figura N°48. Los ensayos deben estar tan cerca como sea posible sin interferir entre ellos y deben estar a por lo menos cinco veces el diámetro del túnel de cualquier otro socavón.
- Una vez que se ha determinado la posición general de la zona de ensayo, la excavación en el área debe ser llevada a cabo con sumo cuidado. Se sugiere hacer un pre-rompimiento del socavón de ensayo, seguido de una cuidadosa excavación a mano y remoción de todo el material suelto.

SELECCIÓN Y PREPARACIÓN DE UBICACIONES DE ENSAYO INDIVIDUALES

- Cada ubicación de ensayo debe estar en una superficie de roca firmé, plana o ligeramente cóncava. La roca debe producir un sonido de timbre al ser golpeada con una broca de acero o varilla (no debe sonar hueco). De no tenerse una ubicación adecuada inmediatamente disponible, debe optarse por excavación



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA MINERA Y METALURGICA
INSTRUMENTACIÓN PARA EL CONTROL GEOTECNICO EN LABORES MINERAS

TESIS PARA OPTAR TITULO PROFESIONAL
INGENIERO DE MINAS

TESISTA:
RONALD HERNESTO MACAZANA ERIQUE

FIGURA N° 48
DOBLE GATO PLANO - APLICACIÓN

FECHA:
DICIEMBRE 2002

manual o de herramienta neumática para preparar la superficie de ensayo. Debe tenerse en consideración una posible modificación de la geometría del túnel mediante sobre excavaciones locales.

- La distancia entre la ubicación del ensayo y cualquier discontinuidad o irregularidad geológica significativa en la superficie de la roca debe ser de por lo menos tres veces la longitud de la ranura para la prensa plana. Puede llevarse a cabo ensayos en roca con juntas siempre que la ranura pueda ser excavada y mantenida abierta suficiente tiempo como para instalar la prensa plana.

CALIBRACIÓN

- Los efectos de borde provocados por la soldadura, particularmente en prensas planas pequeñas, llevan a que la presión hidráulica al interior de la prensa sea mayor que la presión ejercida por esta sobre las paredes de la ranura. Los proveedores de la prensa plana deben medir esta diferencia usando procedimientos de laboratorio adecuados y deben proporcionar un factor de calibración apropiado con cada prensa plana.
- Todo equipo de medición de presión y desplazamiento debe ser calibrado antes de ser usado en cada serie de ensayos. Las calibraciones deben ser realizadas por un laboratorio de ensayos independiente.

INSTALACIÓN Y ENSAYO

- La dimensión larga de la ranura para la prensa plana propuesta debe ser orientada perpendicular ($\pm 3^{\circ}$) a la dirección en la cual se medirá el esfuerzo en la roca superficial.
- Los pares de alfileres de medición deben ser ubicados simétricamente a través de la ubicación trazada para la ranura. La distancia (d) entre los alfileres queda determinada por el medidor de desplazamientos. Una línea que une los alfileres individuales de cada par debe estar a menos de 3° de la normal a la ranura.
- Las plantillas deben ser colocadas en la superficie de roca preparada y debe marcarse las posiciones de los alfileres de medición descritas. Los orificios en

los cuales se fijarán los alfileres de medición deben ser perforados, los alfileres deben ser fijados en su lugar y deben tomarse lecturas de separación iniciales. Las lecturas deben ser repetidas suficiente número de veces para lograr repeticiones en por lo menos 0.005 mm.

- La ranura es entonces cortada. Debe tenerse cuidado de mantener la ranura en la dirección requerida y perpendicular a la superficie de roca. Es usual cortar la ranura más profunda que la dimensión de la prensa plana y preparar el área a un mínimo de 25 mm atrás del frente de la roca. Esto previene la Ocurrencia de fallas locales en la roca durante la presurización.
- Cuando se extraen testigos de roca, estos deben ser conservados, ubicados uno al lado del otro y fotografiados para registrar características geológicas del área de ensayo. Si no se tienen testigos de roca, el carácter de la roca debe ser registrado por observación del frente de roca o por perforación en una ubicación no más cerca del área de ensayo que dos veces la longitud de la prensa plana.
- Debe tomarse más conjuntos de lecturas de desplazamiento luego de cortar la ranura para registrar cuanto cierra la ranura y si bien el cierre es instantáneo o depende del tiempo.
- La prensa plana es introducida completamente en la ranura y, de ser necesario, fijada con lechada de cemento. Debe tenerse cuidado de no atrapar bolsas de aire en la lechada de cemento. Si esto ocurre, es probable que falle la prensa plana o los resultados del ensayo pueden ser no confiables.
- Luego de que la lechada de cemento ha secado, la presión en la prensa plena es incrementada usando incrementos de presión determinados según la magnitud de las mediciones de desplazamiento y el control del sistema de bombeo hidráulico. Los incrementos de presión deben permitir un mínimo de 10 lecturas para el rango de presiones máximo esperado.
- Debe tomarse lecturas de la separación entre alfileres para cada incremento de presión. La presión debe ser incrementada hasta que la separación de los alfileres sea la misma que la que se tenía antes de que la ranura sea cortada. La presión a la cual esto se logra, llamada la presión de cancelación debe ser determinada a partir de los gráficos de presión versus separación entre alfileres.

CÁLCULOS

- Las presiones hidráulicas registradas deben ser corregidas para dar las presiones de ranura aplicadas usando los factores de calibración por efecto de borde y de los medidores de presión discutidas en los párrafos anteriores.
- Los valores de cierre y abertura de la ranura deben ser calculados para cada par de alfileres y para cada incremento de ranuración o presurización restando la lectura inicial de las siguientes.
- El cierre y la abertura de cada par de alfileres deben ser ploteados contra la presión aplicada para determinar la presión de cancelación promedio.
- La componente de esfuerzo que actúa perpendicular al plano de la prensa plana antes de cortar la ranura puede ser tomada como aproximadamente ($\pm 5\%$) igual a la presión de cancelación promedio, siempre que las curvas de separación entre alfileres versus presión determinadas mediante una serie de ciclos de carga y descarga, no muestren histéresis notoria.
- El método de prensa plana para la determinación de esfuerzos, con prensas planas, resulta en la determinación de las componentes de esfuerzo alterado en la vecindad inmediata a la abertura. Esta información puede ser extrapolada desde la abertura hacia el exterior hasta el esfuerzo virgen inalterado aplicando la teoría de elasticidad o mediante técnicas de modelamiento numérico.

REPORTE DE LOS RESULTADOS

El reporte debe incluir la siguiente información general (Ver Cuadro N°1):

- Una descripción de la ubicación del lugar de ensayo.
- Detalles de la(s) ubicación(es) de ensayo dentro del lugar de ensayo.
- Tipo de roca y estructura geológica local.
- Una descripción, ilustrada con diagramas y fotografías, del procedimiento y equipo utilizado. Puede hacerse referencia a estos "Métodos Sugerido", indicando diferencias respecto al equipo y procedimientos recomendados.
- Fabricante de la prensa plana, especificaciones y calibraciones.

- Diagramas de la prensa plana y geometrías de los alfileres de medición.
- Detalles del método de excavación de la ranura para prensa plana y problemas hallados (de ser el caso).
- El tipo, fabricante e información de calibración del medidor de desplazamientos utilizado.

El reporte debe incluir la siguiente información detallada para cada ensayo de prensa plana:

- Desplazamientos iniciales de los alfileres antes de la excavación de la ranura.
- Desplazamientos de los alfileres luego de la excavación de la ranura (inmediatamente después de la excavación de la ranura y varias veces antes de la presurización de la prensa plana).
- Una historia tabular y gráfica de los desplazamientos de los alfileres versus la presión en la prensa plana.
- Interpretación de los resultados de ensayo junto con los métodos utilizados para estimar el esfuerzo virgen (de ser aplicable).
- Resultados de los ensayos mostrando discrepancias sustanciales con otros datos y dando explicaciones posibles o probables de las causas.

NOTAS

- Un resumen de las causas probables y magnitud de errores;
- Cuando se utilizan perforaciones superpuestas para cortar la ranura, la forma de la prensa plana puede ser escogida considerando la geología y espaciamiento entre fracturas. La elección es usualmente rectangular, con un tamaño mínimo de 300 x 300 mm. Cuando se use una hoja de sierra, la prensa plana debe tener forma de un segmento circular fabricado según la forma del corte. La alternativa utilizando sierra es preferible, de ser factible.
- Puede evitarse el utilizar lechada de cemento serruchando una ranura plana con paredes lisas de separación justa para alojar la prensa plana. Una sierra circular es adecuada, dado que produce una ranura lisa de espesor uniforme, pero usualmente está limitada a cortar una ranura de forma semicircular de

profundidad menor al radio de la hoja de sierra. Un método patentado, en el cual la sierra puede penetrar a cualquier profundidad usando un móvil de columna central insertado en un orificio pre perforado, se describe en la publicación "Método Sugerido para la Determinación de la Deformabilidad Usando Prensas Planas» de la SIMR.

- Los efectos de borde pueden ser simplemente tomados en cuenta estimando el espesor in operativo alrededor del perímetro de la prensa plana, restando este del espesor total y reduciendo el esfuerzo aplicado según la razón de área efectiva de prensa plano a área de ranura. La calibración de las prensas planas en una máquina de ensayo a compresión puede proporcionar una evaluación más precisa de este ajuste. Esto es particularmente así en prensas planas semicirculares.
- Si los alfileres se separan con el corte de la ranura, entonces la componente de esfuerzos de la roca en la ubicación de ensayo es de tracción y no puede ser medida con este método.

CUADRO N°1
HOJA DE DATOS DE CAMPO

Proyecto :	Fecha :
Característica :	Ensayo N° :
Tipo de Roca :	Orientación :

Descripción de Equipo	Número de Serie	Fecha de Calibración

Fecha	Hora	Presión	Lecturas de Separación entre alfileres			Observaciones
			N°1	N°2	N°3	

APÉNDICE III

APÉNDICE III ENSAYO DE CARGA CON PLACA

1. FUNDAMENTO TEÓRICO

En este método se aplica una carga sobre una superficie plana de la roca, midiendo la deformación superficial resultante. La base teórica es la conocida solución de Boussinesq para el desplazamiento normal de la superficie de un semi espacio elástico bajo la acción de una carga puntual normal. Esta solución expresa los desplazamientos superficiales en función de la carga aplicada mediante la expresión

$$W_0 = \frac{P(1 - \nu^2)}{\pi Er} \dots\dots\dots (6.1)$$

Donde W_0 representa el desplazamiento normal de la superficie de radio r para una carga normal concentrada P , ν es el módulo de Poisson y E es el módulo de Young. La Ecuación anteriormente mencionada, puede integrarse para obtener los corrimientos superficiales con cargas distribuidas de forma conocida sobre áreas determinadas de la superficie. Las expresiones correspondientes al corrimiento medio son en general complicadas, pero todas pueden expresarse en la forma:

$$\bar{W}_0 = \frac{\bar{m} P(1 - \nu^2)}{E \sqrt{A}} \dots\dots\dots (6.2)$$

Donde \bar{W}_0 es el asiento medio de la superficie cargada, \bar{m} representa un coeficiente de desplazamiento función de la forma de la superficie cargada y de la distribución de la carga, A es el área de la citada superficie y P representa en este caso la carga normal total.

En la tabla A-1 se dan valores de \bar{m} para cargas uniformes sobre diferentes superficies. Puede verse que el valor de \bar{m} no es muy susceptible a variaciones en la forma de la

superficie cargada, reduciéndose sólo en un 15% al pasar de una superficie circular a una rectangular de longitud cinco veces el ancho.

TABLA A-1

Valores de m para carga uniforme sobre superficies circulares o rectangulares

Circulo	Rectángulo con relación de lados (a / b)						
	1:1	1:1.5	1:1	1:3	1:5	1:10	1:100
0.96	0.95	0.94	0.92	0.88	0.82	0.71	0.37

El asiento real varía de un punto a otro dentro del área cargada y su magnitud relativa en un punto cualquiera dependerá también de la distribución de la carga. En el caso de áreas regulares uniformemente cargadas, los asientos variarán desde un máximo en el centro a un mínimo en el borde (en el caso de un círculo) o en las esquinas (en el caso de una placa rectangular). En una superficie cuadrada con carga uniforme, el asiento en el centro es el doble que en las esquinas. La magnitud del asiento máximo y su posición dependen en gran parte de la distribución de la carga. Por el contrario, la magnitud del asiento medio depende mucho menos de la distribución de la carga, siendo función principalmente de la carga total. Como suele ser mucho más fácil medir la carga total que calcular la distribución de presiones bajo una placa se suele preferir medir el asiento medio en lugar del máximo; el error cometido al suponer una distribución de carga uniforme probablemente no superará el 5 % y en muchos casos será considerablemente inferior.

Además de la medida del asiento de la placa, se puede también medir los corrimientos normales de la superficie en varios puntos exteriores al área cargada. Estos desplazamientos son necesariamente, en teoría, menores que los correspondientes al interior del área cargada. Siendo aun válida la ecuación (6.1) se puede llegar por integración a relaciones, también con la forma de la ecuación (6.2), para los desplazamientos exteriores al área cargada. Para una placa circular bajo carga uniforme el asiento superficial W_{on} , a una distancia r_n , puede expresarse en la forma:

$$W_{0n} = \frac{m_{0n} p (1 - \nu^2)}{aE} \dots\dots\dots (6.3)$$

donde:

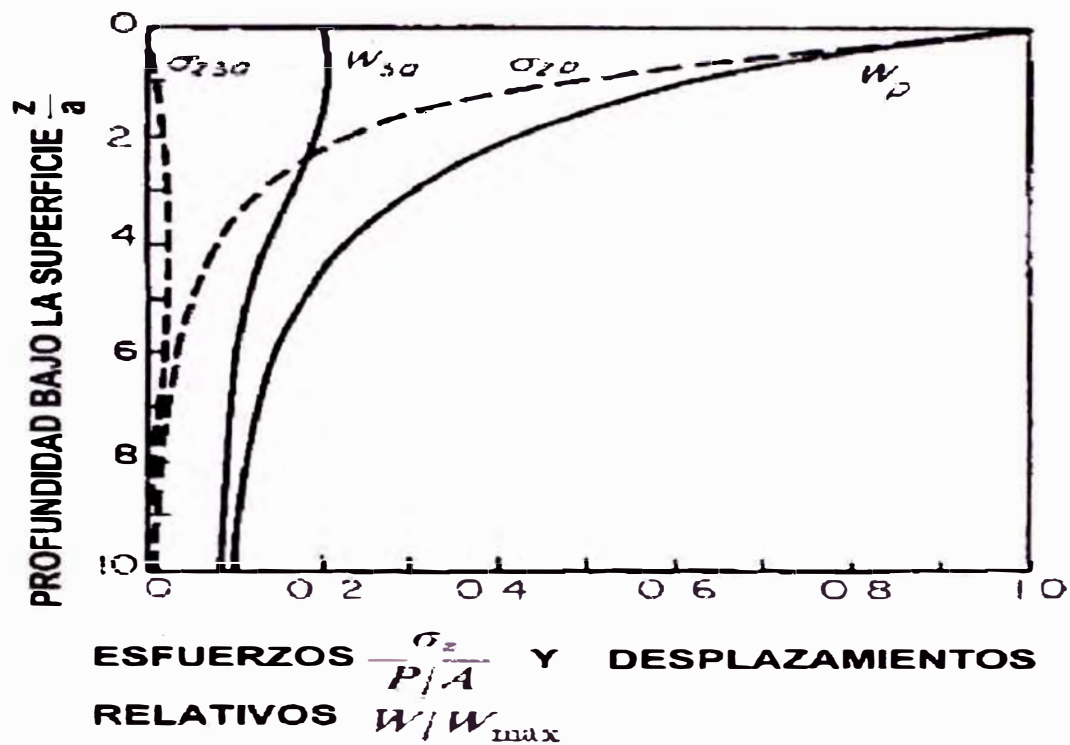
$$m_n = \frac{4}{2\pi \left(\frac{a}{r_n}\right)} \left[\int_0^{\pi/2} \left(1 - \frac{a^2}{r_n^2} \sin^2 \theta\right)^2 d\theta - \left(1 - \frac{a^2}{r_n^2}\right) \int_0^{\pi/2} \left(1 - \frac{a^2}{r_n^2} \sin^2 \theta\right)^{-1/2} d\theta \right]$$

Donde a es el radio del círculo uniformemente cargado. m_n , puede obtenerse para distintos valores de a / r_n de las tablas de integrales elípticas. Una expresión semejante puede deducirse para los desplazamientos exteriores a una superficie cargada rectangular. También se ha descrito un método gráfico, que puede emplearse para realizar todas las integraciones anteriores sobre superficies de forma cualquiera, con una distribución de cargas arbitraria.

La medida de estos desplazamientos exteriores resulta útil por varios motivos que pueden resumirse a continuación:

- Proporciona una comprobación frente a errores importantes en las medidas. Estos desplazamientos resultan también menos sensibles a variaciones en la distribución de presiones que los asientos interiores a la superficie cargada.
- Dan una mejor información sobre las propiedades de deformación en profundidad, ya que los desplazamientos exteriores vienen influenciados en mucha mayor extensión por el comportamiento de la roca más profunda que en el contacto inmediato con la placa de carga. De esta forma puede obtenerse una información más representativa de todo el macizo rocoso.

Esto puede apreciarse en la Figura N°49 mostrada, donde se ha representado la variación del desplazamiento normal W y de la tensión σ_z en el interior de la roca. Estos resultados se basan en la teoría elástica para una placa circular cargada de radio a. Las líneas continuas representan los asientos verticales W_p bajo el centro de la placa circular y W_{3a} en una línea normal a la superficie a una distancia $r = 3a$ del eje de la placa,



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA MINERA Y METALURGICA	
INSTRUMENTACIÓN PARA EL CONTROL GEOTECNICO EN LABORES MINERAS	
TESIS PARA OPTAR TITULO PROFESIONAL INGENIERO DE MINAS	FIGURA N° 49 DIAGRAMA ESFUERZO - DESPLAZAMIENTO ENSAYO DE CARGA
TESISTA: RONALD HERNESTO MACAZANA ERIQUE	FECHA: DICIEMBRE 2002

ambos referidos al asiento superficial máximo W_{\max} . Las líneas de trazos representan los esfuerzos correspondientes σ_{zp} y σ_{z3a} en función de la presión P/A . Las curvas corresponden a un valor $\nu = 0,2$. De estos resultados es evidente que los asientos bajo el área cargada resultan influenciados en mucho mayor grado por la roca superficial que aquellos que se encuentran a una cierta distancia del punto de aplicación de la carga. Por ejemplo, aproximadamente el 80% de los asientos de la propia placa se deben al material a profundidad z/a menor de 4, o igual al doble del diámetro de la placa. Para un punto a fuera del área cargada ($r = 3a$) la profundidad que contribuye al 80% del asiento es del orden de 10 veces el diámetro. En la práctica este efecto puede tener una importancia considerable, ya que la roca superficial inmediata puede haber sido modificada por efecto de las voladuras necesarias para preparar la zona de prueba.

Se obtiene una comprobación de la validez de las hipótesis elásticas, ya que se pueden comparar la magnitud relativa de los asientos a distintas distancias de la superficie cargada con los previstos por la teoría elástica. El efecto de la fisuración se aprecia como una discontinuidad de desplazamiento fuera del área cargada: Los puntos próximos al área cargada tienen mayor desplazamiento y los más alejados menor desplazamiento de lo que pudiera esperarse a partir de la teoría elástica.

2. MÉTODOS PARA EL ENSAYO DE CARGA CON PLACA

Generalmente la carga se aplica mediante un gato a través de un elemento de reparto. Se requiere una carga de varios cientos de toneladas para obtener deformaciones medibles de superficies representativas, siendo el problema fundamental conseguir una reacción suficientemente fuerte contra la cual apoyar los gatos. Debido a ello, estos ensayos se suelen realizar en galerías subterráneas excavadas para este fin. En la Figura N°09 se muestra de forma esquemática una disposición de ensayo, donde puede verse que la solera de un túnel se somete a carga a través de un bloque de reparto mediante un gato o gatos apoyados contra la bóveda. El bloque de reparto determina el área de carga y sus características controlan en gran parte la distribución de presiones en la zona cargada (Ver Figura N°10).

1. TAMAÑO DEL ÁREA CARGADA

El objeto fundamental de los ensayos In Situ es afectar un volumen de roca suficientemente grande para que los resultados obtenidos sean representativos de esa región del macizo rocoso. Idealmente esto requiere que la dimensión lineal del área cargada sea grande respecto al intervalo de fisuración principal de la roca (si existe). Como la separación entre fisuras principales puede ser del orden de 1 m o más, este ideal suele ser imposible de alcanzar, ya que las dimensiones de la galería necesaria resultarían excesivamente grandes. Una gran parte del costo de este tipo de ensayos radica en la excavación de la galería, cuyas dimensiones y costo están íntimamente relacionados con el tamaño de la superficie cargada. Las galerías de ensayo no suelen tener utilización posterior y su única función es proporcionar una información geotécnica adicional. Así pues, como su perforación es cara, el aspecto económico suele fijar el límite superior del tamaño alcanzable, más que las consideraciones puramente técnicas. En la práctica la superficie cargada raramente es superior a 1 m²; se supone que esto representa un compromiso económico satisfactorio, pero es probable que se encuentre más cerca del límite inferior del tamaño conveniente para la mayoría de las rocas. Con estas dimensiones la profundidad de roca realmente influenciada es del orden de 1 a 2 m, la cual puede no superar en mucho la profundidad perturbada durante las operaciones de excavación. Los resultados obtenidos en superficies mucho menores a la indicada serán con seguridad poco representativos, encontrándose más cerca de los correspondientes a muestras ensayadas en laboratorio.

2. MAGNITUD DE LA CARGA APLICADA

Esta depende en gran parte del tamaño de la superficie cargada; la carga debe ser suficientemente grande para proporcionar deformaciones medibles con facilidad razonable. Puede deducirse de la Ecuación 6.2, que, para mantener una deformación dada, la magnitud de la carga debe aumentar proporcionalmente a la raíz cuadrada de la superficie cargada. En la práctica, conviene que la presión media sea semejante a la que se puede esperar de la estructura proyectada. Se han descrito como típicas cargas de

300t sobre una superficie de 1 m² y 720 t sobre 1.2 m². Un límite superior práctico viene definido por el número de gatos que pueden colocarse sobre el elemento de reparto y en algunos casos por la capacidad portante de la roca.

3. CARACTERÍSTICAS DEL ELEMENTO DE REPARTO

Se han hecho algunos intentos para asegurar una distribución uniforme de presiones sobre la superficie cargada, principalmente utilizando un gato Freysinnet como elemento de reparto u otras formas de «colchones» metálicos rellenos de aceite, o colocando láminas de caucho entre el bloque de reparto y la superficie rocosa. Sin embargo, la carga se aplica generalmente a través de un bloque metálico o de hormigón armado. Esto resulta totalmente satisfactorio siempre que se pretendan medir desplazamientos medios. En cualquier caso, la medida del desplazamiento máximo (en el centro) se ve dificultada por la mayoría de los dispositivos proyectados para conseguir una carga uniforme. El elemento de reparto suele ser circular o rectangular (generalmente cuadrado). Se suele colocar una capa de mortero entre el elemento de reparto y la superficie de la roca para conseguir un contacto inicial uniforme.

4. MÉTODOS DE MEDIDA

Los desplazamientos a medir suelen ser del orden de 0.01 a 0.1 cm y pueden determinarse convenientemente mediante comparadores graduados en milésimas de milímetro, con un recorrido de 1.5 cm. Los comparadores deben estar sujetos a una base firme, la cual suele adoptar la forma de un «puente» metálico apoyado fuera de la superficie de ensayo y fijo a la roca firme. A este respecto, se suele considerar que la roca no se deforma a una distancia de 3 ó 4 diámetros del elemento de reparto a partir del centro de la superficie cargada, pero en general se adoptan distancias mucho más pequeñas, lo cual es razonable si de hecho se produce una fisuración. Es esencial que el puente sea suficientemente rígido, dado el grado de precisión exigido en las medidas. Los desplazamientos de la superficie de la roca pueden medirse con comparadores colocados entre el puente y pequeñas varillas de metal adheridos con mortero a la roca. El asiento medio de la superficie cargada se puede determinar mediante comparadores

colocados en diferentes puntos de la cara superior del bloque de reparto. El asiento medio indicado por esos comparadores se corrige para tener en cuenta la compresibilidad del propio bloque. Debe ponerse un cierto cuidado en la elección del número y el emplazamiento de estos últimos comparadores, teniendo en cuenta la restricciones impuestas por la presencia de los gatos.

Otro sistema consiste en colocar dos bloques de reparto sobre paredes opuestas, a cada extremo de los gatos. En este caso las medidas se hacen mediante comparadores sobre brazos telescópicos montados entre puntos correspondientes de los bloques de reparto opuestos.

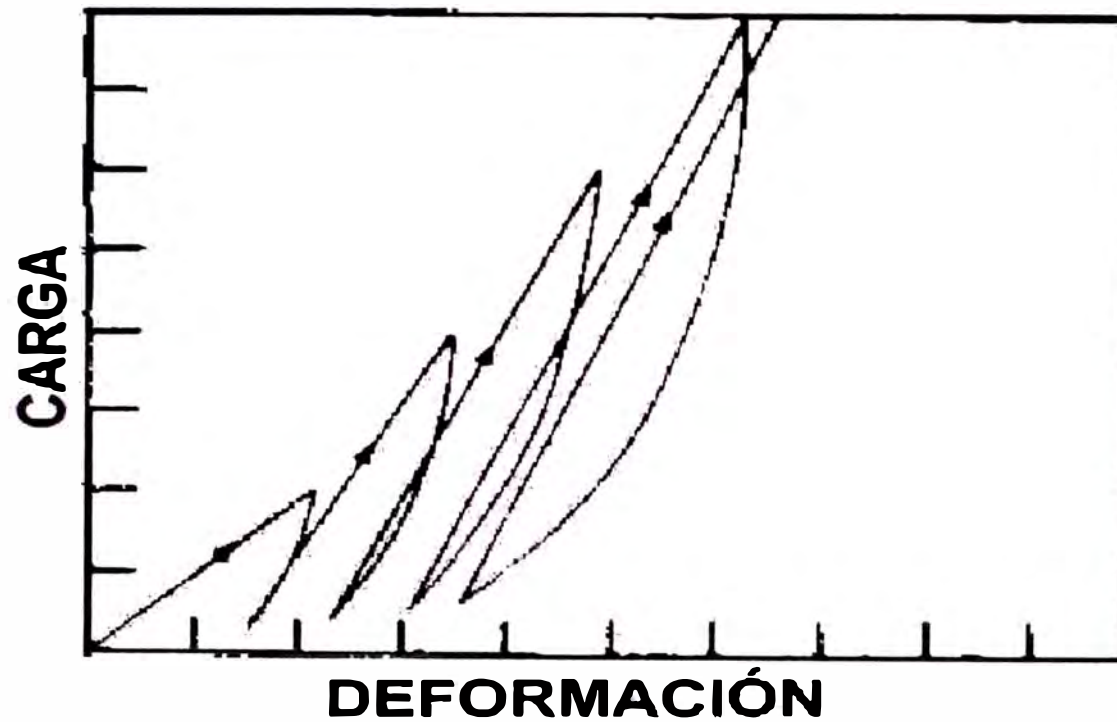
5. DIMENSIONES DE LA GALERÍA DE ENSAYO

Las paredes de la galería deben tener una zona plana de extensión suficiente para justificar la hipótesis del sólido semi - indefinido adoptada en los cálculos; en la práctica. Esto significa que las paredes deben ser planas en una zona de por lo menos 3 ó 4 veces el radio del elemento de reparto, entorno al mismo. La distancia entre las paredes debe ser suficiente para poder colocar los gatos y elementos de reparto. La galería debe ser suficientemente profunda para evitar que la proximidad de la superficie tenga influencia sobre los ensayos. Se supone generalmente que esta condición de profundidad es del orden de diez veces la altura de la galería.

Normalmente se realizan varios ensayos a lo largo de cada galería. Estos ensayos deberán realizarse con orientaciones variables en el plano normal al eje de la galería, variando ésta de dirección en su desarrollo, para determinar las propiedades de deformación direccional del macizo rocoso.

6. MÉTODO DE ENSAYO.

El método general consiste en aplicar la carga por escalones, descargando después de cada uno de ellos. En la Figura N°50 se da una curva típica carga - deformación de carácter general. En el primer ciclo se aplica aproximadamente el 25% de la carga total,



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA MINERA Y METALURGICA	
INSTRUMENTACIÓN PARA EL CONTROL GEOTECNICO EN LABORES MINERAS	
TESIS PARA OPTAR TITULO PROFESIONAL INGENIERO DE MINAS	FIGURA N° 50 DIAGRAMA TIPICO CARGA - DEFORMACIÓN ENSAYO DE CARGA
TESISTA: RONALD HERNESTO MACAZANA ERIQUE	FECHA: DICIEMBRE 2002

en el segundo ciclo, el 50% y así sucesivamente. Las curvas de carga suelen aproximarse a líneas rectas aunque en la descarga se aprecia una considerable histéresis. Generalmente la roca cobra rigidez después de los primeros ciclos, probablemente a causa de la compactación del material de relleno de las diaclasas y al aplastamiento de pequeñas abultamientos en fisuras y diaclasas. Suele ser corriente determinar las propiedades elásticas a partir del módulo secante del segundo ciclo de carga. Existe escasa justificación lógica para ello excepto que, cuando se inyecta completamente la roca, sus propiedades son mucho más consistentes y se aproximan más exactamente a los valores así determinados. Pueden hacerse en cada escalón medidas de fluencia a corto plazo, observando los desplazamientos a carga constante.

APÉNDICE IV

APÉNDICE IV

MÉTODO PARA LA DETERMINACIÓN DE ESFUERZOS EN ROCA USANDO UNA CELDA TIPO CSIR O CSIRO CON 9 Ó 12 MEDIDORES DE DEFORMACIÓN

ALCANCE

- Este método está orientado a determinar el tensor de esfuerzos en roca midiendo las deformaciones que ocurren en las paredes de una perforación cuando los esfuerzos son aliviados debido a la sobre extracción.
- El método se restringe a rocas cuyo comportamiento no es significativamente distinto del de un medio homogéneo, perfectamente elástico.
- El estado de esfuerzos y fracturamiento pre existente en la roca en las ubicaciones de medición deben ser tales que sea posible obtener trozos de testigo relativamente largos (aproximadamente dos a tres veces el diámetro del orificio de extracción) sin roturas
- Debido a dificultades en obtener un acople satisfactorio del medidor de deformaciones cuando la roca está mojada, este método es usualmente no práctico para orificios en terreno saturado de agua perforados hacia abajo.

APARATOS

EQUIPO DE PERFORACIÓN

- Un taladro y cilindros giratorios y brocas NXC (86 mm de diámetro) o mayores, para avanzar la perforación hasta la profundidad y ubicación de medición requeridas. Cuando se perfora desde obras subterráneas, el taladro puede necesitar ser ajustado con provisiones de control exhaustivas (por ejemplo limpiadores, etc.) y provisiones anti chispas si las obras subterráneas presentan amenaza por inflamación de gases.

- Brocas para perforación y guías centralizadoras, para permitir la perforación de un orificio piloto (38mm de diámetro) en el extremo final del orificio de sobre extracción y concéntrico a éste.
- Una "celda de deformaciones" (Ver Figura N°13 - Capítulo V) diseñada para pegar un número de medidores de deformación a la pared lateral del orificio piloto. La celda de deformaciones debe satisfacer los siguientes requerimientos:
 - Para evitar las dificultades causadas por la naturaleza no homogénea, anisotrópica de la mayoría de rocas, los medidores de deformaciones deben ser pegados tan cerca entre ellos como sea posible de modo que sólo un pequeño volumen de roca esté involucrado
 - Los medidores de deformación deben ser mutuamente orientados de modo tal que puedan obtenerse seis mediciones de deformación independientes, (por ejemplo usando tres rosetas estándar de medidores de deformación, cada una consistiendo de tres o cuatro medidores en un arreglo tal como el mostrado en la Figura N°15 del capítulo V. Este arreglo de medidores logra un adicional de tres a seis mediciones de deformación que u pueden ser usadas para chequeo o para la estimación del error.
 - Cada medidor de deformaciones individual debe tener una longitud de medidor de por lo menos 10 mm.

EQUIPO DE INSTALACIÓN

- Una herramienta de instalación a la cual puede conectarse la celda de deformaciones para facilitar la conexión eléctrica de los varios medidores de deformación mientras es insertado en el orificio piloto. La herramienta de instalación debe además contener un dispositivo para orientar la celda de deformaciones y otro dispositivo (usualmente operado a gas) para poner las rosetas de medidores de deformación en contacto con las paredes laterales. Las

dimensiones de la herramienta de instalación deben ser tales que pueda ser fácilmente empujada al interior del orificio piloto. Debe incluirse un suficiente número de barras de instalación y una longitud de cable eléctrico y manguera de abastecimiento de gas.

- Materiales y herramientas de limpieza para permitir que el orificio piloto sea secado (por ejemplo rociando con alcohol) e imprimado para dar una buena ligazón con el adhesivo del medidor de deformaciones.
- Un tapón para sellar el orificio piloto durante la extracción.

EQUIPO DE MEDICIÓN

- Uno o varios puentes de deformación capaces de medir con una precisión de 5×10^{-6} mm / mm.
- Conectores eléctricos e interruptores de modo que la deformación en cada medidor pueda ser medida por medio de un puente de deformaciones.
- Dispositivo para el monitoreo de la temperatura con una precisión de 1°C en la ubicación del sensor cuando se toman las lecturas iniciales.
- Solventes, imprimantes y adhesivos para los medidores de deformación apropiados para las condiciones de roca. Los medidores de deformación deben permanecer seguramente pegados a la roca durante las fases de perforación y medición para que los resultados sean considerados válidos.

PROCEDIMIENTO

PERFORACIÓN

- Se perfora un orificio, de aproximadamente 90 mm de diámetro, en la masa de roca hasta el punto donde se va a medir el esfuerzo en la roca. El orificio debe ser perforado tan derecho y tan correctamente como sea posible usando un cilindro giratorio largo (longitud mínima de 1.5 m) y los testigos deben ser recuperados y extraídos completamente. El orificio es generalmente perforado desde el subsuelo ligeramente sobre la horizontal para facilitar el drenaje de todo el perforado y otra agua desde el punto de instalación de la celda.

- El extremo del orificio es aplanado con la broca.
- Se perfora un orificio piloto de 550 mm de longitud al interior del extremo final de, y concéntrico a, la perforación de 90 mm.
- Si el testigo obtenido de la perforación del orificio piloto está en una sola pieza y está libre de planos débiles, la medición puede llevarse a cabo. El testigo del orificio piloto debe ser cuidadosamente marcado para poder identificarlo luego. Si el testigo está roto, la perforación de 90 mm debe ser perforada alrededor de 0.5 m más profunda y repetirse hasta que se halle una posición en la cual se pueda obtener un testigo sólido no roto. Los intervalos con testigos de orificio piloto fracturados deben ser examinados con un periscopio de perforación o cámara de TV para determinar la extensión y severidad del fracturamiento, antes de rechazar una zona de ensayo potencial.

INSTALACIÓN

- El orificio piloto es limpiado con un chorro de agua utilizando una manguera o barras de perforación huecas. Luego del lavado, se seca (por ejemplo con solvente) la parte de la perforación donde la celda de deformaciones será fijada y es rociada con un imprimante adecuado según el adhesivo a ser usado.
- La celda de deformaciones es conectada a la herramienta de instalación la cual es conectada por medio de un cable multi testigos a un puente de deformaciones. Los medidores de roseta son limpiados cuidadosamente con un solvente, y se hace un chequeo para asegurar que todos los medidores están en condición de trabajo y que puede obtenerse un balance en el puente.
- La operación de la celda de deformaciones es chequeada rotando la herramienta para asegurarse de que el dispositivo de orientación está bien y, determinando si los tres medidores son extraídos cuando se activan los controles apropiados.
- Se esparce una capa de 2 a 3 mm de espesor de adhesivo sobre la superficie de cada medidor de roseta.
- La herramienta de instalación, con la celda de deformación conectada a ella, es empujada de la perforación de diámetro grande hacia el orificio piloto por medio de barras de instalación. Una vez dentro del orificio piloto, la celda de

deformaciones es orientada rotando las barras, y los medidores son entonces presionados en contacto con las paredes laterales del orificio. La presión en los medidores es mantenida suficiente tiempo para permitir el secado completo del adhesivo.

MEDICIONES Y SOBRE EXTRACCIÓN

- Se toman lecturas de deformación inicial; la herramienta de instalación es retirada del orificio; y el orificio piloto es sellado utilizando el tapón del orificio (Ver Figura N°24 - Capítulo V).
- Al tomar lecturas, debe hacerse dos veces un balance en cada medidor y el promedio de las dos lecturas debe ser usado en los cálculos. Debe hacerse por lo menos dos juegos completos de lecturas.
- Una hoja de datos de campo.
- La celda de deformaciones es entonces sobre extraída y el testigo que contiene la celda es retirado del orificio. Esto alivia los esfuerzos en la roca a la cual las rosetas de medidores de deformaciones están acopladas. Se toman más juegos de lecturas, como se describe en el párrafo 9b, para determinar un nivel estable de esfuerzo post-perforación para cada medidor de deformaciones.
- Las mediciones a profundidades mayores pueden ser entonces realizadas según lo requerido extendiendo la perforación de diámetro grande y repitiendo las operaciones anteriormente realizadas.

CÁLCULOS

- Los valores de abatimiento de deformaciones son calculados restando las lecturas promedio antes y después de la extracción.
- El sistema de referencia usado en estos "Métodos Sugeridos" tiene el eje z a lo largo del eje de la perforación (positivo en la dirección de perforación) y los ejes x e y perpendiculares al eje z para formar un sistema regido por la ley de la mano derecha.

- La posición de un medidor de roseta en la pared de la perforación es identificada por su acimut respecto al eje (positivo contra las agujas del reloj visto desde el cuello de la perforación).
- La posición de un medidor de deformaciones dentro de una roseta es identificada por el ángulo entre la dirección z y la dirección del medidor de deformaciones mismo (positivo contra las agujas del reloj visto desde el eje de la perforación).
- La siguiente ecuación es utilizada para relacionar las deformaciones medidas a las componentes del tensor de esfuerzos, σ_x , σ_y , σ_z , τ_{xy} , τ_{xz} , τ_{yz} en casos en los cuales la roca es razonablemente isotrópica. En los casos en los cuales hay indicación de que la roca es significativamente debe considerarse un método de reducción de datos alternativo, descrito por Amadei .

$$\varepsilon = A_{xx}\sigma_x + A_{yy}\sigma_y + A_{zz}\sigma_z + A_{xy}\tau_{xy} + A_{xz}\tau_{xz} + A_{yz}\tau_{yz}$$

Los coeficientes A están dados por:

$$A_{xx} = \frac{1-\nu}{2E} - \frac{1+\nu}{2E} \left[(\cos 2w) - (1-\nu^2)x(1-\cos 2w)\cos 2\theta \right]$$

$$A_{yy} = \frac{1-\nu}{2E} - \frac{1+\nu}{2E} \left[(\cos 2w) - (1-\nu^2)x(1-\cos 2w)\cos 2\theta \right]$$

$$A_{zz} = \frac{1-\nu}{2E} + \left[\frac{1+\nu}{2E} \cos 2w \right]$$

$$A_{yz} = 2 \frac{1+\nu}{2E} \text{sen}(2w \cos \theta)$$

$$A_{xz} = -2 \frac{1+\nu}{2E} \text{sen}(2w \text{sen} \theta)$$

$$A_{xy} = -2 \frac{(1-\nu^2)}{E} (1-\cos 2w) \text{sen} 2\theta$$

Donde w y θ están definidos gráficas, E es el módulo de Young y ν es la relación de Poisson de la roca. Estos valores son normalmente obtenidos mediante ensayos de laboratorio con los especímenes tomados de los testigos, usando el Método Sugerido

para Determinación en Laboratorio de Deformabilidad de Rocas" de la SIMR. Alternativamente, las constantes elásticas pueden ser obtenidas a partir de ensayos biaxiales o triaxiales del testigo que contiene la celda de deformaciones.

Las componentes del tensor, σ_x , σ_y , σ_z , τ_{xy} , τ_{xz} , τ_{yz} que se ajustan mejor a los datos medidos, son obtenidos por medio de un procedimiento de ajuste por mínimos cuadrados.

Los esfuerzos principales, σ_1 , σ_2 y σ_3 , y sus cosenos directores deben ser entonces calculados a partir de las componentes del tensor de mejor ajuste mediante ecuaciones de elasticidad, usualmente con la ayuda de una computadora (Vreede).

REPORTE DE LOS RESULTADOS

El reporte debe incluir la siguiente información general:

- Las ubicaciones, direcciones y longitud de las perforaciones.
- Un perfil geotécnico de cada perforación mostrando las profundidades de medición, dando particular atención a las características geológicas y estructurales de la roca en las ubicaciones de determinación de esfuerzos.
- Una descripción, ilustrada con diagramas y fotografías, del procedimiento y equipo utilizado. Puede hacerse referencia a estos "Métodos Sugeridos" indicando las diferencias respecto al equipo y procedimientos recomendados.

El reporte incluye la siguiente información de profundidades detallada para cada ubicación de medición:

- Una tabulación de la orientación y lecturas de abatimiento de deformaciones para cada medidor.
- Valores del módulo de Young y la relación de Poisson usados en los cálculos y un recuento de cómo fueron estos determinados.
- Las seis componentes del tensor de abatimiento de deformación calculadas en tal ubicación con una aproximación de 0.1 MPa.

- Estimaciones de la desviación estándar y errores para los cálculos de regresión. Las magnitudes y direcciones calculadas del esfuerzo principal referidas al sistema de ejes de la perforación y al eje global del proyecto.
- Resultados de ensayo mostrando discrepancias significativas con otros datos y dando posibles o probables explicaciones de las causas.

NOTAS

- Las condiciones de la roca reales en sitio rara vez se ajustan a las condiciones idealizadas asumidas para propósito del cálculo del esfuerzo. El que las suposiciones de elasticidad idealizadas sean suficientemente cercanas a las condiciones reales para que las mediciones de esfuerzos sean válidas, debe ser determinado por el ingeniero de proyecto. Si existen condiciones de módulo anisotrópicas las celdas de deformaciones que contienen 12 medidores de deformación proporcionan un sistema de análisis más apropiado.
- Si la roca en un lugar de medición es tal que no pueden obtenerse piezas largas de testigo de una roca intacta, entonces debe utilizarse otro método, que no requiera un testigo o para el cual sea suficiente piezas de testigo más cortas.
- La "celda de deformación triaxial", desarrollada por el Consejo de Sudáfrica para Investigación Científica e Industrial (CSIR), cumple los requerimientos de estos "Métodos Sugeridos". Los detalles de la orientación del medidor, etc. son específicos a un modelo de celda de deformaciones dado y son proporcionados por el fabricante para simplificar el cálculo de esfuerzos.
- El procedimiento y cálculos descritos en estos "Métodos Sugeridos" se basan en la celda de deformaciones triaxial identificada en el tercer párrafo de las presentes notas. Otro dispositivo que es similar en concepto y cumple los requerimientos de estos "Métodos Sugeridos" ha sido desarrollado por la Organización de Investigación Científica e Industrial de la República de Australia (CSIRO). Este dispositivo, y conocido como la celda de Intrusión Hueca (HI) CSIRO, se tiene disponible comercialmente. Consiste de tres rosetas de medidores de deformación de tres componentes encapsuladas en una tubería

de pared delgada con recubrimiento epóxico. Una de las mayores diferencias entre la celda CSIR y la celda CSIRO HI es que la celda CSIRO HI está permanentemente conectada al cable de transmisión de lecturas.

- Por ello, los datos de abatimiento de esfuerzos son obtenidos y monitoreados durante el proceso de extracción.
- La longitud máxima del medidor de deformaciones está restringida por el tamaño de la perforación; la mínima Longitud que debe ser usada es de 10 mm.
- El procedimiento descrito aquí se basa en la celda de deformaciones triaxial mencionada en el tercer párrafo. Si se usa otro instrumento, las dimensiones de las perforaciones y otras dimensiones deben cambiarse para encajar este instrumento.
- Normalmente se utiliza agua para enfriar y limpiar durante la perforación. Por ello, la superficie del orificio está húmeda luego de la perforación y muy pocos cementos para medidores de deformación se adhieren a la roca húmeda. Para superar este problema se tiene disponibles imprimantes tales como Silane Coupling Agent N^o A1120 o A1100 de la Union Carbide Corporation. Por ejemplo, se ha utilizado como imprimante una mezcla de 10% (en volumen) de silane en alcohol.
- El adhesivo a ser utilizado depende de las condiciones que prevalecen en el lugar en el cual se llevan a cabo las mediciones. Cualquier adhesivo estándar de medidores de deformaciones puede ser utilizado siempre que se pegue bien a la roca y a los medidores. Normalmente, el mejor adhesivo debe ser hallado por ensayo - error.
- Un adhesivo de secado rápido, para el cual se tienen menos de 5 minutos luego del mezclado para su utilización, puede ser usado cuando el tiempo de instalación es menor de 5 minutos.
- Esto significa que la perforación de medición debe ser corta (10 m o menos) y la temperatura de la roca debe estar por debajo de los 15°C. Los siguientes adhesivos de secado rápido pueden, por ejemplo, ser usados en estas condiciones: Cemento para medidores de deformación Philips tipo 9244/04; cemento de deformaciones de secado rápido Hottinger tipo X-60.

- Puede por ejemplo utilizarse epóxico, un adhesivo de secado lento, cuando las mediciones son llevadas a cabo en perforaciones más largas y cuando la temperatura de la roca está sobre los 15°C (el tiempo de secado se reduce al incrementarse la temperatura).

APÉNDICE V

APÉNDICE V
TENSÓMETRO DE INCLUSIÓN
(BOREHOLE INCLUSION STRESS METERS)

1. FUNDAMENTO TEÓRICO

Un tensómetro de inclusión se diferencia de un medidor de deformación transversal en que puede calibrarse directamente en esfuerzos, incluso aunque su respuesta a un esfuerzo sea una deformación medida o algún otro efecto resultante de esa deformación. Los “tensómetros” (stressmeters) son, de hecho, inclusiones rígidas o casi rígidas mientras que los medidores de deformación pueden ser inclusiones blandas que ofrecen poca resistencia a la deformación del sondeo o simplemente medidores del perfil que no oponen ninguna resistencia.

Puede demostrarse que, cuando se coloca una inclusión circular elástica en un material elástico “huésped”, sometido a una carga axial uniforme, y ambos se sueldan según el perímetro de contacto, si se produce un cambio de esfuerzo σ en el material base se creará un esfuerzo uniformemente repartido σ' en la inclusión tal que:

$$\frac{\sigma'}{\sigma} = (1 - \nu^2) \left[\frac{1}{(\nu - 1) + \frac{E'}{E} (\nu' + 1)(1 - 2\nu')} + \frac{2}{\frac{E'}{E} (\nu' + 1) + (\nu + 1)(3 - 4\nu)} \right]$$

Donde E es el módulo de Young del material huésped, E' es el módulo de la inclusión, ν es el módulo de Poisson del material huésped y ν' el de la inclusión.

La relación σ'/σ tiende a un valor límite cuando E'/E tiende a infinito, pero para valores prácticos alcanza un valor constante de 1.5 cuando E' > 5E.

El esfuerzo tangencial provocado en la inclusión vale:

$$s = \frac{\sigma_1 - \sigma_2}{K - k}$$

Donde σ_1 y σ_2 son los esfuerzos principales en el material huésped y K y k son dos constantes definidas por Wilson.

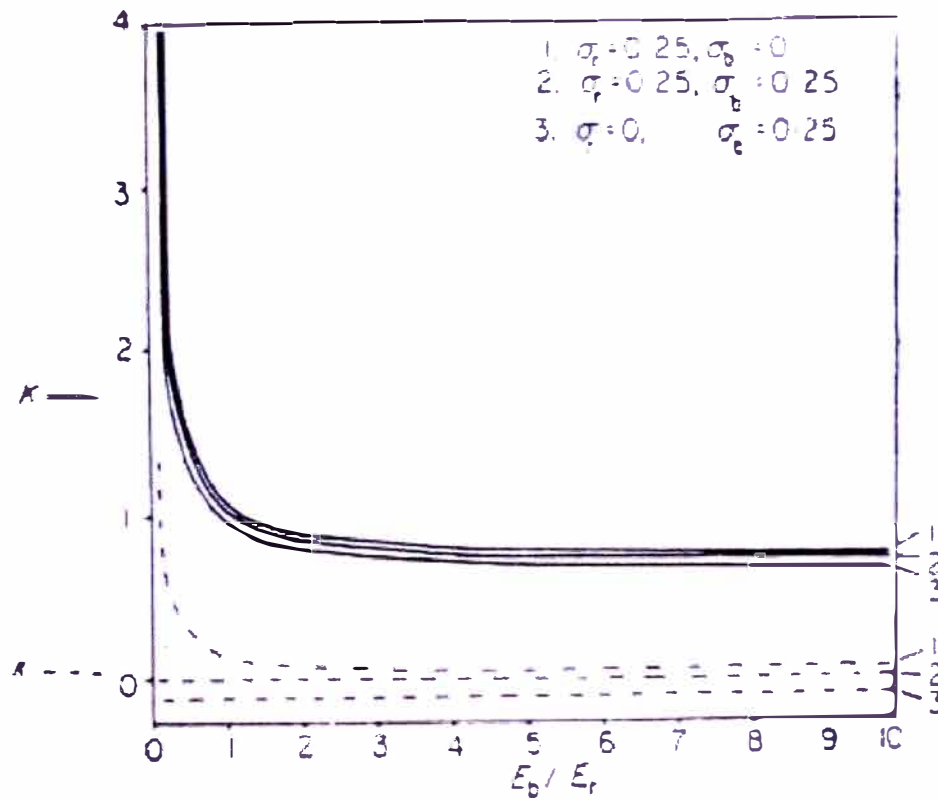
$$K = \frac{(1 - \nu')(3 - 4\nu')}{8(1 - \nu)(1 + \nu)} \times \frac{E}{E'} + \frac{5 - 4\nu}{8(1 - \nu)}$$

$$k = \frac{(1 + \nu')(1 - 4\nu')}{8(1 - \nu)(1 + \nu)} \times \frac{E}{E'} + \frac{4\nu - 1}{8(1 - \nu)}$$

Coutinho representó los valores de K y k en función de la relación E'/E (Ver Figura N°51) demostrando que para valores de $E'/E > 2$, K y k varían muy poco y son prácticamente constantes cuando $E' > 3E$.

Esto significa que si un tensómetro de inclusión se adhiere firmemente con mortero o se fija por cualquier otro método a las paredes de un sondeo realizado en la roca, las variaciones en los esfuerzos del macizo rocoso darán lugar a variaciones en el tensómetro que estarán poco influenciadas por variaciones en el módulo de elasticidad de la roca. Es decir, no es necesario tener un conocimiento exacto del módulo de la roca. Cuanto más rígido sea el tensómetro, menor importancia tendrá el conocimiento del módulo del macizo rocoso.

Medidores que utilizan este principio han sido construidos por Hast, Wilson, Potts, y Hawkes. Todos estos aparatos pueden “pre – comprimirse” después de colocarlos, de forma que posteriormente pueden emplearse para medir esfuerzos absolutos por el método de la sobreperforación o esfuerzos relativos por encima y debajo del nivel inicial de pre - compresión. La diferencia esencial entre estos instrumentos radica principalmente en su forma de “lectura”. El medidor de Hast posee un sistema eléctrico magneto estrictivo, el de Wilson una serie de bandas extensométricas, el de Potts un sistema de presión hidráulica controlado por bandas extensométricas colocadas sobre un diafragma deformable y el de Hawkes un transductor de vidrio fotoelástico accionado por un mecanismo de cuña deslizante. Los tensómetros de inclusión fotoelásticos



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA MINERA Y METALURGICA	
INSTRUMENTACIÓN PARA EL CONTROL GEOTECNICO EN LABORES MINERAS	
TESIS PARA OPTAR TITULO PROFESIONAL INGENIERO DE MINAS	FIGURA N° 51 VARIACIÓN DE LAS CONSTANTES DE PRPORCIONALIDAD - TENSOMETROS DE INCLUSIÓN
TESISTA: RONALD HERNESTO MACAZANA ERIQUE	FECHA: DICIEMBRE 2002

proyectados por Hiramatsu y Roberts y otros son mucho más sencillos, de una sola utilización y relativamente cómodos, pensados principalmente para medir cualquier modificación de esfuerzos después de su inclusión.

2. TENSÓMETRO DE HAST

Este aparato emplea un dispositivo magneto estrictivo formado por un solenoide de aleación de níquel sobre el que está arrollada una bobina protegida por una rejilla cilíndrica de permalloy. El solenoide soporta la carga de unas placas comprimidas contra las paredes del sondeo por un sistema de cuñas múltiples.

La deformación del solenoide bajo carga altera la permeabilidad magnética del sistema y el voltaje de impedancia disminuye en la bobina, midiéndose éste. El ancho de las placas de contacto puede elegirse de acuerdo con las condiciones del lugar, con objeto de acomodar el módulo efectivo del tensómetro al de la roca.

3. TENSÓMETRO DE POTTS

Una versión de este instrumento esta constituida por un núcleo cónico de acero, en dos mitades en las cuales existen ranuras de una profundidad de 25/1000 mm. Ambas mitades se acoplan, dejando entre las caras planas un hueco de 0.05 mm de profundidad y 12 mm de ancho, que se rellena posteriormente con un fluido hidráulico. El núcleo se introduce en un manguito bipartido de forma interior cónica pero exteriormente cilíndrico, el cual se ajusta hidráulicamente contra las paredes del sondeo en las operaciones de colocación y pre - compresión. En la parte operativa, la presión del fluido en el hueco central se transmite a un diafragma en el que están montadas bandas extensométricas. La cabeza del tensómetro contiene un puente extensométrico por el cual se transmite la señal de salida a un registrador externo.

4. TENSÓMETRO DE WILSON.

El tensómetro proyectado por Wilson y el National Coal Board's Mining Research Establishment, es un elemento de bronce de forma cónica. Está constituido por dos

mitades con un hueco interior de características semejantes al de Potts, pero esta vez la superficie interior de la ranura lleva cuatro bandas extensométricas. La superficie exterior del aparato alcanza un diámetro máximo de 42 mm en una longitud de 10 cm, con un ángulo de abertura de 1°.

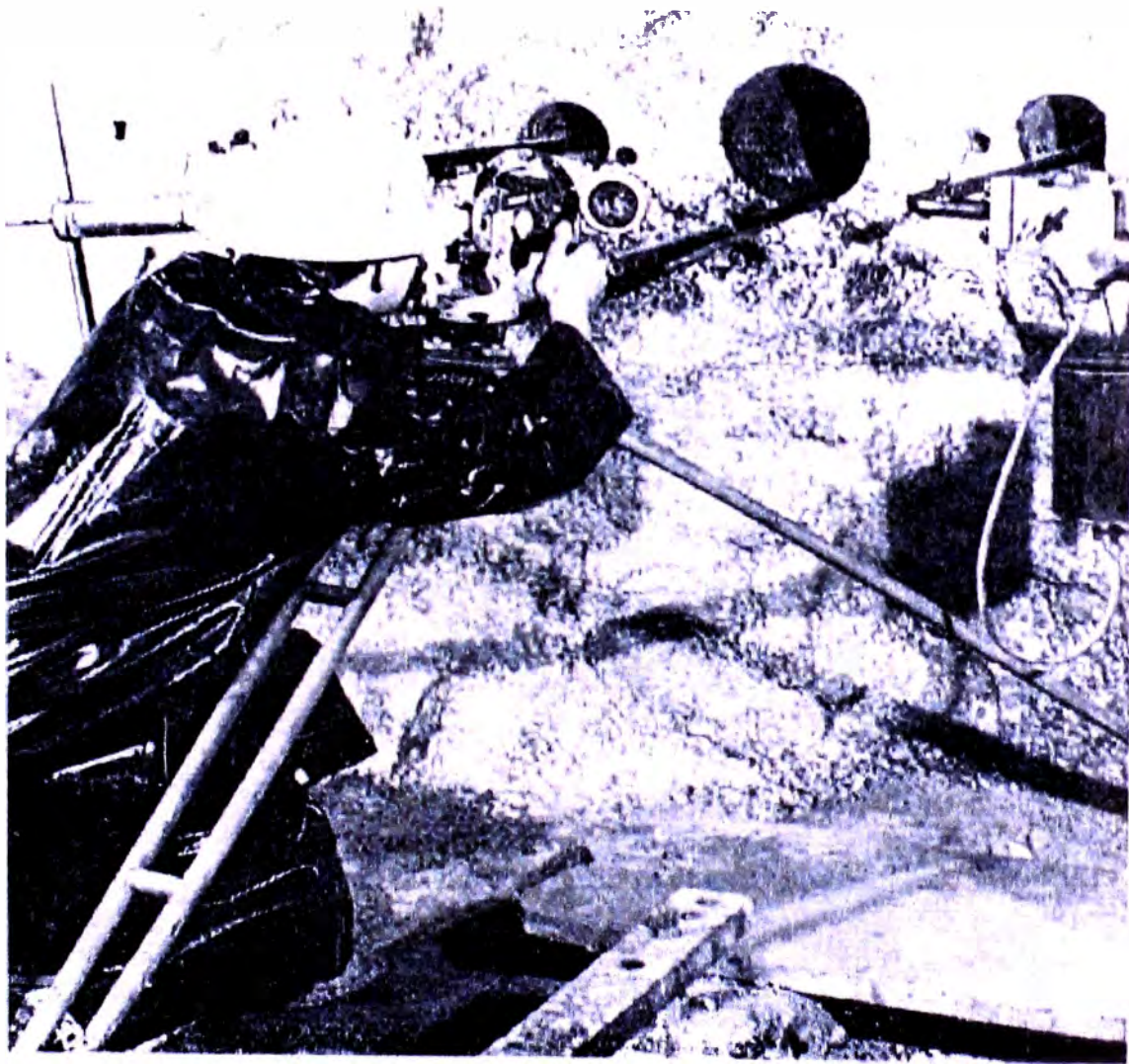
En rocas duras, se rectifica el fondo del taladro donde se coloca el tensómetro mediante una corona de diamante especial para conseguir el diámetro y conicidad apropiados, pero cuando no puede prepararse un taladro de esta forma, el tensómetro debe colocarse mediante un mortero de resina epóxica.

5. TENSÓMETRO DE HAWKES

En este aparato el elemento sensible es un disco de vidrio sometido a compresión por dos placas que se hacen entrar en contacto con la pared rocosa mediante un mecanismo de cuñas deslizantes accionado por tornillo. Una fuente luminosa de batería incorporada y una lámina polarizadora circular colocada detrás del disco de vidrio producen luz polarizada de forma que, bajo carga, el cilindro presenta birrefringencia. Se obtiene así una señal óptica cuando se observa el cilindro a través de un analizador telescópico (Ver Figura N°52 y Figura N°53).

El calibrado de los tensómetros de Hast, Potts y Wilson se realiza generalmente introduciéndolos en bloques de roca y cargándolos en una máquina de ensayo de laboratorio. Esto supone el transporte de grandes muestras de roca, lo que no siempre resulta cómodo. Otra posibilidad consiste en realizar la calibración en materiales de módulo elástico conocido, suponiendo que su comportamiento es semejante al de las rocas. Hast calibraba su aparato en bloques de acero en laboratorio, aplicando factores de corrección para introducir las propiedades particulares de las rocas in situ.

El tensómetro de Hawkes tiene 76 mm de diámetro (tres pulgadas) y requiere una sobreperforación de 23 cm, lo que limita seriamente la profundidad a que puede emplearse en rocas duras. El calibrado se realiza comparando sus señales ópticas con las lecturas de un medidor de deformaciones, colocando el instrumento en taladros perforados en laboratorio en muestras de roca.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA MINERA Y METALURGICA

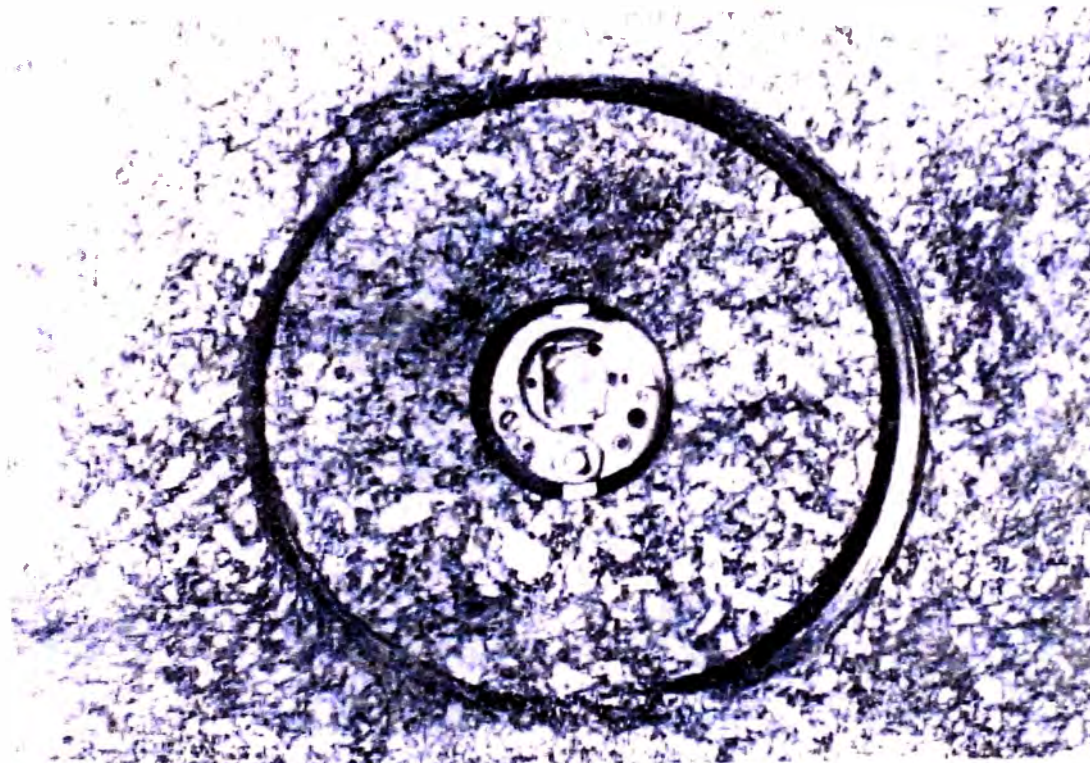
INSTRUMENTACIÓN PARA EL CONTROL GEOTECNICO EN LABORES MINERAS

TESIS PARA OPTAR TITULO PROFESIONAL
INGENIERO DE MINAS

FIGURA N° 52
TENSÓMETRO DE HAWKES
APLICACIÓN

TESISTA:
RONALD HERNESTO MACAZANA ERIQUE

FECHA:
DICIEMBRE 2002



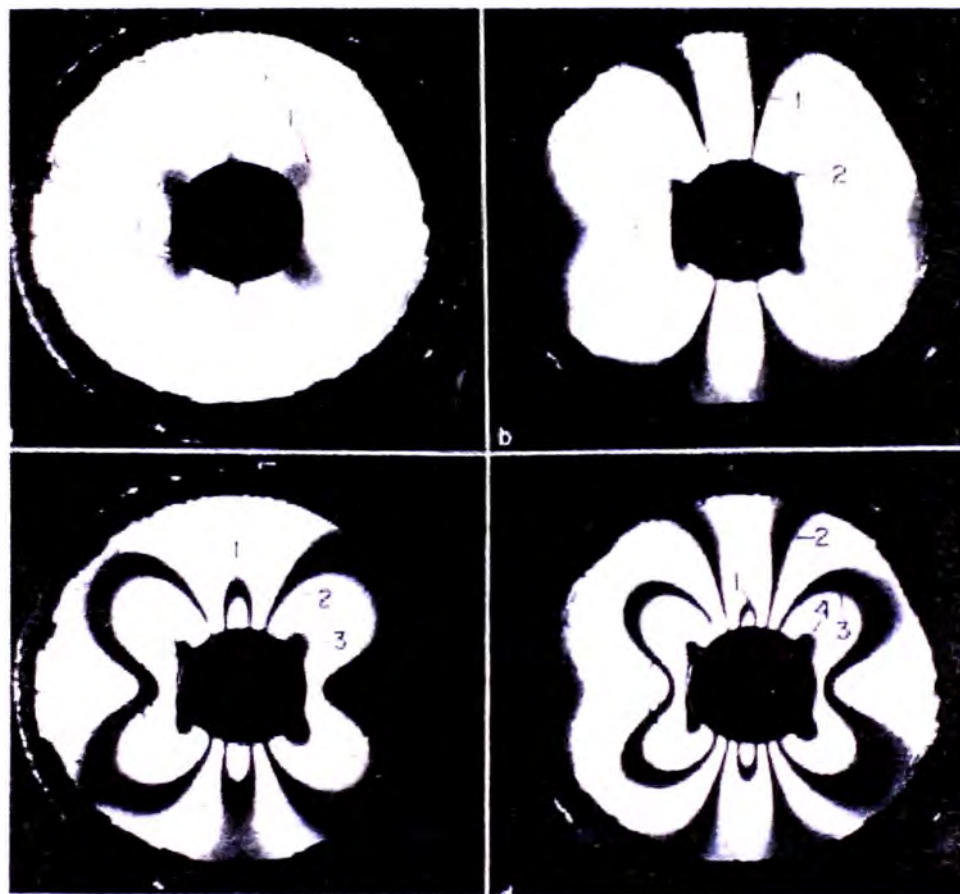
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA MINERA Y METALURGICA	
INSTRUMENTACIÓN PARA EL CONTROL GEOTECNICO EN LABORES MINERAS	
TESIS PARA OPTAR TITULO PROFESIONAL INGENIERO DE MINAS	FIGURA N° 53 TENSÓMETRO DE HAWKES
TESISTA: RONALD HERNESTO MACAZANA ERIQUE	FECHA: DICIEMBRE 2002

Las características de calibrado de todos los tensómetros con pre – compresión, dependen del nivel de tensión inicial, así como de las propiedades elásticas relativas del tensómetro y la roca. En algunos de estos aparatos, por ejemplo el de Wilson, la pre - compresión inicial no se controla fácilmente y en todos ellos es necesario elegir un nivel de esfuerzo adecuado al tipo de roca antes de comenzar los ensayos. Como no se suelen conocer a priori las propiedades de la roca, la elección de pre- compresión óptima implica una gran intuición. En general, el empleo de estos aparatos plantea problemas especiales, tanto en el terreno como en el laboratorio. Como son de un tamaño algo mayor a los medidores de deformación transversal en sondeos, la sobreperforación suele ser más difícil y costosa, presentándose en el laboratorio los problemas de calibrado

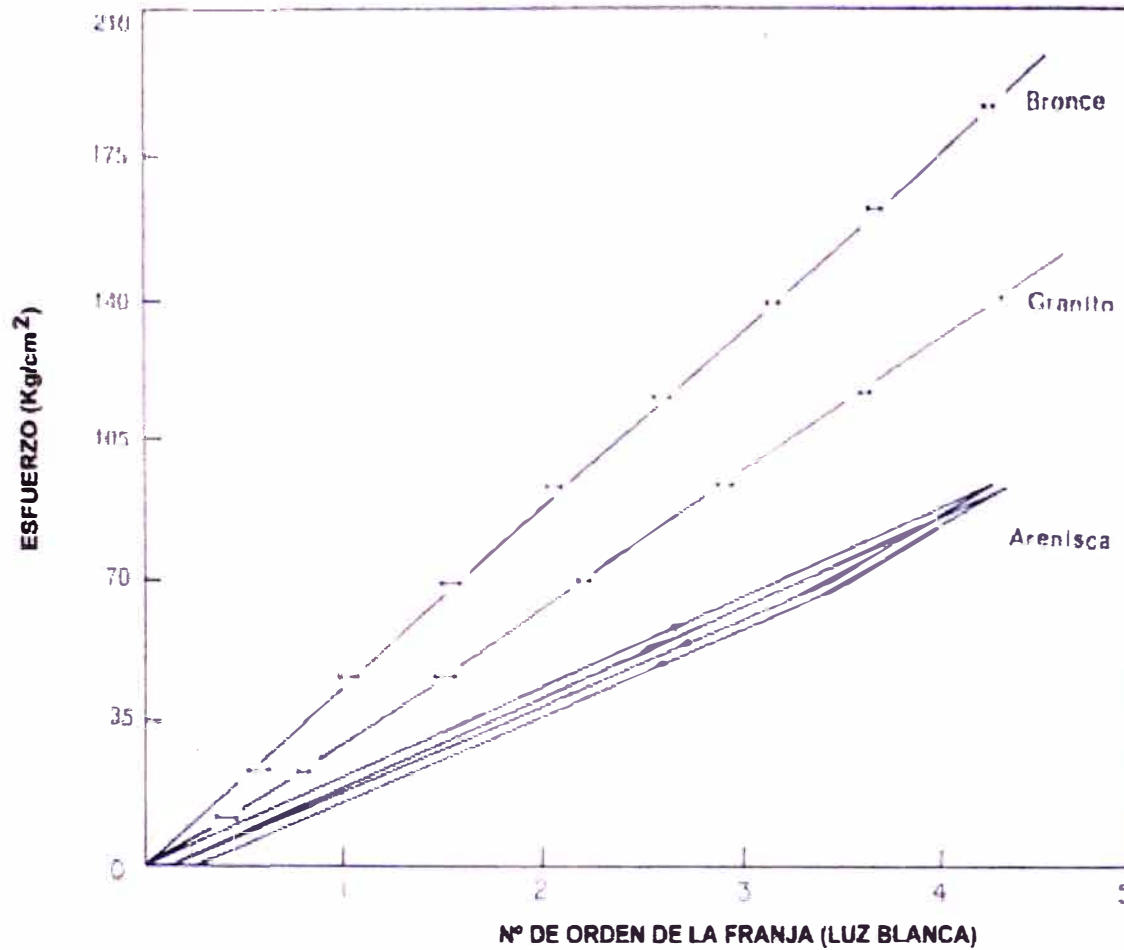
6. TENSÓMETROS FOTOELÁSTICOS

La idea de utilizar las propiedades birrefringentes del vidrio sometido a carga como indicador óptico de los esfuerzos producidas en una estructura sólida se ha puesto de manifiesto muchas veces durante los últimos ciento cincuenta años, pero la primera aplicación con éxito de este principio en Mecánica de Rocas, es la descrita por Haramatsu y otros en el Japón en 1957. La celda empleada está formada por un cilindro de vidrio colocado en taladros superficiales en revestimientos de concreto de pozos y túneles, realizándose la observación mediante un polariscopio de reflexión. Otra celda desarrollada en la Post Graduate School of Mining de la Universidad de Sheffield permitió la observación de esfuerzos en sondeos a diferentes profundidades de un frente rocoso. La celda fotoelástica proyectada por Roberts y otros constituye un elemento más de una amplia serie de instrumentos para la determinación de empujes de estratos y cargas sobre entibaciones mediante transductores ópticos de vidrio.

El tensómetro fotoelástico puede adoptar la forma de una inclusión sólida en cuyo caso la birrefringencia observada constituye una medida de la tensión tangencial en el vidrio y por lo tanto, mediante calibrado en la roca, de $\sigma_1 - \sigma_2$ en el plano normal al eje longitudinal del tensómetro. Si el cilindro de vidrio tiene un agujero perforado según su eje constituye un aparato biaxial, el cual si se observa con un polariscopio analizador



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA MINERA Y METALURGICA	
INSTRUMENTACIÓN PARA EL CONTROL GEOTECNICO EN LABORES MINERAS	
TESIS PARA OPTAR TITULO PROFESIONAL INGENIERO DE MINAS	FIGURA N° 54 SEÑALES PRESENTADAS EN UN TENSÓMETRO FOTOELÁSTICO
TESISTA: RONALD HERNESTO MACAZANA ERIQUE	FECHA: DICIEMBRE 2002



**CARACTERISTICAS DE CALIBRADO PARA
TRES MATERIALES EN UN TENSÓMETRO
FOTOELÁSTICO**

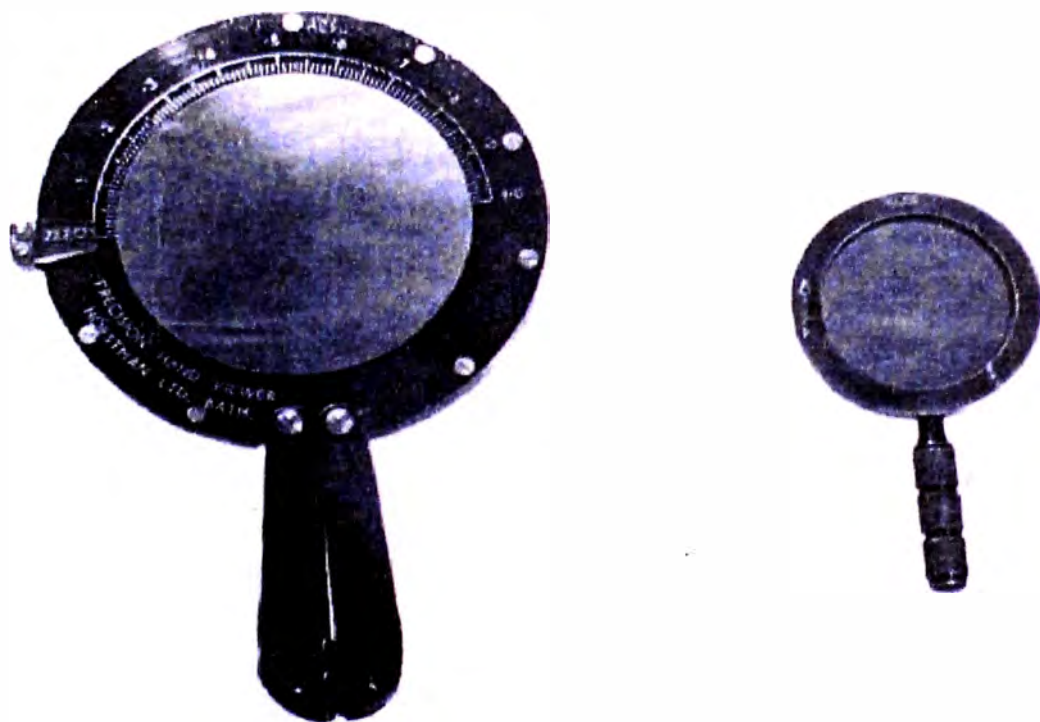
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA MINERA Y METALURGICA	
INSTRUMENTACIÓN PARA EL CONTROL GEOTECNICO EN LABORES MINERAS	
TESIS PARA OPTAR TITULO PROFESIONAL INGENIERO DE MINAS	FIGURA Nº 55 CARACTERISTICAS DE CALIBRADO
TESISTA: RONALD HERNESTO MACAZANA ERIQUE	FECHA: DICIEMBRE 2002

bajo carga, emite una señal óptica que identifica completamente la deformación del vidrio y, por calibrado la tensión existente en la roca en un plano perpendicular al eje de observación. En la Figura N°54 se muestran señales típicas del tensómetro. Respecto a estas figuras:

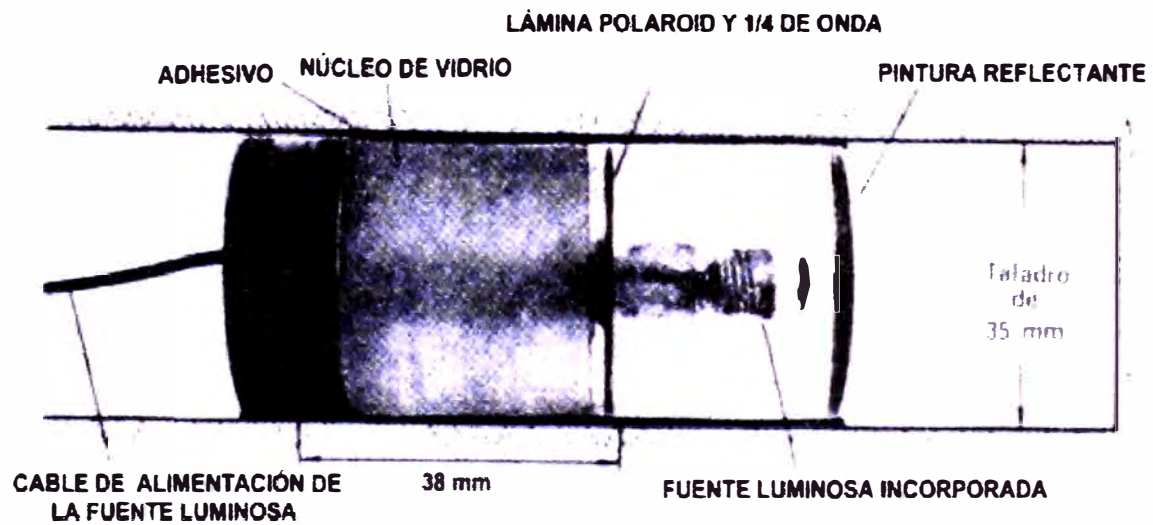
1. Los ejes de simetría de la señal corresponden a las direcciones de los esfuerzos principales.
2. La dirección que sigue la señal al aumentar los esfuerzos y la presencia de puntos isótropos en campos biaxiales determinan la dirección del esfuerzo principal mayor.
3. El número de orden de la franja en un determinado punto de referencia de la señal da directamente la tensión principal mayor en función de un factor de calibrado para cualquier relación de esfuerzos principales (Ver Figura N°55).
4. La relación entre los esfuerzos principales máxima y mínima viene indicada aproximadamente por la forma de la señal y exactamente por la distancia medida entre dos puntos isótropos según el eje mayor.
5. La forma en que varia la imagen óptica al modificar el analizador del polariscopio en el proceso de medida se indica si el esfuerzo medido es de tracción o de compresión.

El tensómetro fotoelástico más sencillo está constituido por un anillo de vidrio. Éste se inserta en la pared rocosa o de concreto y se introduce una fuente luminosa polarizada circularmente en el agujero central cuando el operador va a tomar una medida. La observación se realiza con una pequeña lupa analizadora de mano, de tamaño adecuado para llevar en el bolsillo, utilizando también un visor telescópico cuando se precisa una observación a distancia (Ver Figura N°56).

En la Figura N°57 se muestra el tensómetro utilizado para inclusión profunda en un taladro. Comprende una fuente luminosa de luz polarizada circularmente a la cual se suministra corriente a través de unos cables que pasan por el agujero central. El tensómetro se fija a la roca mediante un delgado recubrimiento con mortero de resina epóxica y una cierta proporción de polvo de carborundo. Para la inserción de la celda se



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA MINERA Y METALURGICA	
INSTRUMENTACIÓN PARA EL CONTROL GEOTECNICO EN LABORES MINERAS	
TESIS PARA OPTAR TITULO PROFESIONAL INGENIERO DE MINAS	FIGURA N° 56 LUPA ANALIZADORA DE UN TENSÓMETRO FOTOELÁSTICO
TESISTA: RONALD HERNESTO MACAZANA ERIQUE	FECHA: DICIEMBRE 2002



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA MINERA Y METALURGICA	
INSTRUMENTACIÓN PARA EL CONTROL GEOTECNICO EN LABORES MINERAS	
TESIS PARA OPTAR TITULO PROFESIONAL INGENIERO DE MINAS	FIGURA N° 57 TENSÓMETRO FOTOELÁSTICO
TESISISTA: RONALD HERNESTO MACAZANA ERIQUE	FECHA: DICIEMBRE 2002

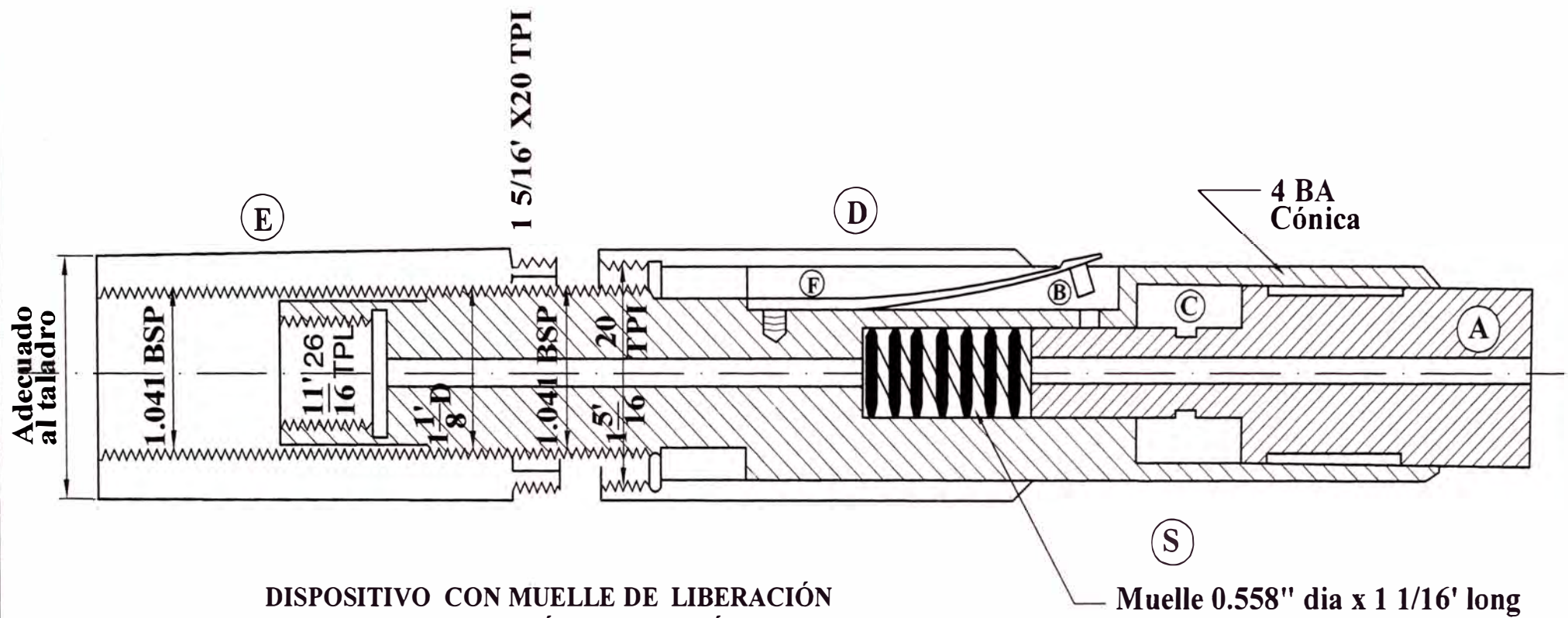
emplean varios métodos según la profundidad y las condiciones del lugar (En la Figura N°58 se muestra la cabeza del dispositivo empleado para inserciones profundas).

La sensibilidad del tensómetro fotoelástico depende de la longitud del camino recorrido por la luz del módulo de elasticidad de la roca en que está colocado de la relación entre esfuerzos principales y del punto de referencia de la señal donde se toma la lectura. Se emplean uno o dos puntos de referencia:

- a) En estados de esfuerzos mono axiales o asimilables, según una línea que forma un ángulo de 45° con el eje de simetría.
- b) En el eje del esfuerzo principal menor.

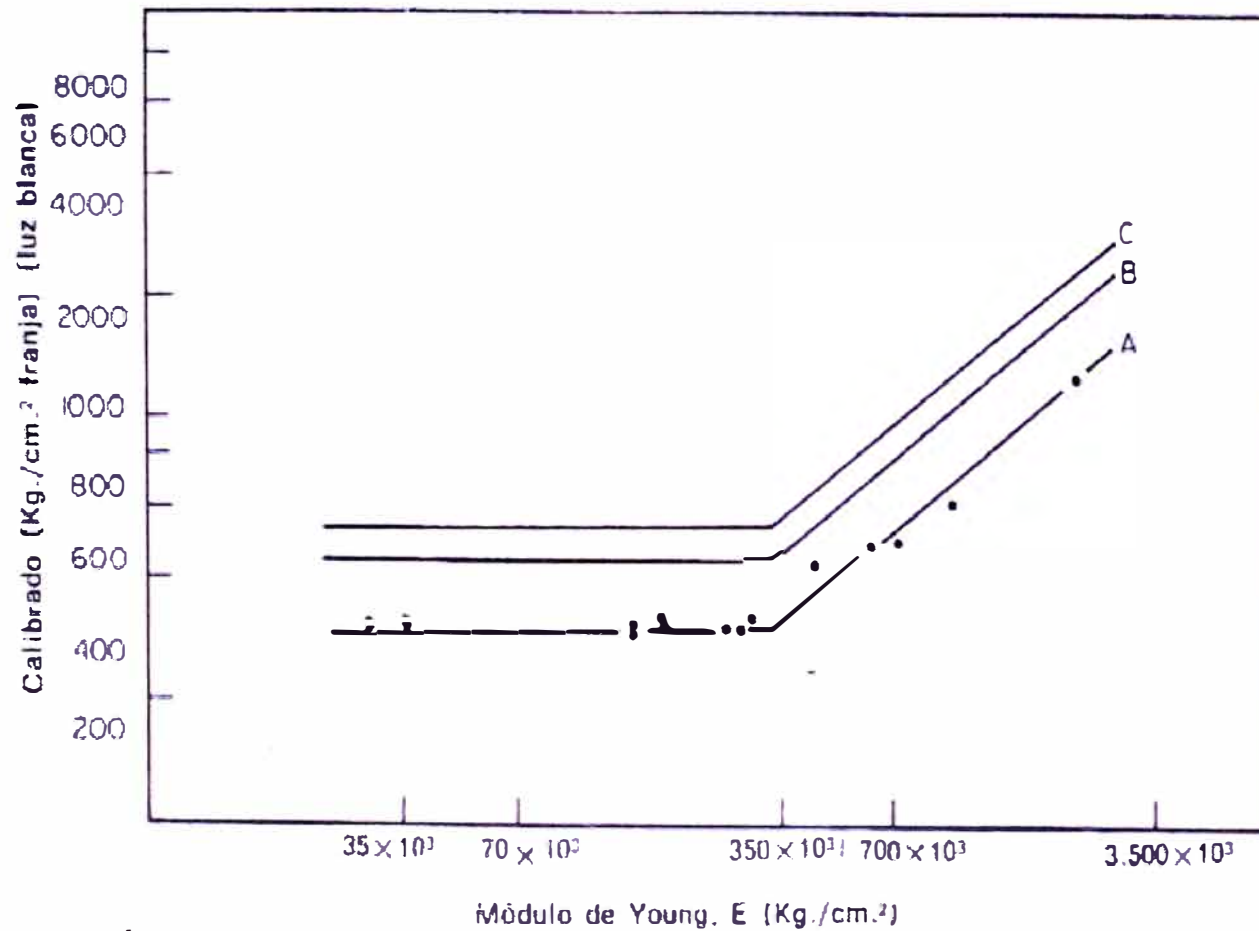
Ambos puntos están próximos al borde de un anillo central solidario del tensómetro para facilitar la lectura. En la Figura N°59 se muestra la influencia del módulo de elasticidad del material circundante sobre el factor de calibrado. En todos los materiales con $E > 3.5 \times 10^5 \text{ kg/cm}^2$, la celda tiene un factor de calibrado de 32.7 kg/cm^2 por franja en un vidrio de una pulgada de espesor (25 mm) y de 22 kg/cm^2 por franja en un vidrio de pulgada y media de espesor en un campo de esfuerzos mono axial, con lecturas en el punto de referencia situado a 45° . El límite de sensibilidad del sistema viene determinado por el polariscopio analizador así como por la propia celda. Empleando un analizador manual, pueden hacerse lecturas con una precisión del $\pm 3\%$ de una franja, es decir, apreciando variaciones de 0.6 kg/cm^2 con el vidrio de pulgada y media de espesor en un campo mono axial, en rocas de bajo módulo de elasticidad. En materiales con un mayor módulo de Young la celda tiene menor sensibilidad y debe utilizarse el factor de calibrado apropiado, conociendo el E de la roca.

El aumento del esfuerzo principal menor respecto a la mayor da lugar a una disminución de la sensibilidad de la celda, siendo el factor de calibrado para un vidrio de una pulgada de 36 kg/cm^2 por franja en un campo mono axial y de 40 kg/cm^2 por franja en un campo hidrostático, tomando las lecturas en el punto de referencia situado en el eje del esfuerzo principal menor. Suele ser aceptable emplear un factor de calibrado medio de 38 kg/cm^2 en todos los campos de tensión biaxiales.



DISPOSITIVO CON MUELLE DE LIBERACIÓN
 PARA LA COLOCACIÓN DEL TENSÓMETRO
 FOTOELÁSTICO EN TALADROS PROFUNDOS

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA MINERA Y METALURGICA	
INSTRUMENTACIÓN PARA EL CONTROL GEOTECNICO EN LABORES MINERAS	
TESIS PARA OPTAR TITULO PROFESIONAL INGENIERO DE MINAS	FIGURA N° 58 TENSÓMETRO FOTOELÁSTICO
TESISTA: RONALD HERNESTO MACAZANA ERIQUE	FECHA: DICIEMBRE 2002



**INFLUENCIA DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD
DEL MATERIAL CIRCUNDANTE SOBRE EL
FACTOR DE CALIBRADO DEL TENSÓMETRO
FOTOELÁSTICO**

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA MINERA Y METALURGICA	
INSTRUMENTACIÓN PARA EL CONTROL GEOTECNICO EN LABORES MINERAS	
TESIS PARA OPTAR TITULO PROFESIONAL INGENIERO DE MINAS	FIGURA N° 59 FACTOR DE CALIBRADO TENSÓMETRO FOTOELÁSTICO
TESISTA: RONALD HERNESTO MACAZANA ERIQUE	FECHA: DICIEMBRE 2002

APÉNDICE VI

APÉNDICE VI

PROCEDIMIENTOS DE OPERACIÓN EN LOS BOTADEROS DE LA COMPAÑÍA MINERA ANTAMINA

INTRODUCCIÓN

En la construcción del botadero se tiene como componente importante, los procedimientos de operación los cuales son; la responsabilidad, dirección del botadero, supervisión, cierre y criterio para poder reabrir el botadero. Se entiende que estos procedimientos aseguran la seguridad de personal y equipo desplegada en la zona adyacente a un Botadero de Antamina.

ÁREAS DE RESPONSABILIDAD

Todo el plan destinado para el botadero, la dirección, la actividad, supervisión, los cierres y rehabilitación, todo lo anteriormente mencionado debe ser realizado de una manera oportuna. Las responsabilidades del personal de mina se perfilan de la siguiente manera.

1.- SUPERVISOR GENERAL DE LA MINA

El Supervisor General es responsable de:

1. Llevar a cabo todas las actividades del botadero incluyendo la distribución de la calidad de roca, dirección y porcentaje de avance, supervisar los taludes y crestas, los cierres del botadero, los cierres parciales de estos y la reapertura de acuerdo con el plan diseñado. Seguir los lineamientos establecidos en el diseño de los Botaderos y de los taludes superiores del Pit, que han sido preparados por el Ingeniero Geotecnista y el Superintendente.
2. Notificar al Ingeniero Geotecnista alguna actividad inusual.

3. Asegurarse que la Persona encargada de controlar el Botadero este adecuadamente instruida.
4. Distribuir semanalmente los lineamientos de trabajo en el botadero y taludes superiores al supervisor mina (Foreman)

2.- SUPERVISOR DE MINA (FOREMAN)

El Supervisor de Mina que esta a cargo de los Botaderos de Antamina es responsable de:

1. Manteniendo del botadero.
2. Controlar el monitoreo de la cresta del botadero siguiendo los procedimientos impuestos en la compañía minera.
3. Supervisar el mantenimiento de la plataforma del botadero y la berma.
4. Comunicar el estado del botadero al supervisor de la guardia entrante.
5. Notificar al Supervisor General y al superintendente de alguna actividad inusual en el botadero.
6. Controlar la calidad de roca que esta llegando al botadero.
7. Controlar que la descarga sea segura para el cambio de guardia.
8. Controlar que los encargados de la distribución de los camiones para su descarga y los operadores de tractores están informados de los procedimientos de descarga para cada cambio de guardia.

3.- INGENIERO GEOTECNISTA

El Ingeniero Geotecnista es responsable de:

1. Preparar un plan semanal para el botadero y tajo (pit) – realizando un esquema mostrando la manera de distribución en los botaderos, dirección y porcentaje de avance, supervisar las condiciones en la cresta de acuerdo al plan diseñado y a las consideraciones del superintendente de la mina.
2. Controlar el área de botadero y Tajo (pit), como mínimo dos veces por semana.

3. Supervisar instrumentación del botadero en actividad y cierre total, cierre parcial, o en la reapertura de este de acuerdo con el plan trazado.
4. Comunicar con respecto a la dirección del botadero, estabilidad del botadero, desarrollo del botadero, fallas en el botadero y violación de los procedimientos del botadero al Superintendente, al supervisor general.
5. Distribuir semanalmente los esquemas de avance en el botadero y tajo al supervisor general y supervisores.
6. Registrar todas las inspecciones realizadas al botadero como: Control, acciones tomadas, situaciones presentadas, y comunicar sobre los problemas geotécnicos presentados.

4. LA PERSONA ENCARGADA DEL CONTROL DEL BOTADERO

El Capataz de la Mina, Botadero Operador de tractor, o la Persona encargada del tránsito y descarga del botadero puede ser encargada por el supervisor general como encargado del monitoreo o control de la zona de botadero.

Además de sus deberes regulares, esta persona es responsable de:

1. Comunicar las lecturas del equipo de control al dispatch.
2. De observar y registrar las grietas, escarpas, o abultamientos en los botaderos activos e inactivos
3. Informar alguna actividad inusual en el botadero.

5.- OPERADOR DE TRACTOR

El operador de tractor es responsable de:

1. Mantener las bermas con una altura mínima de 1.50m.
2. Informar cualquier evento inusual al supervisor de mina.
3. Controlar una marcha segura de los camiones, en la zona.
4. Mantener en buen estado la plataforma del botadero.
5. Notificar al supervisor cuando la calidad del material es pobre.

6.- PERSONA ENCARGADA DE CONTROLAR LA DESCARGA Y TRANSITO DE LOS CAMIONES (SPOTTER)

Es la Persona encargada de controlar el transito y descarga de los camiones en el botadero, siendo responsable también de:

1. Controlar una marcha segura de los camiones, en la zona de descarga (plataforma).
2. Informar cualquier reducción en la altura de la berma (menor a 1.5m) al supervisor de la Mina.
3. Informar cualquier evento inusual.
4. Notificar al supervisor cuando la calidad del material es pobre.

7.- OPERADOR DE CAMIÓN

El operador de camión es responsable de:

1. Informar presencia de grietas en la plataforma del botadero y cualquier evento inusual al supervisor de la mina.
2. Notificar al supervisor cuando la calidad del material es pobre.

1.3. MANEJO DEL BOTADERO

ESTADO DEL BOTADERO

El estado de un botadero cambia debido al progreso de minado del tajo. Como resultado, varios tipos de botaderos existen en la mina.

BOTADERO ACTIVO

Un botadero activo esta siendo utilizado para la descarga de desmonte (material sin valor económico).

BOTADERO INACTIVO

Un botadero inactivo es cuando no recibe descarga de material por uno o más guardias. Los botaderos son considerados inactivos por un tiempo mínimo de dos semanas antes de que estos sean desactivados.

BOTADERO DESACTIVADO

Un botadero desactivado es uno que ha sido cerrado debido a su inaccesibilidad y/o cumplimiento de la vida útil. En algunos casos un botadero previamente desactivado se reactivará cuando se pone accesible después de la vida de la mina.

INSPECCIÓN DE BOTADEROS

PLATAFORMA

En la plataforma de un botadero, se pueden observar varias características sobre la estabilidad de este.

Un agrietamiento vertical en la plataforma del botadero de menos de 0.5m se presenta en la mayoría de los botaderos y es un indicativo de asentamiento. Esta magnitud de desplazamiento es común en los botaderos debido a su rápido avance. Un desplazamiento mayor de 0.5m indica un movimiento dentro del botadero y normalmente produce cambios en la cara o pie del botadero. Los agrietamientos nos indican la cantidad de subsidencia y/o movimiento. El desplazamiento de los agrietamientos es proporcional a la cantidad de movimiento descubierta por los inspectores de los botaderos.

CARA Y PIE DE LOS TALUDES DEL BOTADERO

Una inspección visual en la parte superior de la berma en el botadero es requerida para evaluar la cara del botadero y a menudo es indicativo de la estabilidad de éste. Pueden fácilmente reconocerse tres rasgos característicos en la cresta del botadero.

1. Una protuberancia en la cresta del botadero es causada por las acumulaciones en la cresta. Esto generalmente no es un problema de gran magnitud pero puede producir una falla de en forma de lajas o producir depresiones. Una distribución uniforme del material en la parte superior de la cresta es aconsejable para evitar este riesgo.
2. Los abultamientos en la cara de un botadero normalmente son el resultado de un movimiento interno en la parte superior del botadero. Estos varían considerablemente en magnitud y severidad. La cantidad de desplazamiento de los agrietamientos en la plataforma del botadero es proporcional al efecto de pandeo en la cara del botadero.
3. Una protuberancia en el pie del talud, la cual nos da una forma cóncava, lo que indica que un botadero esta avanzando en una fundación débil e indica una falla potencialmente grande. El Ingeniero Geotecnista o Diseño debe ser notificado y evaluar todos los abultamientos en el pie del talud.

UTILIZACIÓN DEL BOTADERO

Mientras un botadero esta en operación, debe seguir las siguientes pautas:

1. El volumen de material descargado por cada metro en la longitud de la cresta se minimizará en todo momento.
2. El material descargado debe ser distribuido a lo largo de la cresta. Cuando se registra gran movimiento en el botadero, agrietamiento, asentamiento excesivo y la presencia de fallas puede ser resultado de descargar solo una pequeña área de la cresta.
3. Si se concentra la descarga de material fino nos ocasiona el desarrollo de abultamientos en la cresta, dando un continuo cierre del botadero, realizar continuos trabajos de nivelación y en algunos casos provocar la falla. Cuando la carga es de material fino se debe distribuir uniformemente a lo largo de la cresta para minimizar la probabilidad de generar abultamientos.

MANTENIMIENTO DE LA PLATAFORMA DE BOTADERO

La plataforma del botadero tendrá las siguientes normativas:

1. Depositando completamente el material en toda la zona, siempre en cuanto no se haya presentado agrietamiento en la plataforma
2. Si el material descargado genera una capa que excede los 2 m, es necesario que el Supervisor General notifique al ingeniero geotecnista, las acciones futuras.
3. Presencia de agua en el área o cerca de la plataforma del botadero, debe ser drenada fuera de esta hacia una zona estable que será designada por el Supervisor General, consultado por el Ingeniero geotecnista si es necesario.

1.4 CONTROL

CALIDAD DE ROCA

La calidad de la roca utilizada en el tajo y la zona de botadero, será supervisada en cada guardia por el Supervisor, el supervisor General y dos veces por semana por el ingeniero geotecnista.

DIRECCIÓN DE AVANCE

la dirección de avance será como se ha perfilado en el plan semanal para el área de botadero, esto será revisado dos veces por semana como mínimo por el ingeniero geotecnista o la persona encargada y durante cada cambio de guardia por el supervisor de la mina. Adicionalmente, se realizaran estudios topográficos de las crestas, como mínimo una vez al mes para verificar la dirección del avance frente al diseño.

PORCENTAJE DE DESCARGA Y AVANCE

La proporción inicial de descarga debe ser controlada para asegurar que esto no exceda de 2.5 cargas por metro de longitud en la cresta. Esta proporción está sujeta a revisión

basada en el avance del botadero. El programa de computación se usará en los botaderos existentes, para el monitoreo del Ingeniero de Geotecnista en el porcentaje de descarga en los botaderos de Antamina. Esto es la responsabilidad del Supervisor General para asegurar que la longitud de la cresta se encuentre de manera correcta, esto será notificado por Dispatch en cada guardia.

MOVIMIENTOS EN LA CRESTA

Se supervisarán los movimientos de la cresta usando extensómetros localizados a lo largo de la cresta del botadero, las lecturas serán notificadas al Dispatch por la Persona encargada del control del botadero de cada guardia y se almacenará en la base de datos. Los movimientos registrados en la base de datos serán revisados cuando sea requerido (mínimo dos veces semanalmente) por el ingeniero geotecnista. Los supervisores de Producción y personal de mina también inspeccionará visualmente el botadero ante la presencia de grietas o abultamientos durante cada guardia.

1.5 CIERRE DE UNA ZONA DESCARGA

El cierre de una área descarga, será debido a las lecturas tomadas por la instrumentación. Como también se hará necesario evaluar in situ el comportamiento del botadero.

CRITERIO PARA EL CIERRE

CIERRE DEBIDO AL MOVIMIENTO DE LA CRESTA

La descarga debe ser suspendida en la vecindad, en la cual el equipo de control, registre un movimiento elevado en el orden 5 centímetros por hora (1.2 metros por día) a menos que la lectura sea considerada incorrecta. La lectura sólo debe ser considerada errónea por el encargado del botadero;

1. Si se han registrados lecturas normales, antes de registrar la lectura que ha sufrido incremento.
2. Si un tractor u otro equipo ha perturbado el área donde se ha colocado el extensómetro.

Si la lectura tomada no es confiable se debe tomar una segunda lectura dentro de una hora para verificar si el botadero es estable. Si la segunda lectura excede 5 centímetros por hora, se debe decretar un cierre parcial o completo del botadero.

ZONA AFECTADA POR EL CIERRE

La magnitud de un cierre del botadero será considerada por el supervisor y supervisor general. Cualquier agrietamiento visible en la plataforma del botadero, corroborado con el registro, será utilizado para determinar la magnitud del cierre. En los casos dónde la magnitud apropiada de cierre es incierta, el área máxima requerida para la seguridad será consultada al ingeniero geotecnista.

CIERRE COMPLETO DEL BOTADERO

Un Cierre del Botadero completo será dado cuando:

1. La supervisión visual en la fundación, nos indicara la parte critica o la dimensión del área inestable del botadero.
2. Cuando los Extensómetros localizados a lo largo de la cresta del botadero han registrado un incremento de movimientos con respecto al registro anterior.
3. Una inspección visual de la plataforma del botadero, cara del botadero, el pie de este, o el área de fundación del botadero nos indica que la plataforma del botadero es inestable.

Cuando un Cierre del Botadero es completo, el acceso a la plataforma del botadero se restringirá.

CIERRE PARCIAL DEL BOTADERO

Un cierre del botadero parcial será dado debido a presentarse inestabilidad en el área, ocasionando un acceso restringido al botadero.

ACCIONES A TOMAR EN EL CIERRE DE UN BOTADERO

Serán tomadas en cuenta las lecturas del equipo de control, para determinar un cierre total o parcial en la zona de botaderos.

1. El personal y equipos serán evacuados de la plataforma. El supervisor y supervisor general determinaran la magnitud del área afectada y ordenarán un cierre total o parcial del botadero.
2. El supervisor general y superintendente consultaran al ingeniero geotecnista las medidas tomadas para la reapertura del botadero.

1.6. REAPERTURA DE ZONA DE DESCARGA

CRITERIO PARA LA REAPERTURA

El criterio para la reapertura de esta área, serán establecidas siguiendo una evaluación de los datos registrados, las cuales deben satisfacer las normas de seguridad impuestas para esta área de trabajo.

Reapertura después que el movimiento en la cresta cese. La Descarga no puede ser reiniciada hasta que el movimiento se encuentre por debajo de los 3 centímetros por hora en las 12 últimas horas y bajo ninguna circunstancia que el movimiento acumulado en las 24 horas haya pasado los 0.6 metros.

Reapertura después que cese la deformación en la fundación.

REHABILITACIÓN DEL BOTADERO

Luego de decretar un cierre de la zona de botaderos, la rehabilitación de la plataforma es el siguiente paso. Normalmente se empieza el trabajo de nivelación de esta zona donde se requiera. En algunos casos, las áreas que presentan agrietamientos y/o escarpas permanecen después de los períodos excesivos de movimiento y/o falla del botadero. Si la cara del talud es inestable, se debe mejorar el ángulo de este. Esto se logra cortando con los tractores un ángulo estable. La cortada empezara en el área mas estable de la pendiente y luego continuara hacia el centro. Una vez la plataforma este nivelada, se puede dar paso a su reapertura.

1.7 ENTRENAMIENTO

Para asegurar una correcta operación en el área de botaderos, se debe seguir las normas impuestas para esta área.

El supervisor en General debe instruir al encargado del área de botaderos, de la siguiente manera:

1. Debe saber que lecturas deben tomarse
2. Debe saber cuando las lecturas deben tomarse, para mantener el área segura.
3. Debe saber como se toman las lecturas
4. Debe saber la forma correcta de comunicar las lecturas al Dispatch.
5. Debe tener conocimiento de todo los procedimientos de trabajo en la zona de botaderos.
6. Debe conocer la calidad de material, y como debe ser distribuido.

1.8 PROCEDIMIENTOS PARA EL CONTROL DEL BOTADERO

UBICACIÓN

El número y ubicación de los instrumentos de control para los botaderos dependen de varios factores, tales como:

1. Criterio de diseño

2. El volumen de material que se dirige al botadero.
3. Comportamiento del botadero
4. Condiciones de fundación del botadero.
5. Condiciones de tiempo
6. Calidad de material.

Aquí presentaremos otras consideraciones para asignar las ubicaciones de los instrumentos de control.

1. Se ubicara el instrumento, de tal manera que se pueda registrar la mayor cantidad de movimiento.
2. El trípode del equipo de monitoreo (control) será ubicado detrás de la grieta o escarpas en la plataforma del botadero, y la estaca debe ser ubicada en la cresta de la berma.
3. Se localizara el equipo de monitoreo en la cresta del botadero para detectar cualquier protuberancia en la cara del talud.
4. El espaciamiento entre estaciones de control no excederán los 200 metros.
5. En el proceso de nivelación, los equipos serán reubicados en el nuevo nivel.

ESTRUCTURACIÓN

Los equipos de monitoreo del botadero deben ser ensamblados de la siguiente manera:

1. Se afianzara bien el trípode del equipo y la estaca asegurándose que permanecerán estables. Una roca grande puede ser colocada en la base del trípode, que prevendrá que este se ladeé o se mueva.
2. Deben verificarse que el alambre y polea puedan correr libremente y no se presente pandeamientos. Debe quitarse nieve o escarcha del alambre.
3. Las estaciones con alambres con una longitud mayor de 10m debe apoyarse por un trípode de apoyo. La longitud máxima de alambre sin apoyo no debe exceder 10m. En ningún punto el alambre debe tener contacto con la superficie.

REMOCIÓN

No se retirarán los equipos de control del botadero a menos que el porcentaje de movimiento haya sido menor de 3 centímetros por hora en las últimas 12 horas o los equipos adyacentes proporcionan los mismos valores.

PROCEDIMIENTO DE LECTURA DE EQUIPOS DE CONTROL

El procedimiento a seguir en la toma de las lecturas del equipo de control, debe realizarse de una forma correcta, proporcionándonos lecturas exactas y consistentes.

1. Se tomarán las lecturas antes de inspeccionar o acercarse a otras áreas del botadero. Debe comunicarse las lecturas al Dispatch y a su vez deben ser ingresados en la base de datos del software. Este software calcula el porcentaje de movimiento registrado basado en el movimiento y tiempo entre las últimas dos lecturas. La información comunicada al dispatch debe incluir nombre del botadero, el número de IDENTIFICACIÓN del equipo, y la lectura de este (Ver Foto N°18, Foto N°19 y Foto N°20).
2. Si alguna lectura es mayor a 5 cm/hr, dispatch debe informar inmediatamente al encargado del control en el botadero, para evacuar el botadero y notificar al supervisor en general o supervisor. La Persona encargada del control del botadero no debe por ningún motivo tomar lecturas, sin previa notificación del supervisor en general, supervisor, ingeniero geotecnista (Ver Foto N°21).
3. Las lecturas que se encuentren en el orden de 5 cm/hr, se debe acercarse a la cresta del botadero, para evaluar la estabilidad del área.
4. Antes de tomar una lectura del equipo, se debe observar la condición del alambre y polea, verificándose que estén corriendo libremente y no presenten pandeamiento.
5. Asegúrese que el tripode del equipo de monitoreo y estacas están correctamente colocadas (Ver Foto N°23).
6. Al tomar una lectura, tirar hacia abajo el peso para evitar que el alambre se encuentre flojo. Esto minimizará las desviaciones en el alambre durante condiciones de fuertes vientos (Ver Foto N°24).

7. La lectura será tomada en la parte superior del peso.

REINICIACIÓN

Un equipo de control puede ser reiniciado; Esto puede pasar cuando:

1. El peso alcanza la parte superior de la balanza.
2. El equipo de control, trípode, trípodes de apoyo, o la estaca de la cresta tiene que ser ajustado.
3. El equipo tiene que ser ubicado en un nuevo nivel.

Siempre que una que se realice una reiniciación es necesario, que se tome una lectura antes que el equipo sea removido y luego después que esta sea colocado.

INSPECCIÓN VISUAL

La inspección visual de los agrietamientos en la plataforma del botadero son informadas en las lecturas realizadas para el control del botadero por la Persona de encargada del Botadero y los cambios en los agrietamientos son reportadas al Ingeniero Geotécnico o al supervisor de la mina (Ver Foto N°26 y Foto N°27).

Deben inspeccionarse las alturas de la berma visualmente. El operador del tractor y los supervisores deben notificar cuando la altura de la berma son menos que 1.5m de altura. Diariamente se deben realizar inspecciones visuales de la cara y el pie de los botaderos activos.

FRECUENCIA DE LECTURA REALIZADA POR EL ENCARGADO DEL BOTADERO

La lectura del encargado y las inspecciones visuales de las plataformas del botadero se realizarán como se describe a continuación y serán almacenadas en una base de datos.

1. Cada área descargando activa se inspeccionará y el encargado del botadero realizara lecturas 3 veces por 12 horas por cada guardia o aproximadamente

- cada cuatro horas, si el porcentaje de movimiento es menos que 3 centímetros por hora (Ver Foto N°28 y Foto N°29).
2. Cuando las áreas son consideradas inactivas se efectuarán lecturas una vez por cada guardia es decir cada 12 horas, si el porcentaje de movimiento es menor a los 3 centímetros por hora.
 3. Si el porcentaje del movimiento es mayor a los 3 cm por hora las lecturas se realizarán cada dos horas o serán chequeados para tener la certeza en su lectura (Ver Foto Foto N°30).
 4. Las lecturas del encargado del botadero serán a solicitud del Superintendente, Supervisor General, Supervisor o Ingeniero Geotécnico.

APÉNDICE VII

REGISTRO DE DATOS OBTENIDOS POR LOS EXTENSOMETROS

TABLAS
GRÁFICOS

EXTENSÓMETROS

BOTADERO 4553

EXTENSÓMETRO 4553 – 12

EXTENSÓMETRO 4553 – 14

HOJA DE INGRESO DE DATOS DE EXTENSOMETRO

EXTENSOMETRO 4553-12

		NIVELES DE ALARMA		
<i>cm/hr</i>	0	OK	Menor de 1cm/h	Cada 4 horas (tres por guardia)
1	2.5	Watch	De 1 a 2.5 cm/h	Cada 2 horas
2.5	5	Warning	De 2.5 a 5 cm/h	Cada hora
	> 5	Danger	mayor a 5 cm/h	Cada 30 minutos

	COORDENADAS	
	TRIPODE	ESTACA
NORTE	8944104.882	8944098.52
ESTE	274352.873	274375.219
ELEVACION	4551.273	4550.5

FECHA (mm/dd/yy)	HORA (hh:mm)	CODIGO FECHA - HORA	LECTURA (cm)	CAMBIO LECTURA (cm)	Disp. cm	Total Desp. cm	Horas time	Horas decimal	Velocidad cm/hr	Tiempo días	Velocidad Total cm/día	Niveles de Alarma	Observaciones
27-Feb-01	18:40	36949.77778		110.000	Lectura Inicial								
27-Feb-01	21:20	36949.88889	113.10		3.100	3.100	0.111	2.667	1.163	0.111	27.900	WATCH	
28-Feb-01	01:05	36950.04514	115.00		1.900	5.000	0.156	3.750	0.507	0.267	18.701	OK	
28-Feb-01	04:15	36950.17708	118.70		3.700	8.700	0.132	3.167	1.168	0.399	21.788	WATCH	
28-Feb-01	09:05	36950.37847	127.60		8.900	17.600	0.201	4.833	1.841	0.601	29.299	WATCH	
28-Feb-01	13:05	36950.54514	131.60		4.000	21.600	0.167	4.000	1.000	0.767	28.148	OK	
28-Feb-01	17:05	36950.71181	133.50		1.900	23.500	0.167	4.000	0.475	0.934	25.160	OK	
28-Feb-01	21:05	36950.87847	135.30		1.800	25.300	0.167	4.000	0.450	1.101	22.985	OK	
01-Mar-01	01:00	36951.04167	136.10		0.800	26.100	0.163	3.917	0.204	1.264	20.651	OK	
01-Mar-01	04:25	36951.18403	136.10		0.000	26.100	0.142	3.417	0.000	1.406	18.560	OK	
01-Mar-01	08:55	36951.37153	137.00		0.900	27.000	0.188	4.500	0.200	1.594	16.941	OK	
01-Mar-01	13:00	36951.54167	137.30		0.300	27.300	0.170	4.083	0.073	1.764	15.477	OK	
01-Mar-01	17:00	36951.70833	138.50		1.200	28.500	0.167	4.000	0.300	1.931	14.763	OK	
01-Mar-01	21:05	36951.87847	142.20		3.700	32.200	0.170	4.083	0.906	2.101	15.328	OK	
02-Mar-01	01:19	36952.05486	144.70		2.500	34.700	0.176	4.233	0.591	2.277	15.239	OK	
02-Mar-01	04:37	36952.19236	146.80		2.100	36.800	0.138	3.300	0.636	2.415	15.241	OK	
02-Mar-01	09:15	36952.38542	151.20		4.400	41.200	0.193	4.633	0.950	2.608	15.800	OK	
02-Mar-01	13:00	36952.54167	155.10		3.900	45.100	0.156	3.750	1.040	2.764	16.318	WATCH	
02-Mar-01	16:55	36952.70486	160.30		5.200	50.300	0.163	3.917	1.328	2.927	17.184	WATCH	
02-Mar-01	18:26	36952.76806	163.00		2.700	53.000	0.063	1.517	1.780	2.990	17.724	WATCH	
02-Mar-01	20:05	36952.83681	166.00		3.000	56.000	0.069	1.650	1.818	3.059	18.306	WATCH	
02-Mar-01	22:05	36952.92014	167.50		1.500	57.500	0.083	2.000	0.750	3.142	18.298	OK	

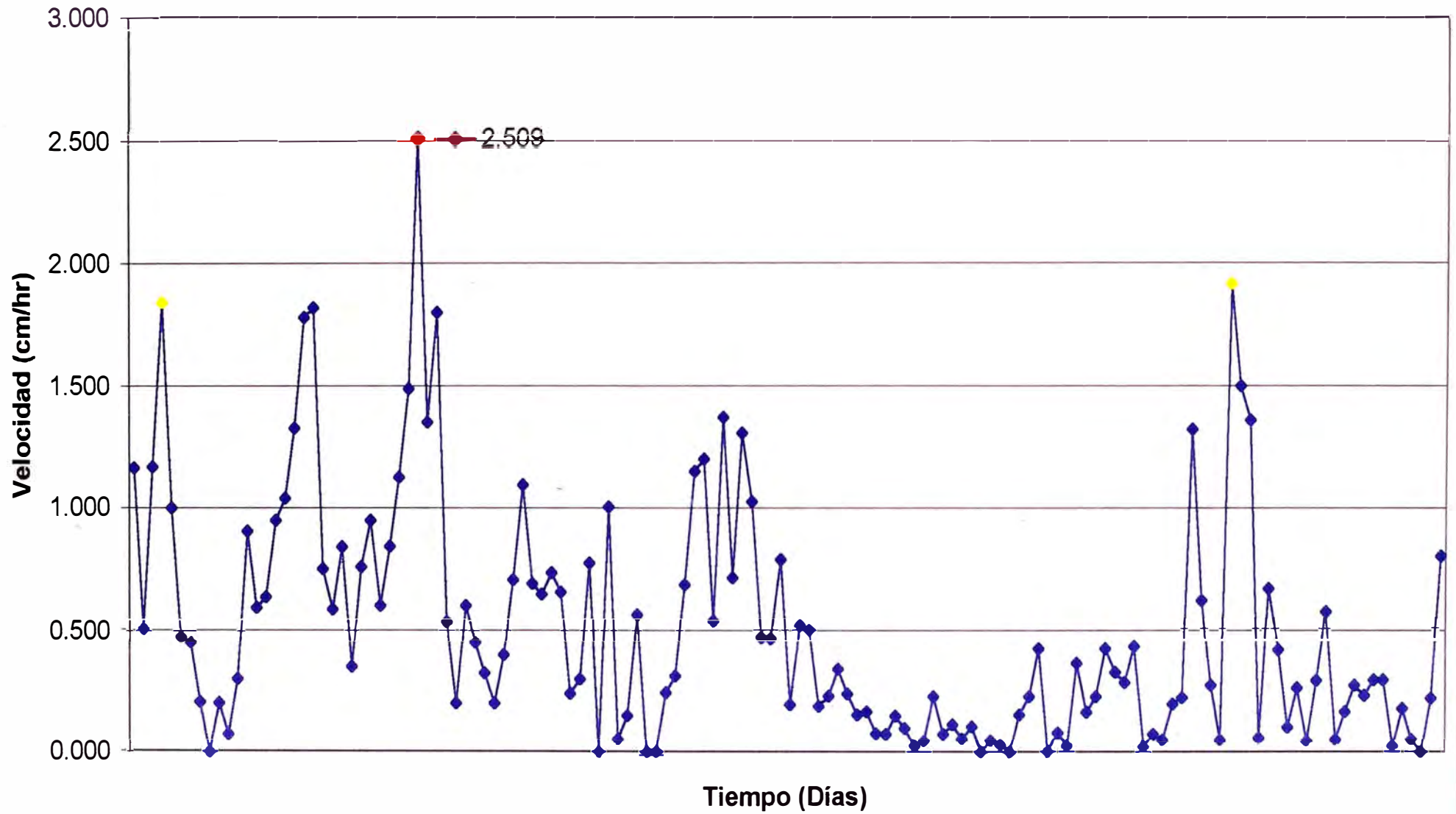
03-Mar-01	00:08	36953.00556	168.70		1.200	58.700	0.085	2.050	0.585	3.228	18.186	OK	
03-Mar-01	01:05	36953.04514	169.50		0.800	59.500	0.040	0.950	0.842	3.267	18.210	OK	
03-Mar-01	04:30	36953.18750	170.70		1.200	60.700	0.142	3.417	0.351	3.410	17.802	OK	
03-Mar-01	09:30	36953.39583	174.50		3.800	64.500	0.208	5.000	0.760	3.618	17.827	OK	
03-Mar-01	13:30	36953.56250	178.30		3.800	68.300	0.167	4.000	0.950	3.785	18.046	OK	
03-Mar-01	17:10	36953.71528	180.50		2.200	70.500	0.153	3.667	0.600	3.938	17.905	OK	
03-Mar-01	21:05	36953.87847	183.80		3.300	73.800	0.163	3.917	0.843	4.101	17.997	OK	
04-Mar-01	01:10	36954.04861	188.40		4.600	78.400	0.170	4.083	1.127	4.271	18.357	WATCH	
04-Mar-01	03:15	36954.13542	191.50		3.100	81.500	0.087	2.083	1.468	4.358	18.703	WATCH	
04-Mar-01	05:05	36954.21181	196.10		4.600	86.100	0.076	1.833	2.509	4.434	19.418	WARNING	
04-Mar-01	07:45	36954.32292	199.70		3.600	89.700	0.111	2.667	1.350	4.545	19.735	WATCH	
04-Mar-01	08:15	36954.34375	200.60	161.8	0.900	90.600	0.021	0.500	1.800	4.566	19.842	WATCH	
04-Mar-01	09:00	36954.37500	162.20		0.400	91.000	0.031	0.750	0.533	4.597	19.795	OK	
04-Mar-01	10:00	36954.41667	162.40		0.200	91.200	0.042	1.000	0.200	4.639	19.660	OK	
04-Mar-01	11:00	36954.45833	163.00		0.600	91.800	0.042	1.000	0.600	4.681	19.613	OK	
04-Mar-01	13:00	36954.54167	163.90		0.900	92.700	0.083	2.000	0.450	4.764	19.459	OK	
04-Mar-01	17:00	36954.70833	165.20		1.300	94.000	0.167	4.000	0.325	4.931	19.065	OK	
04-Mar-01	21:00	36954.87500	166.00		0.800	94.800	0.167	4.000	0.200	5.097	18.598	OK	
05-Mar-01	01:00	36955.04167	167.60		1.600	96.400	0.167	4.000	0.400	5.264	18.313	OK	
05-Mar-01	05:15	36955.21875	170.60		3.000	99.400	0.177	4.250	0.706	5.441	18.269	OK	
05-Mar-01	09:05	36955.37847	174.80		4.200	103.600	0.160	3.833	1.096	5.601	18.498	WATCH	
05-Mar-01	10:58	36955.45694	176.10		1.300	104.900	0.078	1.883	0.690	5.679	18.471	OK	
05-Mar-01	13:08	36955.54722	177.50		1.400	106.300	0.090	2.167	0.646	5.769	18.425	OK	
05-Mar-01	17:05	36955.71181	180.40		2.900	109.200	0.165	3.950	0.734	5.934	18.402	OK	
05-Mar-01	21:40	36955.90278	183.40		3.000	112.200	0.191	4.583	0.655	6.125	18.318	OK	
06-Mar-01	01:00	36956.04167	184.20		0.800	113.000	0.139	3.333	0.240	6.264	18.040	OK	
06-Mar-01	05:00	36956.20833	185.40		1.200	114.200	0.167	4.000	0.300	6.431	17.759	OK	
06-Mar-01	09:00	36956.37500	188.50		3.100	117.300	0.167	4.000	0.775	6.597	17.780	OK	
06-Mar-01	13:05	36956.54514	188.50		0.000	117.300	0.170	4.083	0.000	6.767	17.333	OK	
06-Mar-01	17:10	36956.71528	192.60		4.100	121.400	0.170	4.083	1.004	6.938	17.499	WATCH	
06-Mar-01	21:00	36956.87500	192.80		0.200	121.600	0.160	3.833	0.052	7.097	17.133	OK	
07-Mar-01	01:00	36957.04167	193.40		0.600	122.200	0.167	4.000	0.150	7.264	16.823	OK	
07-Mar-01	05:05	36957.21181	195.70		2.300	124.500	0.170	4.083	0.563	7.434	16.747	OK	
07-Mar-01	09:00	36957.37500	195.70		0.000	124.500	0.163	3.917	0.000	7.597	16.388	OK	

07-Mar-01	13:00	36957.54167	195.70	122.4	0.000	124.500	0.167	4.000	0.000	7.764	16.036	OK	
07-Mar-01	17:30	36957.72917	123.50		1.100	125.600	0.188	4.500	0.244	7.951	15.796	OK	
07-Mar-01	21:00	36957.87500	124.60		1.100	126.700	0.146	3.500	0.314	8.097	15.647	OK	
08-Mar-01	01:05	36958.04514	127.40		2.800	129.500	0.170	4.083	0.686	8.267	15.664	OK	
08-Mar-01	05:05	36958.21181	132.00		4.600	134.100	0.167	4.000	1.150	8.434	15.900	WATCH	
08-Mar-01	06:35	36958.27431	133.80		1.800	135.900	0.063	1.500	1.200	8.497	15.995	WATCH	
08-Mar-01	09:00	36958.37500	135.10		1.300	137.200	0.101	2.417	0.538	8.597	15.959	OK	
08-Mar-01	12:30	36958.52083	139.90		4.800	142.000	0.146	3.500	1.371	8.743	16.241	WATCH	
08-Mar-01	13:12	36958.55000	140.40		0.500	142.500	0.029	0.700	0.714	8.772	16.244	OK	
08-Mar-01	14:53	36958.62014	142.60		2.200	144.700	0.070	1.683	1.307	8.842	16.364	WATCH	
08-Mar-01	16:09	36958.67292	143.90		1.300	146.000	0.053	1.267	1.026	8.895	16.413	WATCH	
08-Mar-01	17:00	36958.70833	144.30		0.400	146.400	0.035	0.850	0.471	8.931	16.393	OK	
08-Mar-01	21:30	36958.89583	146.40		2.100	148.500	0.188	4.500	0.467	9.118	16.286	OK	
09-Mar-01	01:10	36959.04861	149.30		2.900	151.400	0.153	3.667	0.791	9.271	16.331	OK	
09-Mar-01	05:15	36959.21875	150.10		0.800	152.200	0.170	4.083	0.196	9.441	16.121	OK	
09-Mar-01	08:20	36959.34722	151.70		1.600	153.800	0.128	3.083	0.519	9.569	16.072	OK	
09-Mar-01	09:20	36959.38889	152.20		0.500	154.300	0.042	1.000	0.500	9.611	16.054	OK	
09-Mar-01	13:00	36959.54167	152.90		0.700	155.000	0.153	3.667	0.191	9.764	15.875	OK	
09-Mar-01	17:20	36959.72222	153.90		1.000	156.000	0.181	4.333	0.231	9.944	15.687	OK	
09-Mar-01	18:30	36959.77083	154.30		0.400	156.400	0.049	1.167	0.343	9.993	15.651	OK	
09-Mar-01	21:00	36959.87500	154.90		0.600	157.000	0.104	2.500	0.240	10.097	15.549	OK	
10-Mar-01	01:30	36960.06250	155.60		0.700	157.700	0.188	4.500	0.156	10.285	15.333	OK	
10-Mar-01	05:05	36960.21181	156.20		0.600	158.300	0.149	3.583	0.167	10.434	15.172	OK	
10-Mar-01	09:00	36960.37500	156.50		0.300	158.600	0.163	3.917	0.077	10.597	14.966	OK	
10-Mar-01	13:00	36960.54167	156.80		0.300	158.900	0.167	4.000	0.075	10.764	14.762	OK	
10-Mar-01	17:00	36960.70833	157.40		0.600	159.500	0.167	4.000	0.150	10.931	14.592	OK	
10-Mar-01	21:00	36960.87500	157.80		0.400	159.900	0.167	4.000	0.100	11.097	14.409	OK	
11-Mar-01	01:10	36961.04861	157.70		-0.100	159.800	0.174	4.167	0.024	11.271	14.178	OK	
11-Mar-01	05:30	36961.22917	157.90		0.200	160.000	0.181	4.333	0.046	11.451	13.972	OK	
11-Mar-01	09:00	36961.37500	158.70		0.800	160.800	0.146	3.500	0.229	11.597	13.865	OK	
11-Mar-01	13:00	36961.54167	159.00		0.300	161.100	0.167	4.000	0.075	11.764	13.694	OK	
11-Mar-01	16:30	36961.68750	158.60		-0.400	160.700	0.146	3.500	0.114	11.910	13.493	OK	
11-Mar-01	18:20	36961.76389	158.50		-0.100	160.600	0.076	1.833	0.055	11.986	13.399	OK	
11-Mar-01	21:10	36961.88194	158.80		0.300	160.900	0.118	2.833	0.106	12.104	13.293	OK	

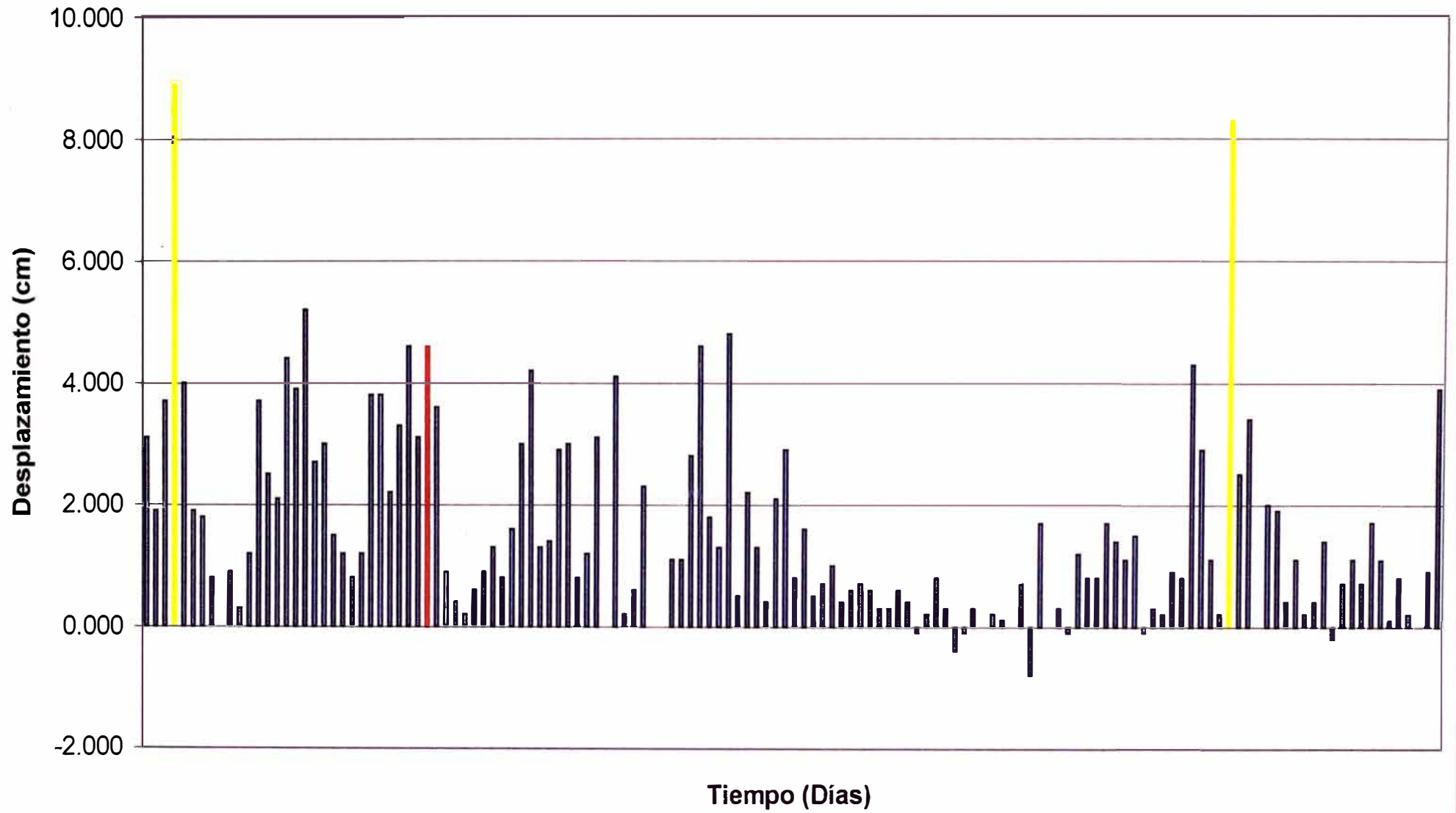
12-Mar-01	01:20	36962.05556	158.80		0.000	160.900	0.174	4.167	0.000	12.278	13.105	OK	
12-Mar-01	05:30	36962.22917	159.00		0.200	161.100	0.174	4.167	0.048	12.451	12.938	OK	
12-Mar-01	09:00	36962.37500	159.10		0.100	161.200	0.146	3.500	0.029	12.597	12.796	OK	
12-Mar-01	13:00	36962.54167	159.10		0.000	161.200	0.167	4.000	0.000	12.764	12.629	OK	
12-Mar-01	17:30	36962.72917	159.80		0.700	161.900	0.188	4.500	0.156	12.951	12.501	OK	
12-Mar-01	21:00	36962.87500	159.00		-0.800	161.100	0.146	3.500	0.229	13.097	12.300	OK	
13-Mar-01	01:00	36963.04167	160.70		1.700	162.800	0.167	4.000	0.425	13.264	12.274	OK	
13-Mar-01	05:30	36963.22917	160.70		0.000	162.800	0.188	4.500	0.000	13.451	12.103	OK	
13-Mar-01	09:10	36963.38194	161.00		0.300	163.100	0.153	3.667	0.082	13.604	11.989	OK	
13-Mar-01	13:25	36963.55903	160.90		-0.100	163.000	0.177	4.250	0.024	13.781	11.828	OK	
13-Mar-01	16:41	36963.69514	162.10		1.200	164.200	0.136	3.267	0.367	13.917	11.798	OK	
13-Mar-01	21:30	36963.89583	162.90		0.800	165.000	0.201	4.817	0.166	14.118	11.687	OK	
14-Mar-01	01:00	36964.04167	163.70		0.800	165.800	0.146	3.500	0.229	14.264	11.624	OK	
14-Mar-01	05:00	36964.20833	165.40		1.700	167.500	0.167	4.000	0.425	14.431	11.607	OK	
14-Mar-01	09:15	36964.38542	166.80		1.400	168.900	0.177	4.250	0.329	14.608	11.562	OK	
14-Mar-01	13:05	36964.54514	167.90		1.100	170.000	0.160	3.833	0.287	14.767	11.512	OK	
14-Mar-01	16:32	36964.68889	169.40		1.500	171.500	0.144	3.450	0.435	14.911	11.501	OK	
14-Mar-01	21:00	36964.87500	169.30		-0.100	171.400	0.186	4.467	0.022	15.097	11.353	OK	
15-Mar-01	01:00	36965.04167	169.60		0.300	171.700	0.167	4.000	0.075	15.264	11.249	OK	
15-Mar-01	05:00	36965.20833	169.80		0.200	171.900	0.167	4.000	0.050	15.431	11.140	OK	
15-Mar-01	09:32	36965.39722	170.70		0.900	172.800	0.189	4.533	0.199	15.619	11.063	OK	
15-Mar-01	13:05	36965.54514	171.50		0.800	173.600	0.148	3.550	0.225	15.767	11.010	OK	
15-Mar-01	16:20	36965.68056	175.80		4.300	177.900	0.135	3.250	1.323	15.903	11.187	WATCH	
15-Mar-01	21:00	36965.87500	178.70		2.900	180.800	0.194	4.667	0.621	16.097	11.232	OK	
16-Mar-01	01:00	36966.04167	179.80		1.100	181.900	0.167	4.000	0.275	16.264	11.184	OK	
16-Mar-01	05:00	36966.20833	180.00		0.200	182.100	0.167	4.000	0.050	16.431	11.083	OK	
16-Mar-01	09:20	36966.38889	188.30		8.300	190.400	0.181	4.333	1.915	16.611	11.462	WATCH	
16-Mar-01	11:00	36966.45833	190.80		2.500	192.900	0.069	1.667	1.500	16.681	11.564	WATCH	
16-Mar-01	13:30	36966.56250	194.20	107.6	3.400	196.300	0.104	2.500	1.360	16.785	11.695	WATCH	
16-Mar-01	13:31	36966.56319	107.60		0.000	196.300	0.001	0.017	0.060	16.785	11.695	OK	
16-Mar-01	16:30	36966.68750	109.60		2.000	198.300	0.124	2.983	0.670	16.910	11.727	OK	
16-Mar-01	21:00	36966.87500	111.50		1.900	200.200	0.188	4.500	0.422	17.097	11.710	OK	
17-Mar-01	00:50	36967.03472	111.90		0.400	200.600	0.160	3.833	0.104	17.257	11.624	OK	
17-Mar-01	05:00	36967.20833	113.00		1.100	201.700	0.174	4.167	0.264	17.431	11.572	OK	

17-Mar-01	09:20	36967.38889	113.20		0.200	201.900	0.181	4.333	0.046	17.611	11.464	OK	
17-Mar-01	10:41	36967.44514	113.60		0.400	202.300	0.056	1.350	0.296	17.667	11.450	OK	
17-Mar-01	13:07	36967.54653	115.00		1.400	203.700	0.101	2.433	0.575	17.769	11.464	OK	
17-Mar-01	16:50	36967.70139	114.80		-0.200	203.500	0.155	3.717	0.054	17.924	11.354	OK	
17-Mar-01	21:00	36967.87500	115.50		0.700	204.200	0.174	4.167	0.168	18.097	11.283	OK	
18-Mar-01	01:00	36968.04167	116.60		1.100	205.300	0.167	4.000	0.275	18.264	11.241	OK	
18-Mar-01	04:00	36968.16667	117.30		0.700	206.000	0.125	3.000	0.233	18.389	11.202	OK	
18-Mar-01	09:45	36968.40625	119.01		1.710	207.710	0.240	5.750	0.297	18.628	11.150	OK	
18-Mar-01	13:24	36968.55833	120.10		1.090	208.800	0.152	3.650	0.299	18.781	11.118	OK	
18-Mar-01	17:21	36968.72292	120.20		0.100	208.900	0.165	3.950	0.025	18.945	11.027	OK	
18-Mar-01	21:46	36968.90694	121.00		0.800	209.700	0.184	4.417	0.181	19.129	10.962	OK	
19-Mar-01	01:30	36969.06250	121.20		0.200	209.900	0.156	3.733	0.054	19.285	10.884	OK	
19-Mar-01	04:57	36969.20625	121.20		0.000	209.900	0.144	3.450	0.000	19.428	10.804	OK	
19-Mar-01	08:59	36969.37431	122.10		0.900	210.800	0.168	4.033	0.223	19.597	10.757	OK	
19-Mar-01	13:50	36969.57639	126.00		3.900	214.700	0.202	4.850	0.804	19.799	10.844	OK	
19-Mar-01	17:00	36969.70833	126.10		0.100	214.800	0.132	3.167	0.032	19.931	10.777	OK	

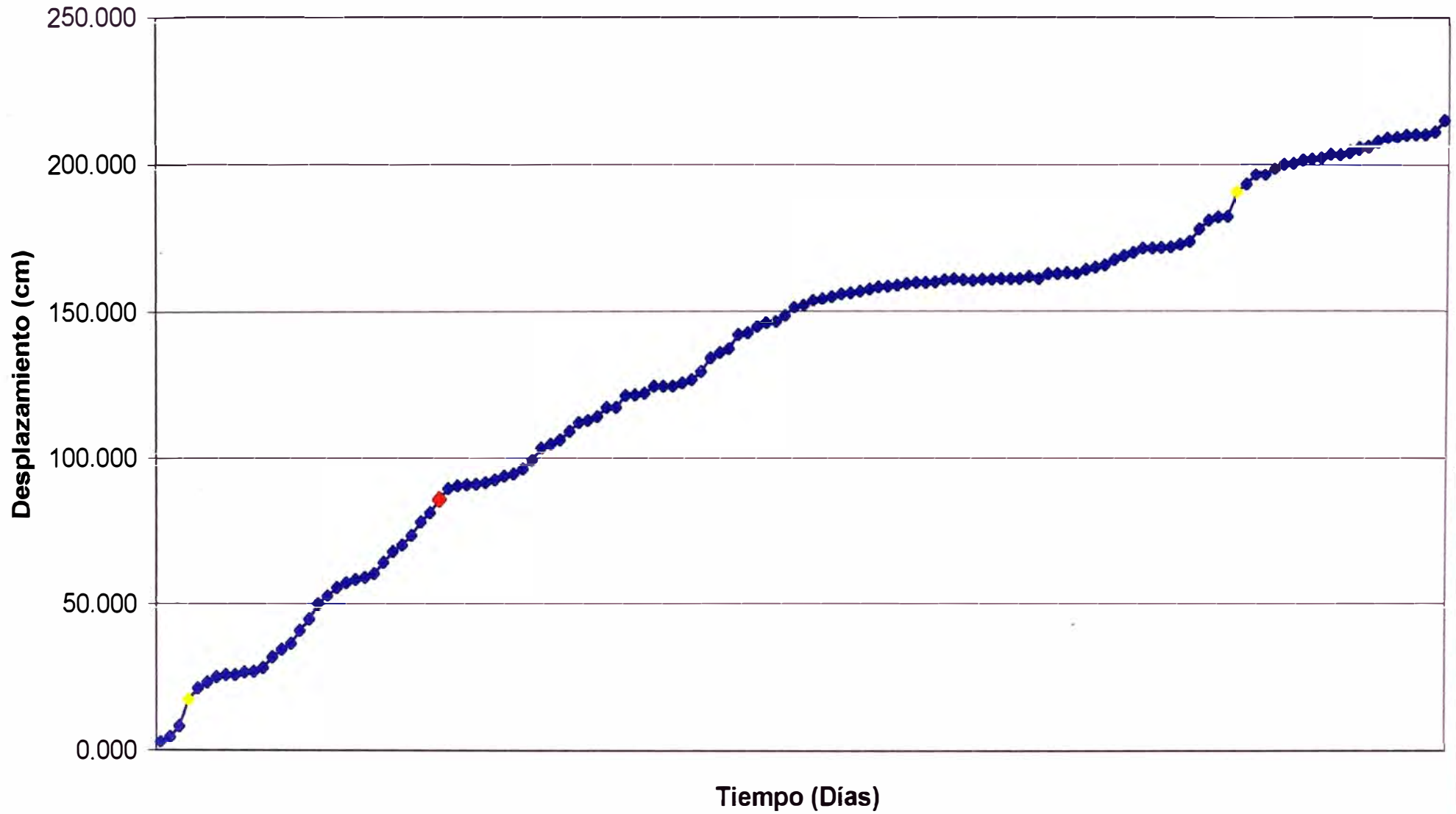
VELOCIDAD INCREMENTAL
EXTENSÓMETRO 4553 -12



DESPLAZAMIENTO INCREMENTAL
EXTENSÓMETRO 4553 -12



**DESPLAZAMIENTO TOTAL
EXTENSÓMETRO 4553 -12**



HOJA DE INGRESO DE DATOS DE EXTENSOMETRO

EXTENSOMETRO 4553 - 14

NIVELES DE ALARMA				
<i>cm/hr</i>	0	OK	Menor de 1cm/h	Cada 4 horas (tres por guardia)
1	2.5	Watch	De 1 a 2.5 cm/h	Cada 2 horas
2.5	5	Warning	De 2.5 a 5 cm/h	Cada hora
	> 5	Danger	Mayor de 5cm/h	Cada 30 minutos

	COORDENADAS	
	TRIPODE	ESTACA
NORTE	8943968.776	8943944.962
ESTE	274233.156	274237.782
ELEVACION	4545.237	4542.582

FECHA (mm/dd/yy)	HORA (hh:mm)	CODIGO FECHA - HORA	LECTURA (cm)	CAMBIO LECTURA (cm)	Desp. cm	Total Desp. cm	Horas time	Horas decimal	Velocidad cm/hr	Tiempo dias	Velocidad Total cm/dia	Niveles de Alarma	Observaciones
18-Mar-01	01:00	36968.04167	436.10		Lectura Inicial								
18-Mar-01	04:00	36968.16667	436.60		0.500	0.500	0.125	3.000	0.167	0.125	4.000	OK	
18-Mar-01	09:40	36968.40278	441.10	221.3	4.500	5.000	0.236	5.667	0.794	0.361	13.846	OK	
18-Mar-01	13:29	36968.56181	225.00		3.700	8.700	0.159	3.817	0.969	0.520	16.726	OK	
18-Mar-01	17:25	36968.72569	226.00		1.000	9.700	0.164	3.933	0.254	0.684	14.181	OK	
18-Mar-01	21:51	36968.91042	222.30		-3.700	6.000	0.185	4.433	0.835	0.869	6.906	OK	
19-Mar-01	01:33	36969.06458	222.70		0.400	6.400	0.154	3.700	0.108	1.023	6.257	OK	
19-Mar-01	04:53	36969.20347	224.10		1.400	7.800	0.139	3.333	0.420	1.162	6.714	OK	
19-Mar-01	08:52	36969.36944	224.80		0.700	8.500	0.166	3.983	0.176	1.328	6.402	OK	
19-Mar-01	14:02	36969.58472	225.00		0.200	8.700	0.215	5.167	0.039	1.543	5.638	OK	
19-Mar-01	17:02	36969.70972	227.00		2.000	10.700	0.125	3.000	0.667	1.668	6.415	OK	

EXTENSÓMETROS

BOTADERO 4580

EXTENSÓMETRO 4580 – 16

EXTENSÓMETRO 4580 – 20

EXTENSÓMETRO 4580 – 21

EXTENSÓMETRO 4580 – 22

EXTENSÓMETRO 4580 – 23

HOJA DE INGRESO DE DATOS DE EXTENSOMETRO

EXTENSOMETRO 4580-16

NIVELES DE ALARMA				
<i>cm/hr</i>	0	OK	Menor de 1cm/h	Cada 4 horas (tres por guardia)
1	2.5	Watch	De 1 a 2.5 cm/h	Cada 2 horas
2.5	5	Warning	De 2.5 a 5 cm/h	Cada hora
	> 5	Danger	mayor a 5 cm/h	Cada 10 minutos

	COORDENADAS	
	TRIPODE	ESTACA
NORTE	8943443.394	8943423.679
ESTE	273804.684	273824.812
ELEVACION	4588.594	4584.212

FECHA (mm/dd/yy)	HORA (hh:mm)	CODIGO FECHA - HORA	LECTURA (cm)	CAMBIO LECTURA (cm)	Desp. cm	Total Desp. cm	Horas time	Horas decimal	Velocidad cm/hr	Tiempo dias	Velocidad Total cm/día	Niveles de Alarma	Observaciones
20-Feb-01	16:15	36942.67708	15.00		Lectura Inicial								
20-Feb-01	17:26	36942.72639	16.30		1.300	1.300	0.049	1.183	1.099	0.049	26.366	WATCH	
20-Feb-01	20:20	36942.84722	22.10		5.800	7.100	0.121	2.900	2.000	0.170	41.731	WATCH	
20-Feb-01	21:30	36942.89583	24.10		2.000	9.100	0.049	1.167	1.714	0.219	41.600	WATCH	
21-Feb-01	01:40	36943.06944	28.00		3.900	13.000	0.174	4.167	0.936	0.392	33.133	OK	
21-Feb-01	05:30	36943.22917	30.80		2.800	15.800	0.160	3.833	0.730	0.552	28.619	OK	
21-Feb-01	09:15	36943.38542	33.50		2.700	18.500	0.156	3.750	0.720	0.708	26.118	OK	
21-Feb-01	13:07	36943.54653	34.80		1.300	19.800	0.161	3.867	0.336	0.869	22.773	OK	
21-Feb-01	17:09	36943.71458	35.80		1.000	20.800	0.168	4.033	0.248	1.037	20.048	OK	
21-Feb-01	19:12	36943.80000	36.28		0.480	21.280	0.085	2.050	0.234	1.123	18.951	OK	
22-Feb-01	00:10	36944.00694	37.90		1.620	22.900	0.207	4.967	0.326	1.330	17.220	OK	
22-Feb-01	04:50	36944.20139	40.00		2.100	25.000	0.194	4.667	0.450	1.524	16.401	OK	
22-Feb-01	06:30	36944.27083	41.40		1.400	26.400	0.069	1.667	0.840	1.594	16.565	OK	
22-Feb-01	09:10	36944.38194	41.60		0.200	26.600	0.111	2.667	0.075	1.705	15.602	OK	
22-Feb-01	13:15	36944.55208	42.00		0.400	27.000	0.170	4.083	0.098	1.875	14.400	OK	
22-Feb-01	17:14	36944.71806	43.30		1.300	28.300	0.166	3.983	0.326	2.041	13.866	OK	
22-Feb-01	21:30	36944.89583	44.00		0.700	29.000	0.178	4.267	0.164	2.219	13.070	OK	
23-Feb-01	00:30	36945.02083	44.30		0.300	29.300	0.125	3.000	0.100	2.344	12.501	OK	
23-Feb-01	04:30	36945.18750	44.80		0.500	29.800	0.167	4.000	0.125	2.510	11.871	OK	
23-Feb-01	09:22	36945.39028	45.90		1.100	30.900	0.203	4.867	0.226	2.713	11.389	OK	
23-Feb-01	13:20	36945.55556	46.80		0.900	31.800	0.165	3.967	0.227	2.878	11.048	OK	
23-Feb-01	17:19	36945.72153	47.50		0.700	32.500	0.166	3.983	0.176	3.044	10.675	OK	

23-Feb-01	21:30	36945.89583	48.70		1.200	33.700	0.174	4.183	0.287	3.219	10.470	OK	
24-Feb-01	00:30	36946.02083	50.60		1.900	35.600	0.125	3.000	0.633	3.344	10.647	OK	
24-Feb-01	06:30	36946.27083	52.80		2.200	37.800	0.250	6.000	0.367	3.594	10.518	OK	
24-Feb-01	09:35	36946.39931	53.40		0.600	38.400	0.128	3.083	0.195	3.722	10.316	OK	
24-Feb-01	13:16	36946.55278	55.20		1.800	40.200	0.153	3.683	0.489	3.876	10.372	OK	
24-Feb-01	17:17	36946.72014	56.30		1.100	41.300	0.167	4.017	0.274	4.043	10.215	OK	
24-Feb-01	21:15	36946.88542	57.30		1.000	42.300	0.165	3.967	0.252	4.208	10.051	OK	
25-Feb-01	01:00	36947.04167	57.80		0.500	42.800	0.156	3.750	0.133	4.365	9.806	OK	
25-Feb-01	05:00	36947.20833	58.90		1.100	43.900	0.167	4.000	0.275	4.531	9.688	OK	
25-Feb-01	09:16	36947.38611	60.30		1.400	45.300	0.178	4.267	0.328	4.709	9.620	OK	
25-Feb-01	13:11	36947.54931	62.50		2.200	47.500	0.163	3.917	0.562	4.872	9.749	OK	
25-Feb-01	16:55	36947.70486	65.40		2.900	50.400	0.156	3.733	0.777	5.028	10.024	OK	
25-Feb-01	21:00	36947.87500	66.80		1.400	51.800	0.170	4.083	0.343	5.198	9.966	OK	
26-Feb-01	01:00	36948.04167	70.00		3.200	55.000	0.167	4.000	0.800	5.365	10.252	OK	
26-Feb-01	03:00	36948.12500	72.70		2.700	57.700	0.083	2.000	1.350	5.448	10.591	WATCH	
26-Feb-01	05:00	36948.20833	74.00		1.300	59.000	0.083	2.000	0.650	5.531	10.667	OK	
26-Feb-01	09:03	36948.37708	75.50		1.500	60.500	0.169	4.050	0.370	5.700	10.614	OK	
26-Feb-01	13:30	36948.56250	76.50		1.000	61.500	0.185	4.450	0.225	5.885	10.450	OK	
26-Feb-01	17:15	36948.71875	77.00		0.500	62.000	0.156	3.750	0.133	6.042	10.262	OK	
26-Feb-01	21:23	36948.89097	78.40		1.400	63.400	0.172	4.133	0.339	6.214	10.203	OK	
27-Feb-01	01:15	36949.05208	78.40		0.000	63.400	0.161	3.867	0.000	6.375	9.945	OK	
27-Feb-01	04:54	36949.20417	78.40		0.000	63.400	0.152	3.650	0.000	6.527	9.713	OK	
27-Feb-01	09:18	36949.38750	78.50		0.100	63.500	0.183	4.400	0.023	6.710	9.463	OK	
27-Feb-01	13:18	36949.55417	78.70		0.200	63.700	0.167	4.000	0.050	6.877	9.263	OK	
27-Feb-01	17:04	36949.71111	79.30		0.600	64.300	0.157	3.767	0.159	7.034	9.141	OK	
27-Feb-01	21:07	36949.87986	80.00		0.700	65.000	0.169	4.050	0.173	7.203	9.024	OK	
28-Feb-01	01:15	36950.05208	80.40		0.400	65.400	0.172	4.133	0.097	7.375	8.868	OK	
28-Feb-01	04:32	36950.18889	80.70		0.300	65.700	0.137	3.283	0.091	7.512	8.746	OK	
28-Feb-01	09:17	36950.38681	81.10		0.400	66.100	0.198	4.750	0.084	7.710	8.574	OK	
28-Feb-01	13:22	36950.55694	81.50		0.400	66.500	0.170	4.083	0.098	7.880	8.439	OK	
28-Feb-01	17:05	36950.71181	81.70		0.200	66.700	0.155	3.717	0.054	8.035	8.301	OK	
28-Feb-01	21:12	36950.88333	82.30		0.600	67.300	0.172	4.117	0.146	8.206	8.201	OK	
01-Mar-01	01:15	36951.05208	82.60		0.300	67.600	0.169	4.050	0.074	8.375	8.072	OK	
01-Mar-01	04:19	36951.17986	83.00		0.400	68.000	0.128	3.067	0.130	8.503	7.997	OK	

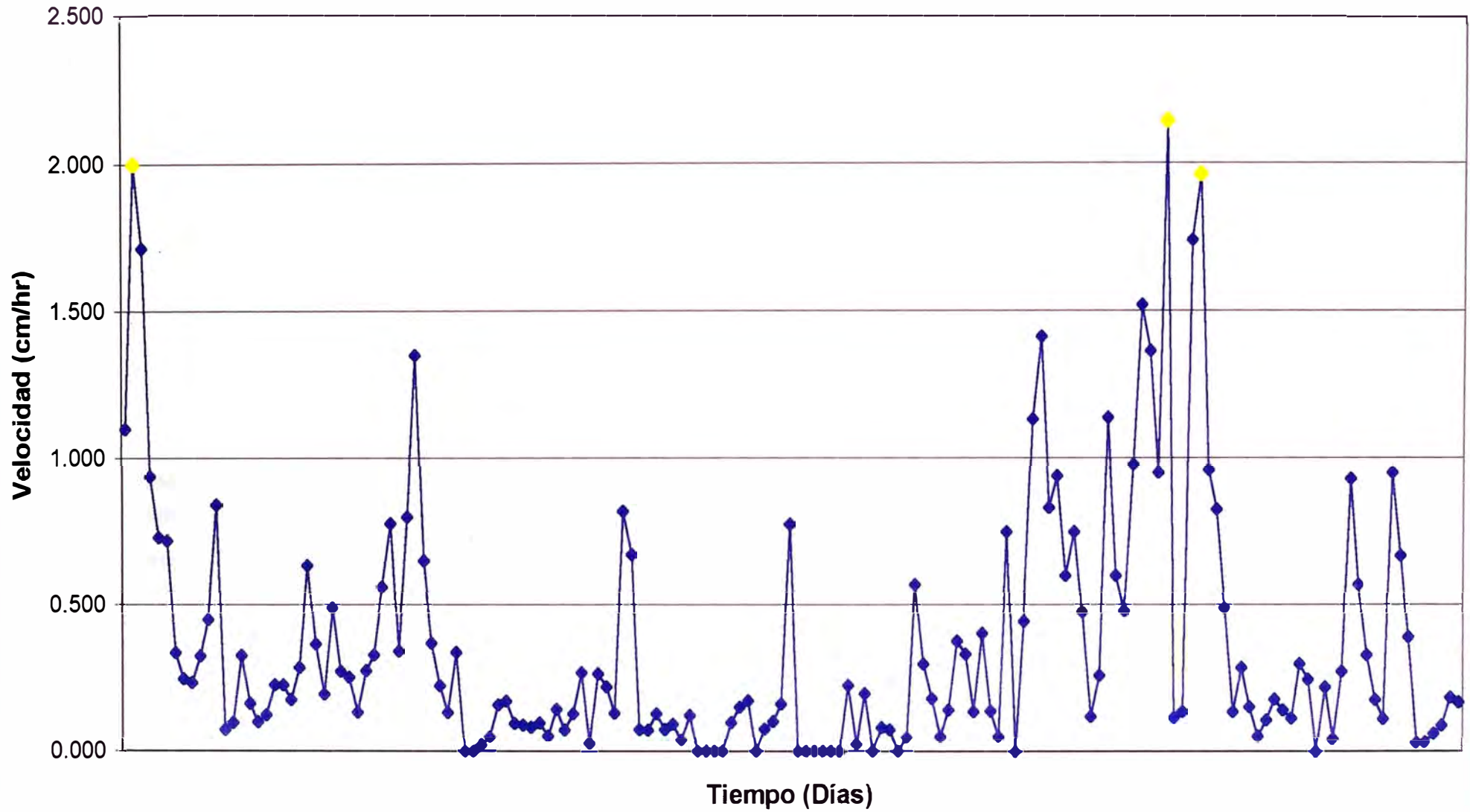
01-Mar-01	09:30	36951.39583	84.40		1.400	69.400	0.216	5.183	0.270	8.719	7.960	OK	
01-Mar-01	13:05	36951.54514	84.50		0.100	69.500	0.149	3.583	0.028	8.868	7.837	OK	
01-Mar-01	17:13	36951.71736	85.60		1.100	70.600	0.172	4.133	0.266	9.040	7.809	OK	
01-Mar-01	21:18	36951.88750	86.50		0.900	71.500	0.170	4.083	0.220	9.210	7.763	OK	
02-Mar-01	01:06	36952.04583	87.00		0.500	72.000	0.158	3.800	0.132	9.369	7.685	OK	
02-Mar-01	04:24	36952.18333	84.30		-2.700	69.300	0.138	3.300	0.818	9.506	7.290	OK	
02-Mar-01	09:19	36952.38819	87.60		3.300	72.600	0.205	4.917	0.671	9.711	7.476	OK	
02-Mar-01	13:16	36952.55278	87.90		0.300	72.900	0.165	3.950	0.076	9.876	7.382	OK	
02-Mar-01	17:20	36952.72222	88.20		0.300	73.200	0.169	4.067	0.074	10.045	7.287	OK	
02-Mar-01	21:11	36952.88264	88.70		0.500	73.700	0.160	3.850	0.130	10.206	7.222	OK	
03-Mar-01	01:10	36953.04861	89.00		0.300	74.000	0.166	3.983	0.075	10.372	7.135	OK	
03-Mar-01	04:19	36953.17986	89.30		0.300	74.300	0.131	3.150	0.095	10.503	7.074	OK	
03-Mar-01	09:30	36953.39583	89.50		0.200	74.500	0.216	5.183	0.039	10.719	6.950	OK	
03-Mar-01	13:30	36953.56250	90.00		0.500	75.000	0.167	4.000	0.125	10.885	6.890	OK	
03-Mar-01	17:10	36953.71528	90.00		0.000	75.000	0.153	3.667	0.000	11.038	6.795	OK	
03-Mar-01	21:07	36953.87986	90.00		0.000	75.000	0.165	3.950	0.000	11.203	6.695	OK	
04-Mar-01	01:08	36954.04722	90.00		0.000	75.000	0.167	4.017	0.000	11.370	6.596	OK	
04-Mar-01	05:06	36954.21250	90.00		0.000	75.000	0.165	3.967	0.000	11.535	6.502	OK	
04-Mar-01	09:05	36954.37847	90.40		0.400	75.400	0.166	3.983	0.100	11.701	6.444	OK	
04-Mar-01	13:00	36954.54167	91.00		0.600	76.000	0.163	3.917	0.153	11.865	6.406	OK	
04-Mar-01	17:00	36954.70833	91.70		0.700	76.700	0.167	4.000	0.175	12.031	6.375	OK	
04-Mar-01	21:23	36954.89097	91.70		0.000	76.700	0.183	4.383	0.000	12.214	6.280	OK	
05-Mar-01	01:15	36955.05208	92.00		0.300	77.000	0.161	3.867	0.078	12.375	6.222	OK	
05-Mar-01	05:05	36955.21181	92.40		0.400	77.400	0.160	3.833	0.104	12.535	6.175	OK	
05-Mar-01	09:58	36955.41528	93.20		0.800	78.200	0.203	4.883	0.164	12.738	6.139	OK	
05-Mar-01	11:00	36955.45833	94.00	77.50	0.800	79.000	0.043	1.033	0.774	12.781	6.181	OK	
05-Mar-01	13:03	36955.54375	77.50		0.000	79.000	0.085	2.050	0.000	12.867	6.140	OK	
05-Mar-01	17:05	36955.71181	77.50		0.000	79.000	0.168	4.033	0.000	13.035	6.061	OK	
05-Mar-01	21:20	36955.88889	77.50		0.000	79.000	0.177	4.250	0.000	13.212	5.980	OK	
06-Mar-01	01:11	36956.04931	77.50		0.000	79.000	0.160	3.850	0.000	13.372	5.908	OK	
06-Mar-01	05:28	36956.22778	77.50		0.000	79.000	0.178	4.283	0.000	13.551	5.830	OK	
06-Mar-01	09:05	36956.37847	77.50		0.000	79.000	0.151	3.617	0.000	13.701	5.766	OK	
06-Mar-01	13:03	36956.54375	78.40		0.900	79.900	0.165	3.967	0.227	13.867	5.762	OK	
06-Mar-01	17:05	36956.71181	78.50		0.100	80.000	0.168	4.033	0.025	14.035	5.700	OK	

06-Mar-01	21:07	36956.87986	79.30		0.800	80.800	0.168	4.033	0.198	14.203	5.689	OK	
07-Mar-01	01:35	36957.06597	79.30		0.000	80.800	0.186	4.467	0.000	14.389	5.615	OK	
07-Mar-01	05:10	36957.21528	79.60		0.300	81.100	0.149	3.583	0.084	14.538	5.578	OK	
07-Mar-01	09:05	36957.37847	79.90		0.300	81.400	0.163	3.917	0.077	14.701	5.537	OK	
07-Mar-01	13:18	36957.55417	79.90		0.000	81.400	0.176	4.217	0.000	14.877	5.472	OK	
07-Mar-01	17:28	36957.72778	80.10		0.200	81.600	0.174	4.167	0.048	15.051	5.422	OK	
07-Mar-01	21:20	36957.88889	82.30		2.200	83.800	0.161	3.867	0.569	15.212	5.509	OK	
08-Mar-01	01:20	36958.05556	83.50		1.200	85.000	0.167	4.000	0.300	15.378	5.527	OK	
08-Mar-01	05:10	36958.21528	84.20		0.700	85.700	0.160	3.833	0.183	15.538	5.515	OK	
08-Mar-01	09:00	36958.37500	84.40		0.200	85.900	0.160	3.833	0.052	15.698	5.472	OK	
08-Mar-01	12:30	36958.52083	84.90		0.500	86.400	0.146	3.500	0.143	15.844	5.453	OK	
08-Mar-01	17:00	36958.70833	86.60		1.700	88.100	0.188	4.500	0.378	16.031	5.496	OK	
08-Mar-01	21:30	36958.89583	88.10		1.500	89.600	0.188	4.500	0.333	16.219	5.524	OK	
09-Mar-01	01:50	36959.07639	88.70		0.600	90.200	0.181	4.333	0.138	16.399	5.500	OK	
09-Mar-01	05:03	36959.21042	90.00		1.300	91.500	0.134	3.217	0.404	16.533	5.534	OK	
09-Mar-01	09:20	36959.38889	90.60		0.600	92.100	0.178	4.283	0.140	16.712	5.511	OK	
09-Mar-01	13:10	36959.54861	90.80		0.200	92.300	0.160	3.833	0.052	16.872	5.471	OK	
09-Mar-01	13:50	36959.57639	91.30		0.500	92.800	0.028	0.667	0.750	16.899	5.491	OK	
09-Mar-01	17:20	36959.72222	91.30		0.000	92.800	0.146	3.500	0.000	17.045	5.444	OK	
09-Mar-01	21:10	36959.88194	93.00		1.700	94.500	0.160	3.833	0.443	17.205	5.493	OK	
10-Mar-01	01:35	36960.06597	98.00		5.000	99.500	0.184	4.417	1.132	17.389	5.722	WATCH	
10-Mar-01	03:00	36960.12500	100.00		2.000	101.500	0.059	1.417	1.412	17.448	5.817	WATCH	
10-Mar-01	05:10	36960.21528	101.80		1.800	103.300	0.090	2.167	0.831	17.538	5.890	OK	
10-Mar-01	09:00	36960.37500	105.40		3.600	106.900	0.160	3.833	0.939	17.698	6.040	OK	
10-Mar-01	13:00	36960.54167	107.80		2.400	109.300	0.167	4.000	0.600	17.865	6.118	OK	
10-Mar-01	17:00	36960.70833	110.80		3.000	112.300	0.167	4.000	0.750	18.031	6.228	OK	
10-Mar-01	21:00	36960.87500	112.70		1.900	114.200	0.167	4.000	0.475	18.198	6.275	OK	
11-Mar-01	01:08	36961.04722	113.20		0.500	114.700	0.172	4.133	0.121	18.370	6.244	OK	
11-Mar-01	05:45	36961.23958	114.40	33.50	1.200	115.900	0.192	4.617	0.260	18.563	6.244	OK	
11-Mar-01	09:00	36961.37500	37.20		3.700	119.600	0.135	3.250	1.138	18.698	6.396	WATCH	
11-Mar-01	11:20	36961.47222	38.60	35.20	1.400	121.000	0.097	2.333	0.600	18.795	6.438	OK	
11-Mar-01	13:00	36961.54167	36.00		0.800	121.800	0.069	1.667	0.480	18.865	6.457	OK	
11-Mar-01	15:15	36961.63542	38.20		2.200	124.000	0.094	2.250	0.978	18.958	6.541	OK	
11-Mar-01	16:30	36961.68750	40.10		1.900	125.900	0.052	1.250	1.520	19.010	6.623	WATCH	

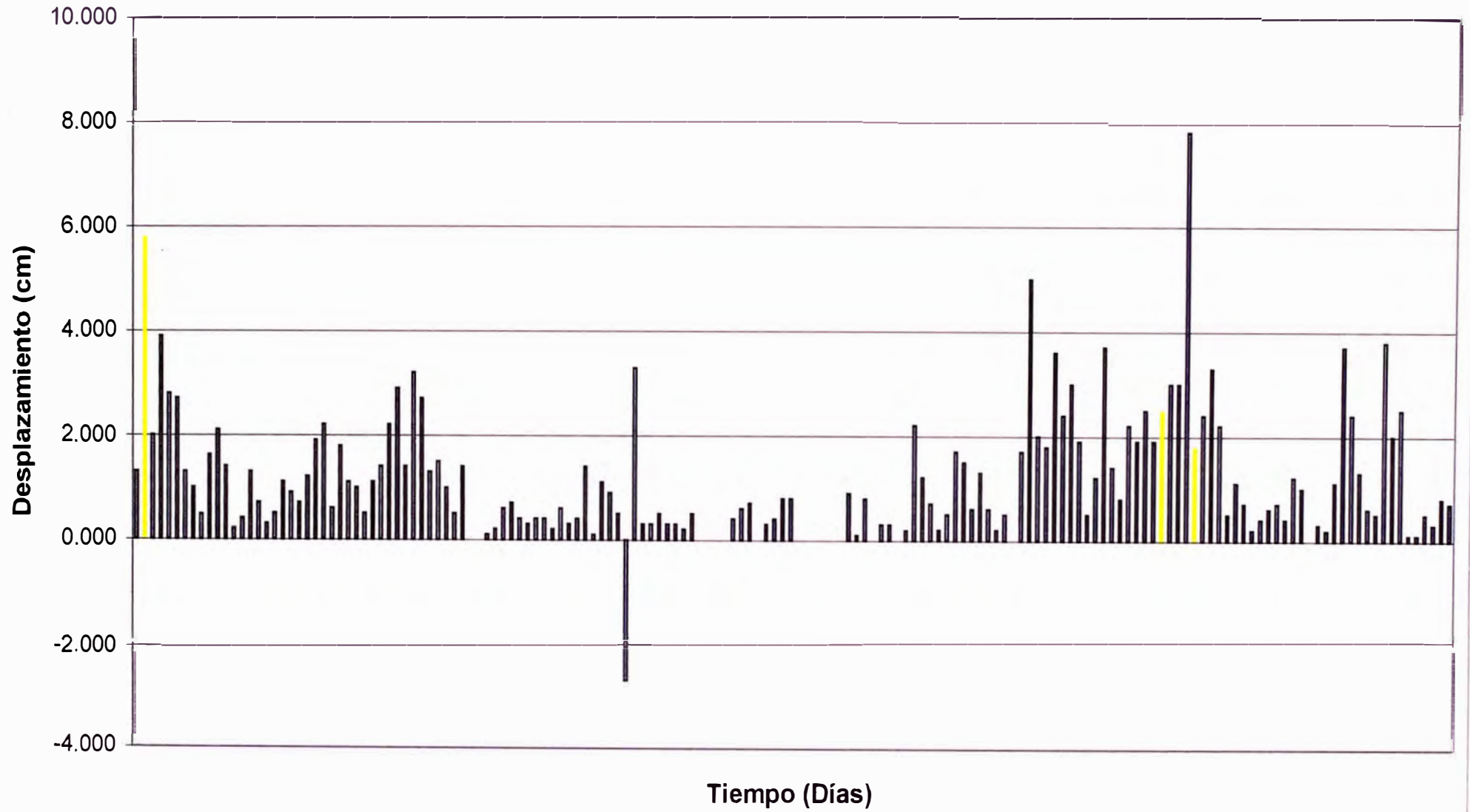
11-Mar-01	18:20	36961.76389	42.60		2.500	128.400	0.076	1.833	1.364	19.087	6.727	WATCH	
11-Mar-01	20:20	36961.84722	44.50		1.900	130.300	0.083	2.000	0.950	19.170	6.797	OK	
11-Mar-01	21:30	36961.89583	47.00		2.500	132.800	0.049	1.167	2.143	19.219	6.910	WATCH	
12-Mar-01	23:00	36962.95833	50.00		3.000	135.800	1.063	25.500	0.118	20.281	6.696	OK	
12-Mar-01	01:06	36962.04583	53.00		3.000	138.800	-0.913	-21.900	0.137	19.369	7.166	OK	
12-Mar-01	05:35	36962.23264	60.80		7.800	146.600	0.187	4.483	1.740	19.556	7.497	WATCH	
12-Mar-01	06:30	36962.27083	62.60		1.800	148.400	0.038	0.917	1.964	19.594	7.574	WATCH	
12-Mar-01	09:00	36962.37500	65.00		2.400	150.800	0.104	2.500	0.960	19.698	7.656	OK	
12-Mar-01	13:00	36962.54167	68.30		3.300	154.100	0.167	4.000	0.825	19.865	7.758	OK	
12-Mar-01	17:30	36962.72917	70.50		2.200	156.300	0.188	4.500	0.489	20.052	7.795	OK	
12-Mar-01	21:10	36962.88194	71.00		0.500	156.800	0.153	3.667	0.136	20.205	7.761	OK	
13-Mar-01	01:00	36963.04167	72.10		1.100	157.900	0.160	3.833	0.287	20.365	7.754	OK	
13-Mar-01	05:35	36963.23264	72.80		0.700	158.600	0.191	4.583	0.153	20.556	7.716	OK	
13-Mar-01	09:28	36963.39444	73.00		0.200	158.800	0.162	3.883	0.052	20.717	7.665	OK	
13-Mar-01	13:10	36963.54861	73.40		0.400	159.200	0.154	3.700	0.108	20.872	7.628	OK	
13-Mar-01	16:31	36963.68819	74.00		0.600	159.800	0.140	3.350	0.179	21.011	7.605	OK	
13-Mar-01	21:30	36963.89583	74.70		0.700	160.500	0.208	4.983	0.140	21.219	7.564	OK	
14-Mar-01	01:00	36964.04167	75.10		0.400	160.900	0.146	3.500	0.114	21.365	7.531	OK	
14-Mar-01	05:00	36964.20833	76.30		1.200	162.100	0.167	4.000	0.300	21.531	7.529	OK	
14-Mar-01	09:05	36964.37847	77.30	15.00	1.000	163.100	0.170	4.083	0.245	21.701	7.516	OK	
16-Mar-01	14:53	36966.62014	15.00		0.000	163.100	2.242	53.800	0.000	23.943	6.812	OK	
16-Mar-01	16:15	36966.67708	15.30		0.300	163.400	0.057	1.367	0.220	24.000	6.808	OK	
16-Mar-01	21:00	36966.87500	15.50		0.200	163.600	0.198	4.750	0.042	24.198	6.761	OK	
17-Mar-01	01:01	36967.04236	16.60		1.100	164.700	0.167	4.017	0.274	24.365	6.760	OK	
17-Mar-01	05:00	36967.20833	20.30		3.700	168.400	0.166	3.983	0.929	24.531	6.865	OK	
17-Mar-01	09:13	36967.38403	22.70		2.400	170.800	0.176	4.217	0.569	24.707	6.913	OK	
17-Mar-01	13:10	36967.54861	24.00		1.300	172.100	0.165	3.950	0.329	24.872	6.920	OK	
17-Mar-01	16:33	36967.68958	24.60		0.600	172.700	0.141	3.383	0.177	25.012	6.905	OK	
17-Mar-01	21:00	36967.87500	25.10		0.500	173.200	0.185	4.450	0.112	25.198	6.874	OK	
18-Mar-01	01:00	36968.04167	28.90		3.800	177.000	0.167	4.000	0.950	25.365	6.978	OK	
18-Mar-01	04:00	36968.16667	30.90		2.000	179.000	0.125	3.000	0.667	25.490	7.022	OK	
18-Mar-01	10:25	36968.43403	33.40		2.500	181.500	0.267	6.417	0.390	25.757	7.047	OK	
18-Mar-01	13:52	36968.57778	33.50		0.100	181.600	0.144	3.450	0.029	25.901	7.011	OK	
18-Mar-01	17:00	36968.70833	33.60		0.100	181.700	0.131	3.133	0.032	26.031	6.980	OK	

19-Mar-01	01:14	36969.05139	34.10		0.500	182.200	0.343	8.233	0.061	26.374	6.908	OK	
19-Mar-01	04:35	36969.19097	34.40		0.300	182.500	0.140	3.350	0.090	26.514	6.883	OK	
19-Mar-01	08:55	36969.37153	35.20		0.800	183.300	0.181	4.333	0.185	26.694	6.867	OK	
19-Mar-01	13:05	36969.54514	35.90		0.700	184.000	0.174	4.167	0.168	26.868	6.848	OK	
19-Mar-01		36969.00000			-35.900	148.100	-0.545	-13.083	2.744	26.323	5.626	WARNING	

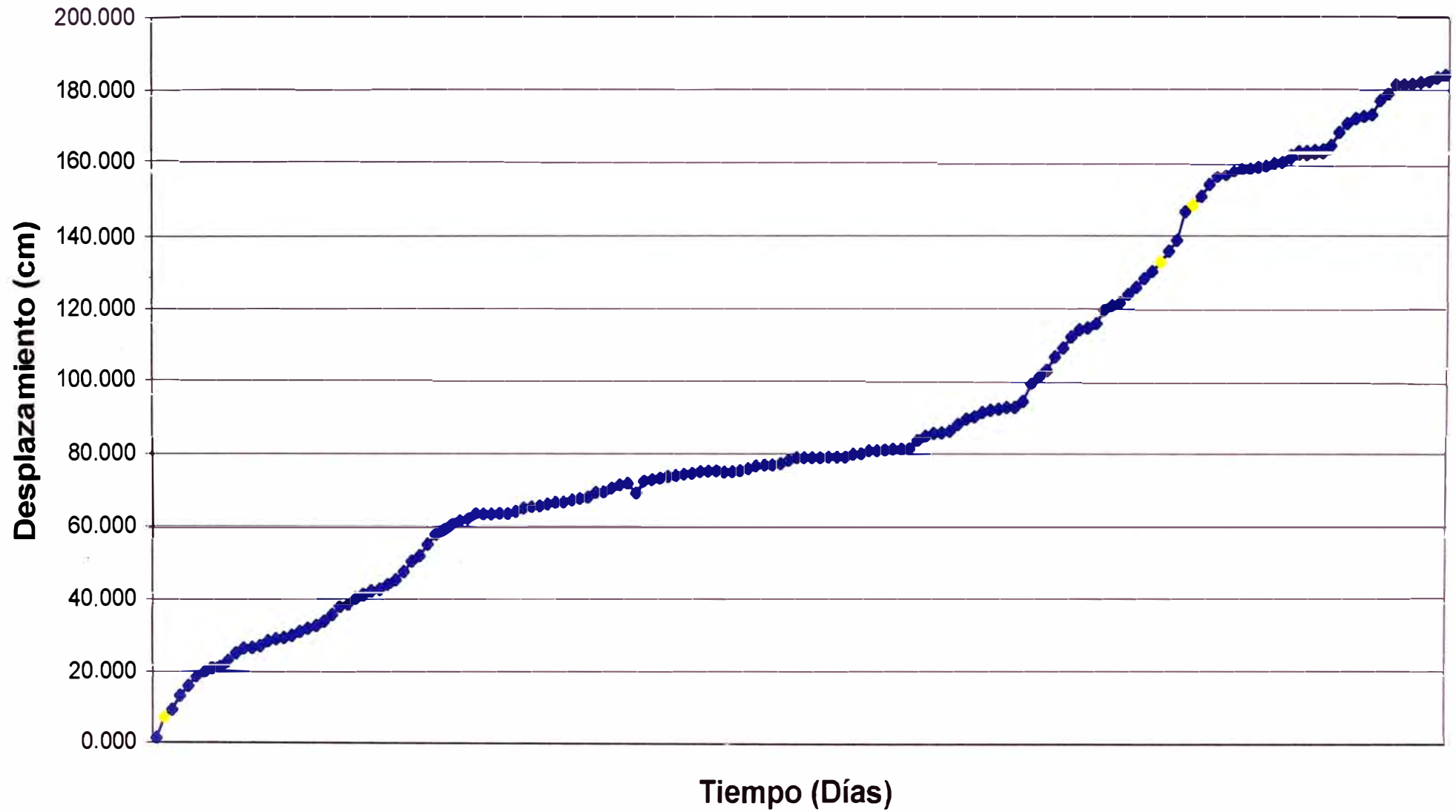
**VELOCIDAD INCREMENTAL
EXTENSÓMETRO 4580 -16**



DESPLAZAMIENTO INCREMENTAL EXTENSÓMETRO 4580 -16



**DESPLAZAMIENTO TOTAL
EXTENSÓMETRO 4580 -16**



HOJA DE INGRESO DE DATOS DE EXTENSOMETRO

EXTENSOMETRO 4580-20

NIVELES DE ALARMA				
<i>cm/hr</i>	0	OK	Menor de 1cm/h	Cada 4 horas (tres por guardia)
1	2.5	Watch	De 1 a 2.5 cm/h	Cada 2 horas
2.5	5	Warning	De 2.5 a 5 cm/h	Cada hora
	> 5	Danger	mayor a 5 cm/h	Cada 10 minutos

	COORDENADAS	
	TRIPODE	ESTACA
NORTE	8943761.076	8943744.605
ESTE	273973.758	274000.266
ELEVACION	4578.793	4578.843

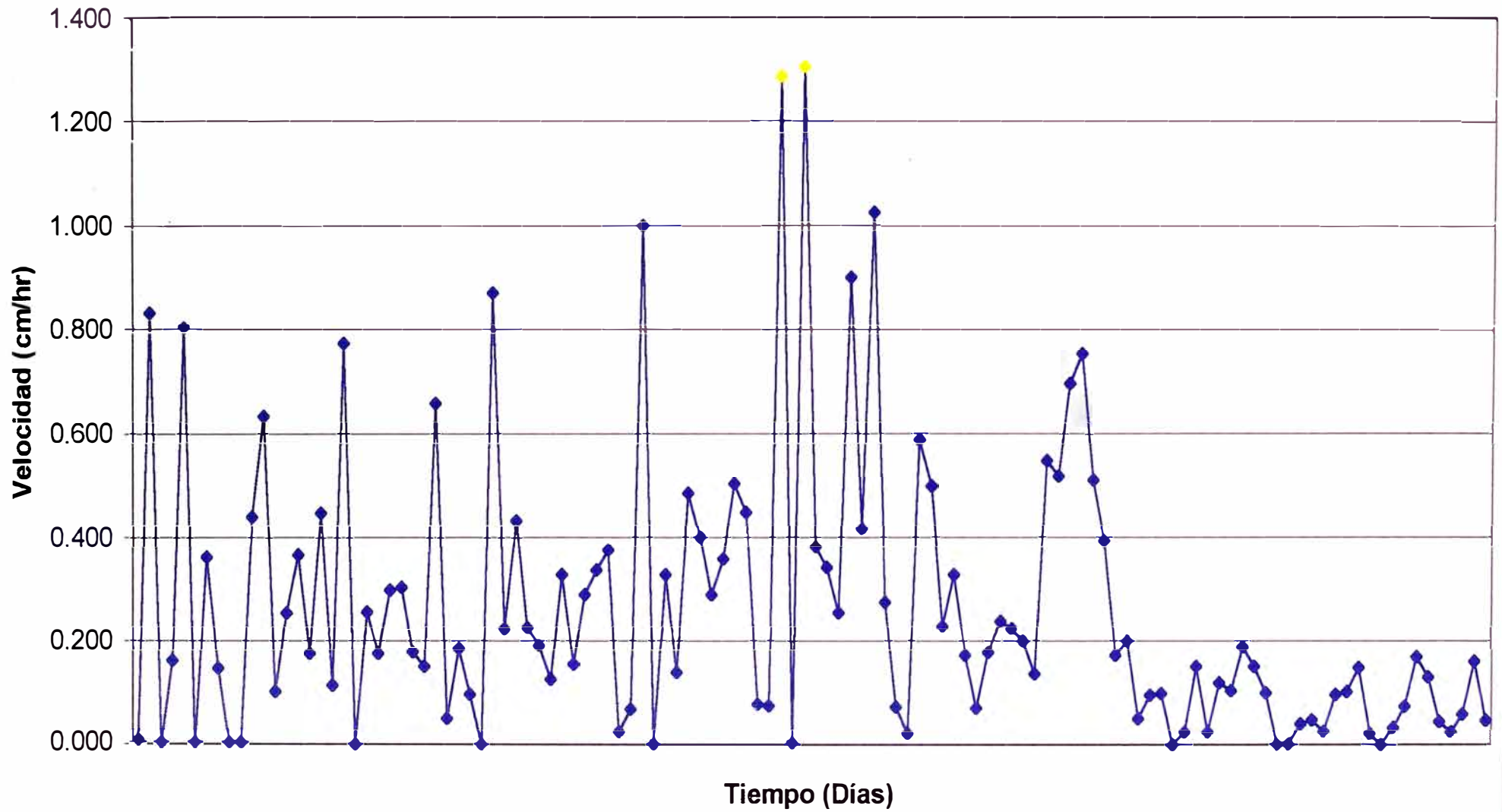
FECHA (mm/dd/yy)	HORA (hh:mm)	CODIGO FECHA - HORA	LECTURA (cm)	CAMBIO LECTURA (cm)	Disp. cm	Total Desp. cm	Horas time	Horas decimal	Velocidad cm/hr	Tiempo días	Velocidad Total cm/día	Niveles de Alarma	Observaciones
28-Feb-01	17:50	36950.74306	66.50										
Lectura Inicial													
28-Feb-01	18:05	36950.75347	66.50		0.000	0.000	0.010	0.250	0.004	0.010	0.000	OK	
28-Feb-01	21:05	36950.87847	64.00		-2.500	-2.500	0.125	3.000	0.833	0.135	18.462	OK	
01-Mar-01	01:07	36951.04653	64.00		0.000	-2.500	0.168	4.033	0.000	0.303	8.238	OK	
01-Mar-01	04:12	36951.17500	64.50		0.500	-2.000	0.128	3.083	0.162	0.432	4.630	OK	
01-Mar-01	09:25	36951.39236	68.70		4.200	2.200	0.217	5.217	0.805	0.649	3.388	OK	
01-Mar-01	13:00	36951.54167	68.70		0.000	2.200	0.149	3.583	0.000	0.799	2.755	OK	
01-Mar-01	17:09	36951.71458	70.20		1.500	3.700	0.173	4.150	0.361	0.972	3.808	OK	
01-Mar-01	21:13	36951.88403	69.60		-0.600	3.100	0.169	4.067	0.148	1.141	2.717	OK	
02-Mar-01	01:11	36952.04931	69.60		0.000	3.100	0.165	3.967	0.000	1.306	2.373	OK	
02-Mar-01	04:30	36952.18750	69.60		0.000	3.100	0.138	3.317	0.000	1.444	2.146	OK	
02-Mar-01	09:17	36952.38681	71.70		2.100	5.200	0.199	4.783	0.439	1.644	3.163	OK	
02-Mar-01	11:20	36952.47222	73.00		1.300	6.500	0.085	2.050	0.634	1.729	3.759	OK	
02-Mar-01	13:18	36952.55417	73.20		0.200	6.700	0.082	1.967	0.102	1.811	3.699	OK	
02-Mar-01	17:15	36952.71875	74.20		1.000	7.700	0.165	3.950	0.253	1.976	3.897	OK	
02-Mar-01	21:05	36952.87847	72.80		-1.400	6.300	0.160	3.833	0.365	2.135	2.950	OK	
03-Mar-01	01:05	36953.04514	73.50		0.700	7.000	0.167	4.000	0.175	2.302	3.041	OK	
03-Mar-01	04:13	36953.17569	74.90		1.400	8.400	0.131	3.133	0.447	2.433	3.453	OK	
03-Mar-01	09:30	36953.39583	75.50		0.600	9.000	0.220	5.283	0.114	2.653	3.393	OK	
03-Mar-01	13:30	36953.56250	78.60		3.100	12.100	0.167	4.000	0.775	2.819	4.292	OK	
03-Mar-01	17:10	36953.71528	78.60		0.000	12.100	0.153	3.667	0.000	2.972	4.071	OK	
03-Mar-01	21:05	36953.87847	79.60		1.000	13.100	0.163	3.917	0.255	3.135	4.178	OK	

04-Mar-01	01:05	36954.04514	80.30		0.700	13.800	0.167	4.000	0.175	3.302	4.179	OK	
04-Mar-01	05:07	36954.21319	81.50		1.200	15.000	0.168	4.033	0.298	3.470	4.323	OK	
04-Mar-01	09:05	36954.37847	80.30		-1.200	13.800	0.165	3.967	0.303	3.635	3.796	OK	
04-Mar-01	13:00	36954.54167	81.00		0.700	14.500	0.163	3.917	0.179	3.799	3.817	OK	
04-Mar-01	17:00	36954.70833	81.60		0.600	15.100	0.167	4.000	0.150	3.965	3.808	OK	
04-Mar-01	21:15	36954.88542	84.40		2.800	17.900	0.177	4.250	0.659	4.142	4.321	OK	
05-Mar-01	01:13	36955.05069	84.60		0.200	18.100	0.165	3.967	0.050	4.308	4.202	OK	
05-Mar-01	05:00	36955.20833	85.30		0.700	18.800	0.158	3.783	0.185	4.465	4.210	OK	
05-Mar-01	09:08	36955.38056	84.90		-0.400	18.400	0.172	4.133	0.097	4.638	3.968	OK	
05-Mar-01	13:07	36955.54653	84.90		0.000	18.400	0.166	3.983	0.000	4.803	3.831	OK	
05-Mar-01	17:08	36955.71389	88.40		3.500	21.900	0.167	4.017	0.871	4.971	4.406	OK	
05-Mar-01	21:10	36955.88194	89.30		0.900	22.800	0.168	4.033	0.223	5.139	4.437	OK	
06-Mar-01	01:06	36956.04583	91.00		1.700	24.500	0.164	3.933	0.432	5.303	4.620	OK	
06-Mar-01	05:32	36956.23056	92.00		1.000	25.500	0.185	4.433	0.226	5.488	4.647	OK	
06-Mar-01	09:12	36956.38333	92.70		0.700	26.200	0.153	3.667	0.191	5.640	4.645	OK	
06-Mar-01	13:10	36956.54861	93.20		0.500	26.700	0.165	3.967	0.126	5.806	4.599	OK	
06-Mar-01	17:08	36956.71389	94.50		1.300	28.000	0.165	3.967	0.328	5.971	4.689	OK	
06-Mar-01	21:00	36956.87500	95.10		0.600	28.600	0.161	3.867	0.155	6.132	4.664	OK	
07-Mar-01	01:30	36957.06250	96.40		1.300	29.900	0.188	4.500	0.289	6.319	4.731	OK	
07-Mar-01	05:22	36957.22361	97.70		1.300	31.200	0.161	3.867	0.336	6.481	4.814	OK	
07-Mar-01	09:06	36957.37917	99.10		1.400	32.600	0.156	3.733	0.375	6.636	4.913	OK	
07-Mar-01	13:05	36957.54514	99.20		0.100	32.700	0.166	3.983	0.025	6.802	4.807	OK	
07-Mar-01	17:25	36957.72569	99.50		0.300	33.000	0.181	4.333	0.069	6.983	4.726	OK	
07-Mar-01	23:25	36957.97569	105.50		6.000	39.000	0.250	6.000	1.000	7.233	5.392	WATCH	
08-Mar-01	00:50	36958.03472	105.50		0.000	39.000	0.059	1.417	0.001	7.292	5.349	OK	
08-Mar-01	05:25	36958.22569	107.00		1.500	40.500	0.191	4.583	0.327	7.483	5.413	OK	
08-Mar-01	09:00	36958.37500	107.50		0.500	41.000	0.149	3.583	0.140	7.632	5.372	OK	
08-Mar-01	12:30	36958.52083	109.20		1.700	42.700	0.146	3.500	0.486	7.778	5.490	OK	
08-Mar-01	17:00	36958.70833	111.00		1.800	44.500	0.188	4.500	0.400	7.965	5.587	OK	
08-Mar-01	21:30	36958.89583	112.30		1.300	45.800	0.188	4.500	0.289	8.153	5.618	OK	
09-Mar-01	01:08	36959.04722	113.60		1.300	47.100	0.151	3.633	0.358	8.304	5.672	OK	
09-Mar-01	05:06	36959.21250	115.60		2.000	49.100	0.165	3.967	0.504	8.469	5.797	OK	
09-Mar-01	09:20	36959.38889	117.50		1.900	51.000	0.176	4.233	0.449	8.646	5.899	OK	
09-Mar-01	13:10	36959.54861	117.80		0.300	51.300	0.160	3.833	0.078	8.806	5.826	OK	

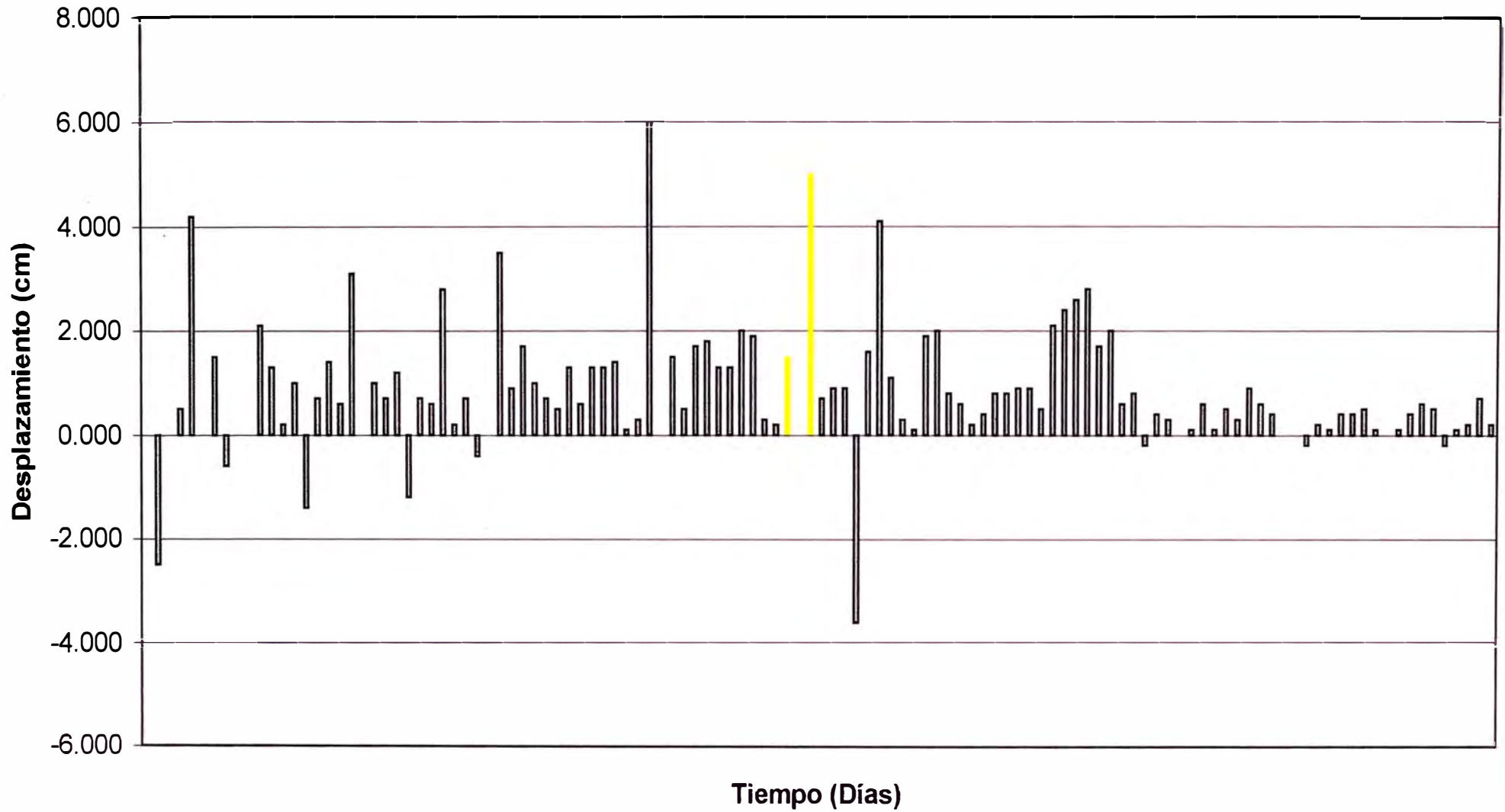
09-Mar-01	15:50	36959.65972	118.00		0.200	51.500	0.111	2.667	0.075	8.917	5.776	OK	
09-Mar-01	17:00	36959.70833	119.50	5.5	1.500	53.000	0.049	1.167	1.286	8.965	5.912	WATCH	
09-Mar-01	17:20	36959.72222	5.50		0.000	53.000	0.014	0.333	0.003	8.979	5.903	OK	
09-Mar-01	21:10	36959.88194	10.50		5.000	58.000	0.160	3.833	1.304	9.139	6.347	WATCH	
09-Mar-01	23:00	36959.95833	11.20		0.700	58.700	0.076	1.833	0.382	9.215	6.370	OK	
10-Mar-01	01:38	36960.06806	12.10		0.900	59.600	0.110	2.633	0.342	9.325	6.391	OK	
10-Mar-01	05:10	36960.21528	13.00		0.900	60.500	0.147	3.533	0.255	9.472	6.387	OK	
10-Mar-01	09:10	36960.38194	9.40		-3.600	56.900	0.167	4.000	0.900	9.639	5.903	OK	
10-Mar-01	13:00	36960.54167	11.00		1.600	58.500	0.160	3.833	0.417	9.799	5.970	OK	
10-Mar-01	17:00	36960.70833	15.10		4.100	62.600	0.167	4.000	1.025	9.965	6.282	WATCH	
10-Mar-01	21:00	36960.87500	16.20		1.100	63.700	0.167	4.000	0.275	10.132	6.287	OK	
11-Mar-01	01:06	36961.04583	16.50		0.300	64.000	0.171	4.100	0.073	10.303	6.212	OK	
11-Mar-01	05:46	36961.24028	16.60		0.100	64.100	0.194	4.667	0.021	10.497	6.106	OK	
11-Mar-01	09:00	36961.37500	18.50		1.900	66.000	0.135	3.233	0.588	10.632	6.208	OK	
11-Mar-01	13:00	36961.54167	20.50	27	2.000	68.000	0.167	4.000	0.500	10.799	6.297	OK	
11-Mar-01	16:30	36961.68750	27.80		0.800	68.800	0.146	3.500	0.229	10.944	6.286	OK	
11-Mar-01	18:20	36961.76389	28.40		0.600	69.400	0.076	1.833	0.327	11.021	6.297	OK	
11-Mar-01	19:30	36961.81250	28.60		0.200	69.600	0.049	1.167	0.171	11.069	6.288	OK	
12-Mar-01	01:08	36962.04722	29.00		0.400	70.000	0.235	5.633	0.071	11.304	6.192	OK	
12-Mar-01	05:39	36962.23542	29.80		0.800	70.800	0.188	4.517	0.177	11.492	6.161	OK	
12-Mar-01	09:00	36962.37500	30.60		0.800	71.600	0.140	3.350	0.239	11.632	6.155	OK	
12-Mar-01	13:00	36962.54167	31.50		0.900	72.500	0.167	4.000	0.225	11.799	6.145	OK	
12-Mar-01	17:30	36962.72917	32.40		0.900	73.400	0.188	4.500	0.200	11.986	6.124	OK	
12-Mar-01	21:10	36962.88194	32.90		0.500	73.900	0.153	3.667	0.136	12.139	6.088	OK	
13-Mar-01	01:00	36963.04167	35.00		2.100	76.000	0.160	3.833	0.548	12.299	6.180	OK	
13-Mar-01	05:38	36963.23472	37.40		2.400	78.400	0.193	4.633	0.518	12.492	6.276	OK	
13-Mar-01	09:22	36963.39028	40.00		2.600	81.000	0.156	3.733	0.696	12.647	6.405	OK	
13-Mar-01	13:05	36963.54514	42.80		2.800	83.800	0.155	3.717	0.753	12.802	6.546	OK	
13-Mar-01	16:25	36963.68403	44.50		1.700	85.500	0.139	3.333	0.510	12.941	6.607	OK	
13-Mar-01	21:30	36963.89583	46.50		2.000	87.500	0.212	5.083	0.393	13.153	6.653	OK	
14-Mar-01	01:00	36964.04167	47.10		0.600	88.100	0.146	3.500	0.171	13.299	6.625	OK	
14-Mar-01	05:00	36964.20833	47.90		0.800	88.900	0.167	4.000	0.200	13.465	6.602	OK	
14-Mar-01	09:00	36964.37500	47.70		-0.200	88.700	0.167	4.000	0.050	13.632	6.507	OK	
14-Mar-01	13:10	36964.54861	48.10		0.400	89.100	0.174	4.167	0.096	13.806	6.454	OK	

14-Mar-01	16:12	36964.67500	48.40		0.300	89.400	0.126	3.033	0.099	13.932	6.417	OK	
14-Mar-01	21:00	36964.87500	48.40		0.000	89.400	0.200	4.800	0.000	14.132	6.326	OK	
15-Mar-01	01:00	36965.04167	48.50		0.100	89.500	0.167	4.000	0.025	14.299	6.259	OK	
15-Mar-01	05:00	36965.20833	49.10		0.600	90.100	0.167	4.000	0.150	14.465	6.229	OK	
15-Mar-01	09:08	36965.38056	49.20		0.100	90.200	0.172	4.133	0.024	14.638	6.162	OK	
15-Mar-01	13:20	36965.55556	49.70		0.500	90.700	0.175	4.200	0.119	14.813	6.123	OK	
15-Mar-01	16:13	36965.67569	50.00		0.300	91.000	0.120	2.883	0.104	14.933	6.094	OK	
15-Mar-01	21:00	36965.87500	50.90		0.900	91.900	0.199	4.783	0.188	15.132	6.073	OK	
16-Mar-01	01:00	36966.04167	51.50		0.600	92.500	0.167	4.000	0.150	15.299	6.046	OK	
16-Mar-01	05:00	36966.20833	51.90	23.4	0.400	92.900	0.167	4.000	0.100	15.465	6.007	OK	
16-Mar-01	14:30	36966.60417	23.40		0.000	92.900	0.396	9.500	0.000	15.861	5.857	OK	
16-Mar-01	16:08	36966.67222	23.40		0.000	92.900	0.068	1.633	0.001	15.929	5.832	OK	
16-Mar-01	21:00	36966.87500	23.20		-0.200	92.700	0.203	4.867	0.041	16.132	5.746	OK	
17-Mar-01	01:08	36967.04722	23.40		0.200	92.900	0.172	4.133	0.048	16.304	5.698	OK	
17-Mar-01	05:00	36967.20833	23.50		0.100	93.000	0.161	3.867	0.026	16.465	5.648	OK	
17-Mar-01	09:07	36967.37986	23.90		0.400	93.400	0.172	4.117	0.097	16.637	5.614	OK	
17-Mar-01	13:02	36967.54306	24.30		0.400	93.800	0.163	3.917	0.102	16.800	5.583	OK	
17-Mar-01	16:25	36967.68403	24.80		0.500	94.300	0.141	3.383	0.148	16.941	5.566	OK	
17-Mar-01	21:00	36967.87500	24.90		0.100	94.400	0.191	4.583	0.022	17.132	5.510	OK	
18-Mar-01	01:00	36968.04167	24.90		0.000	94.400	0.167	4.000	0.000	17.299	5.457	OK	
18-Mar-01	04:00	36968.16667	25.00		0.100	94.500	0.125	3.000	0.033	17.424	5.424	OK	
18-Mar-01	09:26	36968.39306	25.40		0.400	94.900	0.226	5.433	0.074	17.650	5.377	OK	
18-Mar-01	13:00	36968.54167	26.00		0.600	95.500	0.149	3.567	0.168	17.799	5.366	OK	
18-Mar-01	16:51	36968.70208	26.50		0.500	96.000	0.160	3.850	0.130	17.959	5.346	OK	
18-Mar-01	21:18	36968.88750	26.30		-0.200	95.800	0.185	4.450	0.045	18.144	5.280	OK	
19-Mar-01	01:20	36969.05556	26.40		0.100	95.900	0.168	4.033	0.025	18.313	5.237	OK	
19-Mar-01	04:42	36969.19583	26.60		0.200	96.100	0.140	3.367	0.059	18.453	5.208	OK	
19-Mar-01	09:05	36969.37847	27.30		0.700	96.800	0.183	4.383	0.160	18.635	5.194	OK	
19-Mar-01	13:18	36969.55417	27.50		0.200	97.000	0.176	4.217	0.047	18.811	5.157	OK	
19-Mar-01		36969.00000			-27.500	69.500	-0.554	-13.300	2.068	18.257	3.807	WATCH	

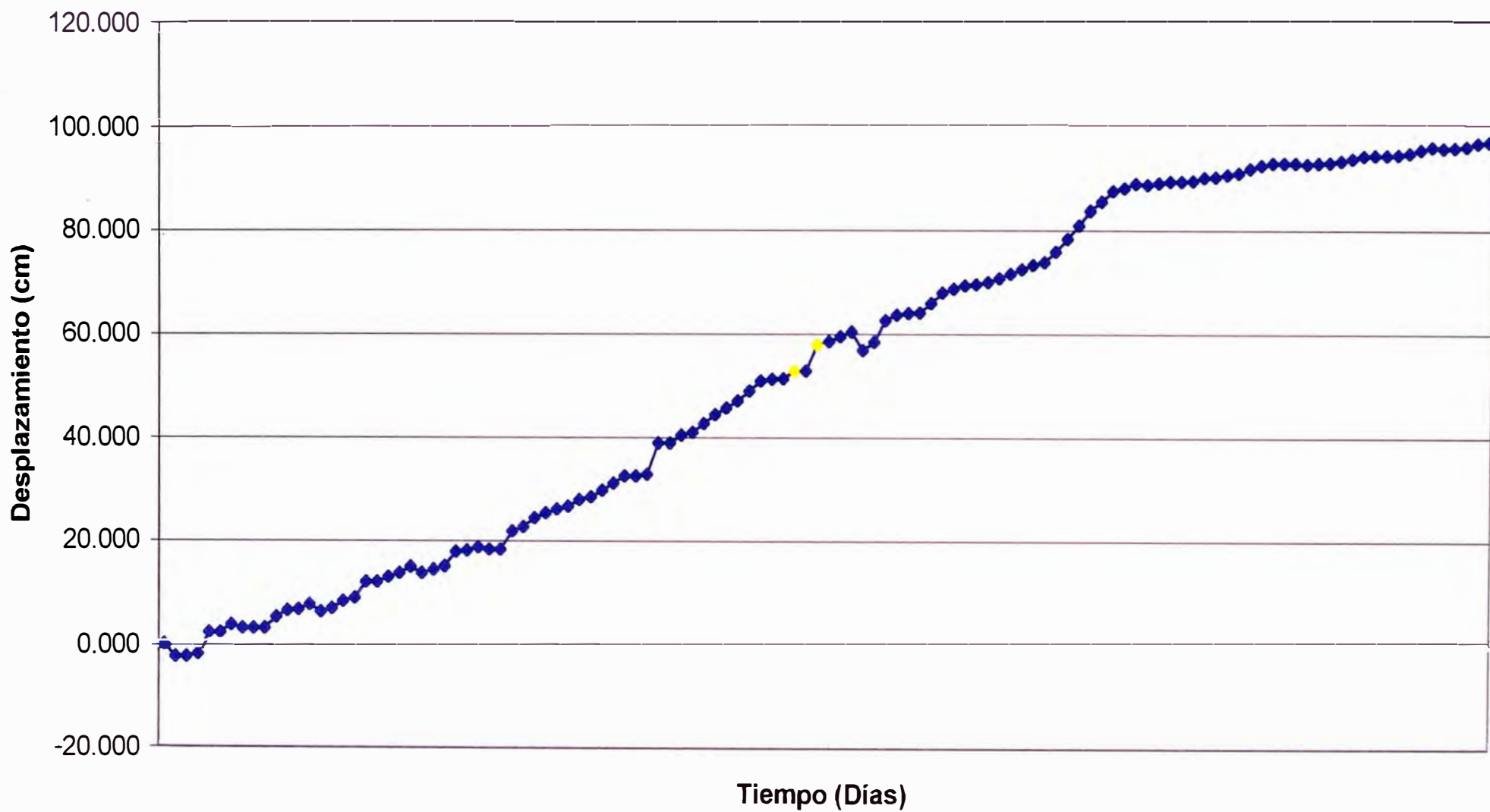
VELOCIDAD INCREMENTAL EXTENSÓMETRO 4580 - 20



DESPLAZAMIENTO INCREMENTAL EXTENSÓMETRO 4580 -20



DESPLAZAMIENTO TOTAL EXTENSÓMETRO 4580 -20



HOJA DE INGRESO DE DATOS DE EXTENSOMETRO

EXTENSOMETRO 4580-21

NIVELES DE ALARMA				
<i>cm/hr</i>	0	OK	Menor de 1cm/h	Cada 4 horas (tres por guardia)
1	2.5	Watch	De 1 a 2.5 cm/h	Cada 2 horas
2.5	5	Warning	De 2.5 a 5 cm/h	Cada hora
	> 5	Danger	mayor a 5 cm/h	Cada 10 minutos

	COORDENADAS	
	TRIPODE	ESTACA
NORTE	8943684.273	8943666.565
ESTE	273945.288	273970.128
ELEVACION	4580.369	4579.038

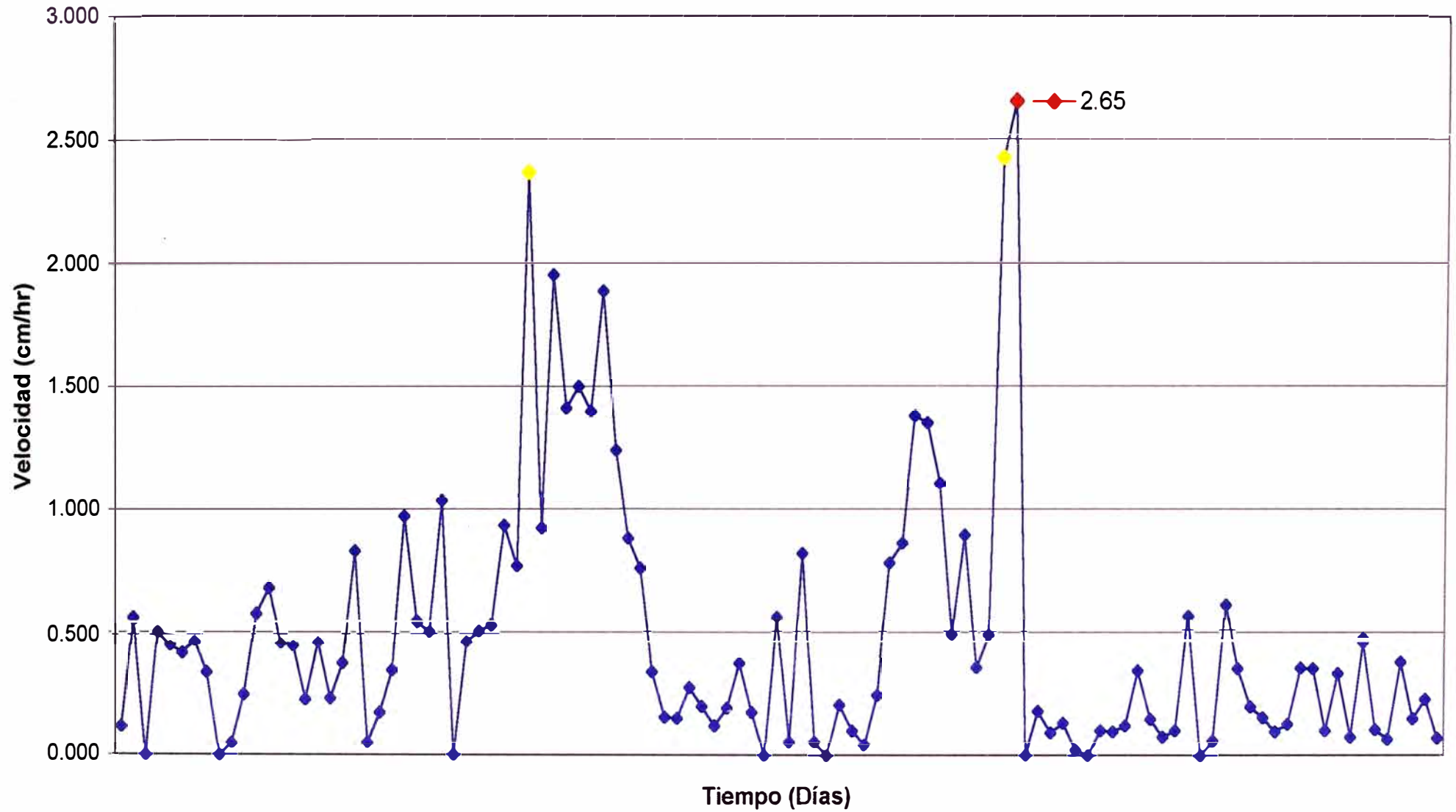
FECHA (mm/dd/yy)	HORA (hh:mm)	CODIGO FECHA - HORA	LECTURA (cm)	CAMBIO LECTURA (cm)	Desp. cm	Total Desp. cm	Horas time	Horas decimal	Velocidad cm/hr	Tiempo días	Velocidad Total cm/día	Niveles de Alarma	Observaciones
03-Mar-01	03:27	36953.14375	344.70		Lectura Inicial								
04-Mar-01	05:15	36954.21875	347.70		3.000	3.000	1.075	25.800	0.116	1.075	2.791	OK	
04-Mar-01	07:45	36954.32292	349.10		1.400	4.400	0.104	2.500	0.560	1.179	3.731	OK	
04-Mar-01	09:05	36954.37847	349.10		0.000	4.400	0.056	1.333	0.001	1.235	3.564	OK	
04-Mar-01	13:00	36954.54167	351.10		2.000	6.400	0.163	3.917	0.511	1.398	4.578	OK	
04-Mar-01	17:00	36954.70833	352.90		1.800	8.200	0.167	4.000	0.450	1.565	5.241	OK	
04-Mar-01	21:20	36954.88889	354.70		1.800	10.000	0.181	4.333	0.415	1.745	5.730	OK	
05-Mar-01	01:10	36955.04861	356.50		1.800	11.800	0.160	3.833	0.470	1.905	6.195	OK	
05-Mar-01	05:02	36955.20972	357.80		1.300	13.100	0.161	3.867	0.336	2.066	6.341	OK	
05-Mar-01	09:09	36955.38125	357.80		0.000	13.100	0.172	4.117	0.000	2.237	5.855	OK	
05-Mar-01	13:05	36955.54514	358.00		0.200	13.300	0.164	3.933	0.051	2.401	5.538	OK	
05-Mar-01	17:08	36955.71389	359.00		1.000	14.300	0.169	4.050	0.247	2.570	5.564	OK	
05-Mar-01	21:18	36955.88750	361.40		2.400	16.700	0.174	4.167	0.576	2.744	6.087	OK	
06-Mar-01	01:08	36956.04722	364.00		2.600	19.300	0.160	3.833	0.678	2.903	6.647	OK	
06-Mar-01	05:30	36956.22917	366.00		2.000	21.300	0.182	4.367	0.458	3.085	6.903	OK	
06-Mar-01	09:05	36956.37847	367.60		1.600	22.900	0.149	3.583	0.447	3.235	7.079	OK	
06-Mar-01	13:01	36956.54236	368.50		0.900	23.800	0.164	3.933	0.229	3.399	7.003	OK	
06-Mar-01	17:08	36956.71389	370.40		1.900	25.700	0.172	4.117	0.462	3.570	7.199	OK	
06-Mar-01	21:00	36956.87500	371.30		0.900	26.600	0.161	3.867	0.233	3.731	7.129	OK	
07-Mar-01	01:32	36957.06389	373.00		1.700	28.300	0.189	4.533	0.375	3.920	7.219	OK	
07-Mar-01	05:16	36957.21944	376.10		3.100	31.400	0.156	3.733	0.830	4.076	7.704	OK	
07-Mar-01	09:06	36957.37917	376.30		0.200	31.600	0.160	3.833	0.052	4.235	7.461	OK	

07-Mar-01	13:05	36957.54514	377.00		0.700	32.300	0.166	3.983	0.176	4.401	7.339	OK	
07-Mar-01	17:25	36957.72569	378.50		1.500	33.800	0.181	4.333	0.346	4.582	7.377	OK	
07-Mar-01	21:32	36957.89722	382.50		4.000	37.800	0.172	4.117	0.972	4.753	7.952	OK	
08-Mar-01	01:00	36958.04167	384.40		1.900	39.700	0.144	3.467	0.548	4.898	8.105	OK	
08-Mar-01	05:20	36958.22222	386.60		2.200	41.900	0.181	4.333	0.508	5.078	8.251	OK	
08-Mar-01	09:00	36958.37500	390.40		3.800	45.700	0.153	3.667	1.036	5.231	8.736	WATCH	
08-Mar-01	09:55	36958.41319	390.40	312.2	0.000	45.700	0.038	0.917	0.001	5.269	8.673	OK	
08-Mar-01	12:30	36958.52083	313.40		1.200	46.900	0.108	2.583	0.465	5.377	8.722	OK	
08-Mar-01	17:00	36958.70833	315.70		2.300	49.200	0.188	4.500	0.511	5.565	8.842	OK	
08-Mar-01	21:30	36958.89583	318.10		2.400	51.600	0.188	4.500	0.533	5.752	8.971	OK	
09-Mar-01	01:08	36959.04722	321.50		3.400	55.000	0.151	3.633	0.936	5.903	9.317	OK	
09-Mar-01	05:09	36959.21458	324.60		3.100	58.100	0.167	4.017	0.772	6.071	9.570	OK	
09-Mar-01	09:20	36959.38889	334.50		9.900	68.000	0.174	4.183	2.367	6.245	10.888	WATCH	
09-Mar-01	10:25	36959.43403	335.50		1.000	69.000	0.045	1.083	0.923	6.290	10.969	OK	
09-Mar-01	11:45	36959.48958	338.10		2.600	71.600	0.056	1.333	1.950	6.346	11.283	WATCH	
09-Mar-01	13:10	36959.54861	340.10		2.000	73.600	0.059	1.417	1.412	6.405	11.491	WATCH	
09-Mar-01	15:50	36959.65972	344.10		4.000	77.600	0.111	2.667	1.500	6.516	11.909	WATCH	
09-Mar-01	17:20	36959.72222	346.20		2.100	79.700	0.063	1.500	1.400	6.578	12.115	WATCH	
09-Mar-01	18:30	36959.77083	348.40		2.200	81.900	0.049	1.167	1.886	6.627	12.358	WATCH	
09-Mar-01	20:02	36959.83472	350.30		1.900	83.800	0.064	1.533	1.239	6.691	12.524	WATCH	
09-Mar-01	21:10	36959.88194	351.30		1.000	84.800	0.047	1.133	0.882	6.738	12.585	OK	
10-Mar-01	01:38	36960.06806	354.70		3.400	88.200	0.186	4.467	0.761	6.924	12.738	OK	
10-Mar-01	05:10	36960.21528	355.90		1.200	89.400	0.147	3.533	0.340	7.072	12.642	OK	
10-Mar-01	09:00	36960.37500	356.50		0.600	90.000	0.160	3.833	0.157	7.231	12.446	OK	
10-Mar-01	13:00	36960.54167	357.10		0.600	90.600	0.167	4.000	0.150	7.398	12.247	OK	
10-Mar-01	17:00	36960.70833	358.20		1.100	91.700	0.167	4.000	0.275	7.565	12.122	OK	
10-Mar-01	21:00	36960.87500	359.00		0.800	92.500	0.167	4.000	0.200	7.731	11.964	OK	
11-Mar-01	01:08	36961.04722	359.50		0.500	93.000	0.172	4.133	0.121	7.903	11.767	OK	
11-Mar-01	05:48	36961.24167	360.40		0.900	93.900	0.194	4.667	0.193	8.098	11.596	OK	
11-Mar-01	09:00	36961.37500	361.60		1.200	95.100	0.133	3.200	0.375	8.231	11.554	OK	
11-Mar-01	13:00	36961.54167	362.30		0.700	95.800	0.167	4.000	0.175	8.398	11.408	OK	
11-Mar-01	15:15	36961.63542	362.30		0.000	95.800	0.094	2.250	0.000	8.492	11.282	OK	
11-Mar-01	16:30	36961.68750	363.00		0.700	96.500	0.052	1.250	0.560	8.544	11.295	OK	
11-Mar-01	18:20	36961.76389	362.90		-0.100	96.400	0.076	1.833	0.055	8.620	11.183	OK	

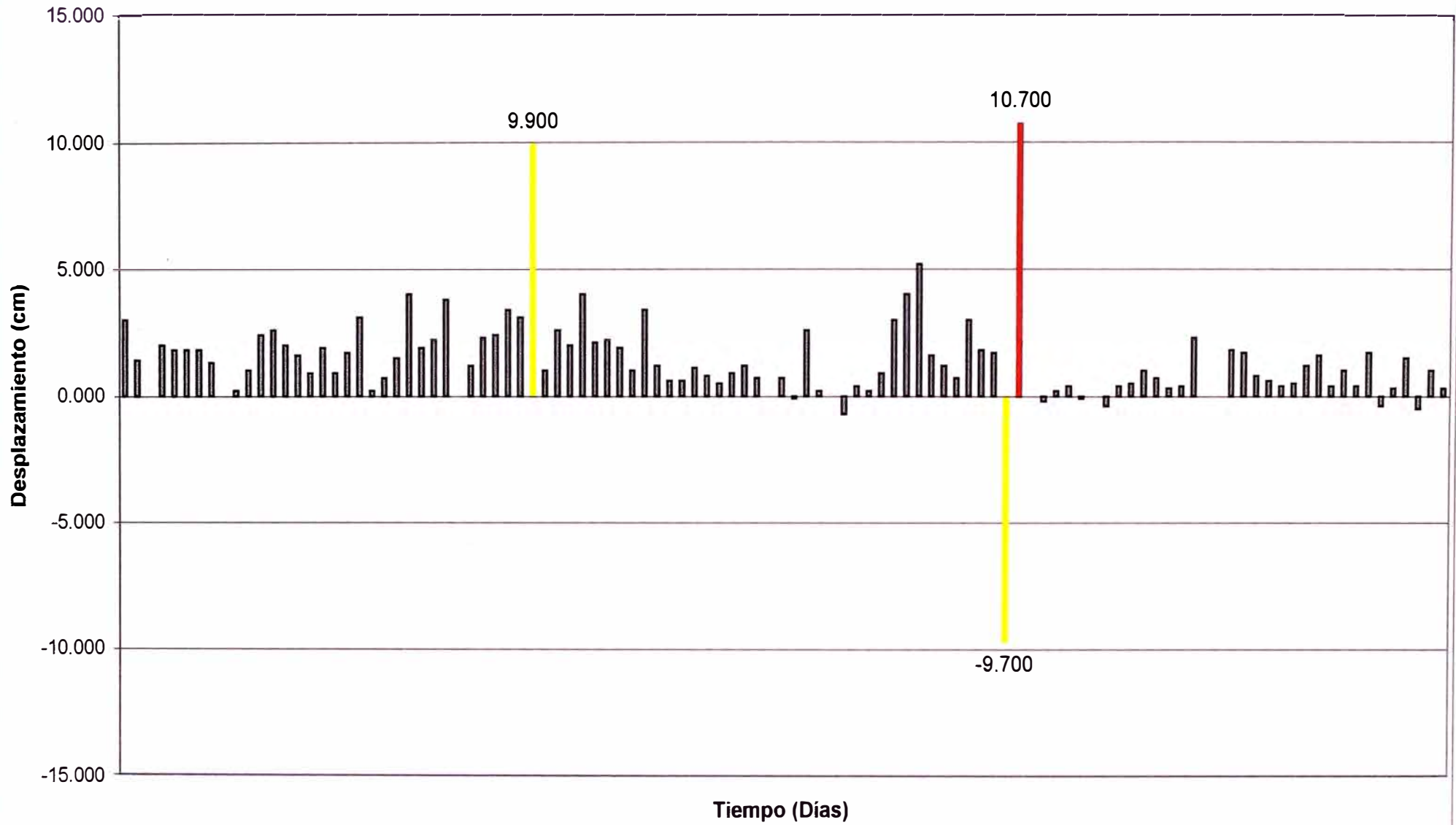
11-Mar-01	21:30	36961.89583	365.50		2.600	99.000	0.132	3.167	0.821	8.752	11.312	OK	
12-Mar-01	01:08	36962.04722	365.70		0.200	99.200	0.151	3.633	0.055	8.903	11.142	OK	
12-Mar-01	05:35	36962.23264	365.70		0.000	99.200	0.185	4.450	0.000	9.089	10.914	OK	
12-Mar-01	09:00	36962.37500	365.00		-0.700	98.500	0.142	3.417	0.205	9.231	10.670	OK	
12-Mar-01	13:00	36962.54167	365.40		0.400	98.900	0.167	4.000	0.100	9.398	10.524	OK	
12-Mar-01	17:30	36962.72917	365.60		0.200	99.100	0.188	4.500	0.044	9.585	10.339	OK	
12-Mar-01	21:10	36962.88194	366.50		0.900	100.000	0.153	3.667	0.245	9.738	10.269	OK	
13-Mar-01	01:00	36963.04167	369.50		3.000	103.000	0.160	3.833	0.783	9.898	10.406	OK	
13-Mar-01	05:38	36963.23472	373.50		4.000	107.000	0.193	4.633	0.863	10.091	10.604	OK	
13-Mar-01	09:24	36963.39167	378.70		5.200	112.200	0.157	3.767	1.381	10.248	10.949	WATCH	
13-Mar-01	10:35	36963.44097	380.30		1.600	113.800	0.049	1.183	1.352	10.297	11.052	WATCH	
13-Mar-01	11:40	36963.48611	381.50		1.200	115.000	0.045	1.083	1.108	10.342	11.119	WATCH	
13-Mar-01	13:06	36963.54583	382.20		0.700	115.700	0.060	1.433	0.488	10.402	11.123	OK	
13-Mar-01	16:27	36963.68542	385.20		3.000	118.700	0.140	3.350	0.896	10.542	11.260	OK	
13-Mar-01	21:30	36963.89583	387.00		1.800	120.500	0.210	5.050	0.356	10.752	11.207	OK	
14-Mar-01	01:00	36964.04167	388.70		1.700	122.200	0.146	3.500	0.486	10.898	11.213	OK	
14-Mar-01	05:00	36964.20833	379.00		-9.700	112.500	0.167	4.000	2.425	11.065	10.168	WATCH	
14-Mar-01	09:02	36964.37639	389.70		10.700	123.200	0.168	4.033	2.653	11.233	10.968	WARNING	
14-Mar-01	09:53	36964.41181	389.70		0.000	123.200	0.035	0.850	0.001	11.268	10.934	OK	
14-Mar-01	11:00	36964.45833	389.50		-0.200	123.000	0.047	1.117	0.179	11.315	10.871	OK	
14-Mar-01	13:12	36964.55000	389.70		0.200	123.200	0.092	2.200	0.091	11.406	10.801	OK	
14-Mar-01	16:15	36964.67708	390.10		0.400	123.600	0.127	3.050	0.131	11.533	10.717	OK	
14-Mar-01	21:00	36964.87500	390.00		-0.100	123.500	0.198	4.750	0.021	11.731	10.527	OK	
15-Mar-01	01:00	36965.04167	390.00		0.000	123.500	0.167	4.000	0.000	11.898	10.380	OK	
15-Mar-01	05:00	36965.20833	389.60		-0.400	123.100	0.167	4.000	0.100	12.065	10.203	OK	
15-Mar-01	09:10	36965.38194	390.00		0.400	123.500	0.174	4.167	0.096	12.238	10.091	OK	
15-Mar-01	13:21	36965.55625	390.50		0.500	124.000	0.174	4.183	0.120	12.412	9.990	OK	
15-Mar-01	16:15	36965.67708	391.50		1.000	125.000	0.121	2.900	0.345	12.533	9.973	OK	
15-Mar-01	21:00	36965.87500	392.20		0.700	125.700	0.198	4.750	0.147	12.731	9.873	OK	
16-Mar-01	01:00	36966.04167	392.50		0.300	126.000	0.167	4.000	0.075	12.898	9.769	OK	
16-Mar-01	05:00	36966.20833	392.90		0.400	126.400	0.167	4.000	0.100	13.065	9.675	OK	
16-Mar-01	09:04	36966.37778	395.20	399.8	2.300	128.700	0.169	4.067	0.566	13.234	9.725	OK	
16-Mar-01	13:12	36966.55000	399.80	349.5	0.000	128.700	0.172	4.133	0.000	13.406	9.600	OK	
16-Mar-01	13:13	36966.55069	349.50		0.000	128.700	0.001	0.017	0.060	13.407	9.600	OK	

16-Mar-01	16:10	36966.67361	351.30		1.800	130.500	0.123	2.950	0.610	13.530	9.645	OK	
16-Mar-01	21:00	36966.87500	353.00		1.700	132.200	0.201	4.833	0.352	13.731	9.628	OK	
17-Mar-01	01:04	36967.04444	353.80		0.800	133.000	0.169	4.067	0.197	13.901	9.568	OK	
17-Mar-01	05:00	36967.20833	354.40		0.600	133.600	0.164	3.933	0.153	14.065	9.499	OK	
17-Mar-01	09:09	36967.38125	354.80		0.400	134.000	0.173	4.150	0.096	14.237	9.412	OK	
17-Mar-01	13:05	36967.54514	355.30		0.500	134.500	0.164	3.933	0.127	14.401	9.339	OK	
17-Mar-01	16:28	36967.68611	356.50		1.200	135.700	0.141	3.383	0.355	14.542	9.331	OK	
17-Mar-01	21:00	36967.87500	358.10		1.600	137.300	0.189	4.533	0.353	14.731	9.320	OK	
18-Mar-01	01:00	36968.04167	358.50		0.400	137.700	0.167	4.000	0.100	14.898	9.243	OK	
18-Mar-01	04:00	36968.16667	359.50		1.000	138.700	0.125	3.000	0.333	15.023	9.233	OK	
18-Mar-01	09:22	36968.39028	359.90		0.400	139.100	0.224	5.367	0.075	15.247	9.123	OK	
18-Mar-01	13:04	36968.54444	361.60		1.700	140.800	0.154	3.700	0.459	15.401	9.142	OK	
18-Mar-01	16:50	36968.70139	361.20	298	-0.400	140.400	0.157	3.767	0.106	15.558	9.025	OK	
18-Mar-01	21:20	36968.88889	298.30		0.300	140.700	0.188	4.500	0.067	15.745	8.936	OK	
19-Mar-01	01:18	36969.05417	299.80		1.500	142.200	0.165	3.967	0.378	15.910	8.938	OK	
19-Mar-01	04:39	36969.19375	299.30		-0.500	141.700	0.140	3.350	0.149	16.050	8.829	OK	
19-Mar-01	09:02	36969.37639	300.30		1.000	142.700	0.183	4.383	0.228	16.233	8.791	OK	
19-Mar-01	13:15	36969.55208	300.60		0.300	143.000	0.176	4.217	0.071	16.408	8.715	OK	
19-Mar-01		36969.00000			-300.600	-157.600	-0.552	-13.250	22.687	15.856	9.939	DANGER	

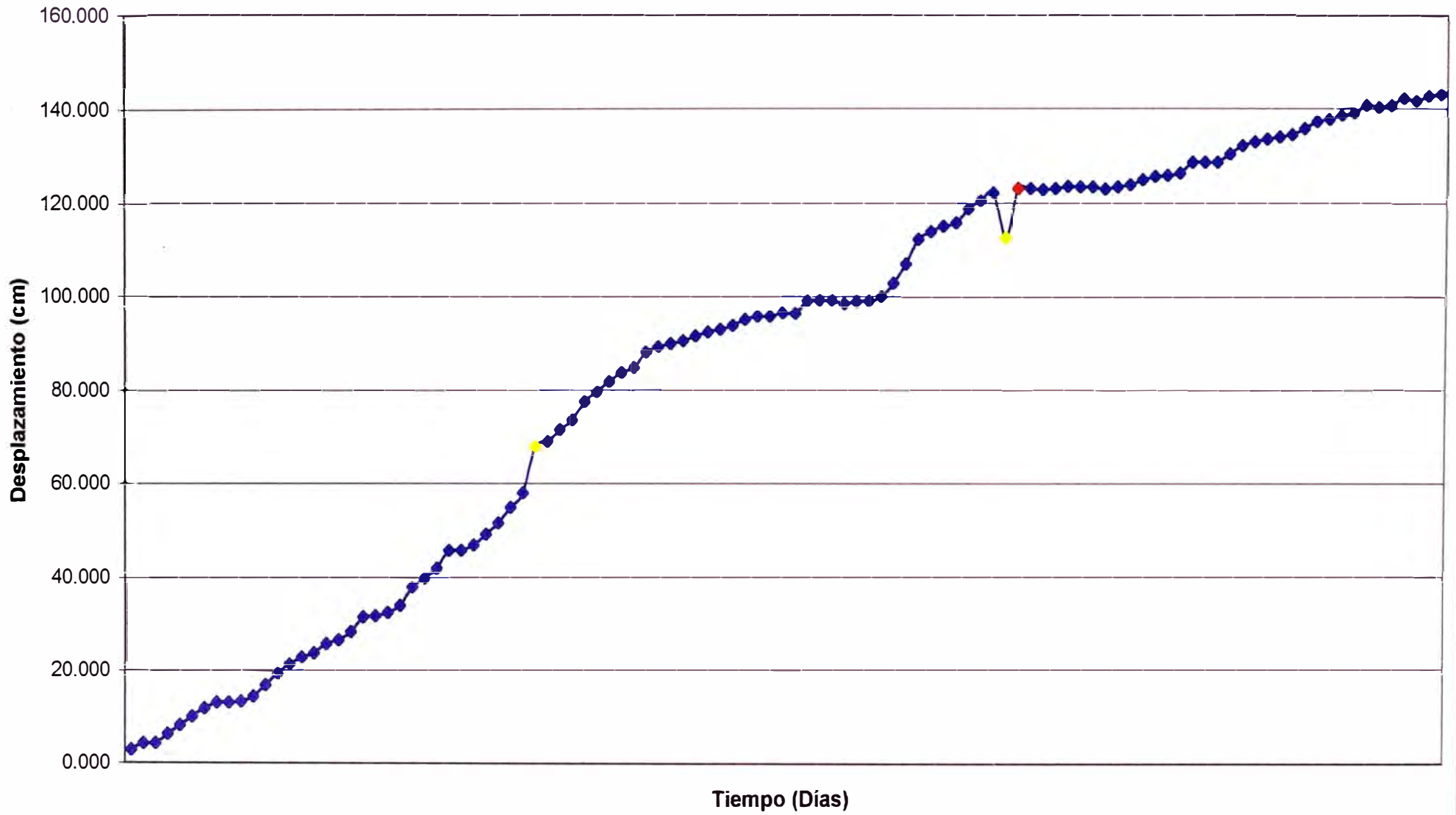
VELOCIDAD INCREMENTAL
EXTENSOMETRO 4580- 21



DESPLAZAMIENTO INCREMENTAL
EXTENSÓMETRO 4580 - 21



DESPLAZAMIENTO TOTAL
EXTENSÓMETRO 4580 - 21



HOJA DE INGRESO DE DATOS DE EXTENSOMETRO

EXTENSOMETRO 4580 - 22

		NIVELES DE ALARMA		
<i>cm/hr</i>	0	OK	Menor de 1cm/h	Cada 4 horas (tres por guardia)
1	2.5	Watch	De 1 a 2.5 cm/h	Cada 2 horas
2.5	5	Warning	De 2.5 a 5 cm/h	Cada hora
	> 5	Danger	mayor a 5 cm/h	Cada 30 minutos

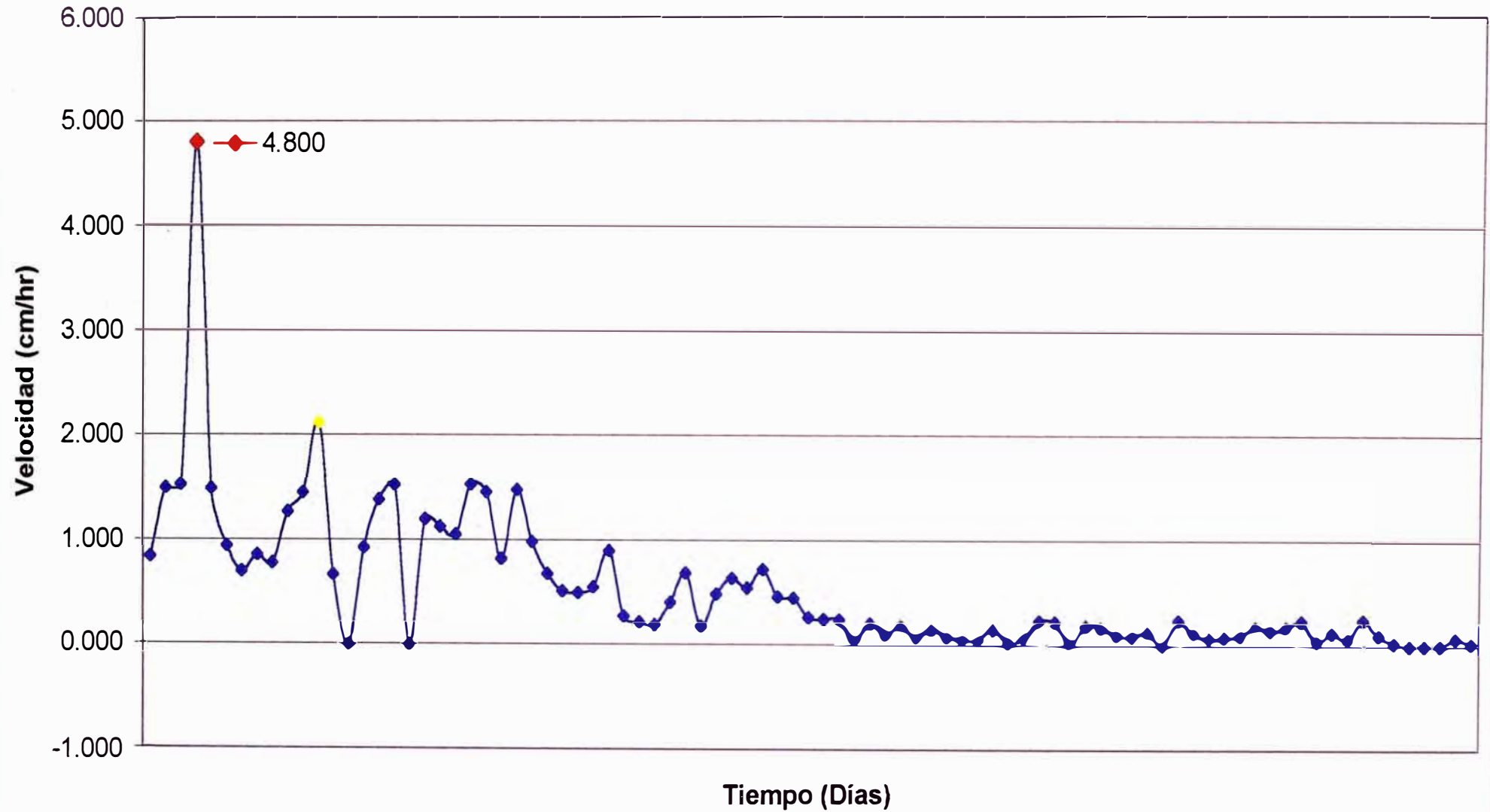
	COORDENADAS	
	TRIPODE	ESTACA
NORTE	8943537.705	8943527.464
ESTE	273887.843	273907.689
ELEVACION	4584.21	4582.595

FECHA (mm/dd/yy)	HORA (hh:mm)	CODIGO FECHA - HORA	LECTURA (cm)	CAMBIO LECTURA (cm)	Disp. cm	Total Disp. cm	Horas time	Horas decimal	Velocidad cm/hr	Tiempo dias	Velocidad Total cm/dia	Niveles de Alarma	Observaciones
07-Mar-01	17:30	36957.72917	60.10										
Lectura Inicial													
07-Mar-01	21:25	36957.89236	63.40		3.300	3.300	0.163	3.917	0.843	0.163	20.221	OK	
08-Mar-01	01:10	36958.04861	69.00		5.600	8.900	0.156	3.750	1.493	0.319	27.861	WATCH	
08-Mar-01	03:00	36958.12500	71.80		2.800	11.700	0.076	1.833	1.527	0.396	29.558	WATCH	
08-Mar-01	03:10	36958.13194	71.00		-0.800	10.900	0.007	0.167	4.800	0.403	27.062	WARNING	
08-Mar-01	05:15	36958.21875	74.10		3.100	14.000	0.087	2.083	1.488	0.490	28.596	WATCH	
08-Mar-01	06:25	36958.26736	75.20		1.100	15.100	0.049	1.167	0.943	0.538	28.057	OK	
08-Mar-01	09:00	36958.37500	77.00		1.800	16.900	0.108	2.583	0.697	0.646	26.168	OK	
08-Mar-01	12:30	36958.52083	80.00		3.000	19.900	0.146	3.500	0.857	0.792	25.137	OK	
08-Mar-01	17:00	36958.70833	83.50		3.500	23.400	0.188	4.500	0.778	0.979	23.898	OK	
08-Mar-01	21:30	36958.89583	89.20		5.700	29.100	0.188	4.500	1.267	1.167	24.943	WATCH	
09-Mar-01	01:09	36959.04792	94.50		5.300	34.400	0.152	3.650	1.452	1.319	26.085	WATCH	
09-Mar-01	05:10	36959.21528	103.00		8.500	42.900	0.167	4.017	2.116	1.486	28.867	WATCH	
09-Mar-01	06:40	36959.27778	104.00	92	1.000	43.900	0.063	1.500	0.667	1.549	28.348	OK	
09-Mar-01	08:15	36959.34375	92.00		0.000	43.900	0.066	1.583	0.001	1.615	27.190	OK	
09-Mar-01	09:20	36959.38889	93.00		1.000	44.900	0.045	1.083	0.923	1.660	27.053	OK	
09-Mar-01	10:25	36959.43403	94.50		1.500	46.400	0.045	1.083	1.385	1.705	27.216	WATCH	
09-Mar-01	11:20	36959.47222	95.90	31.6	1.400	47.800	0.038	0.917	1.527	1.743	27.423	WATCH	
09-Mar-01	11:45	36959.48958	31.60		0.000	47.800	0.017	0.417	0.002	1.760	27.153	OK	
09-Mar-01	13:10	36959.54861	33.30		1.700	49.500	0.059	1.417	1.200	1.819	27.206	WATCH	
09-Mar-01	14:30	36959.60417	34.80		1.500	51.000	0.056	1.333	1.125	1.875	27.200	WATCH	
09-Mar-01	15:50	36959.65972	36.20		1.400	52.400	0.056	1.333	1.050	1.931	27.142	WATCH	

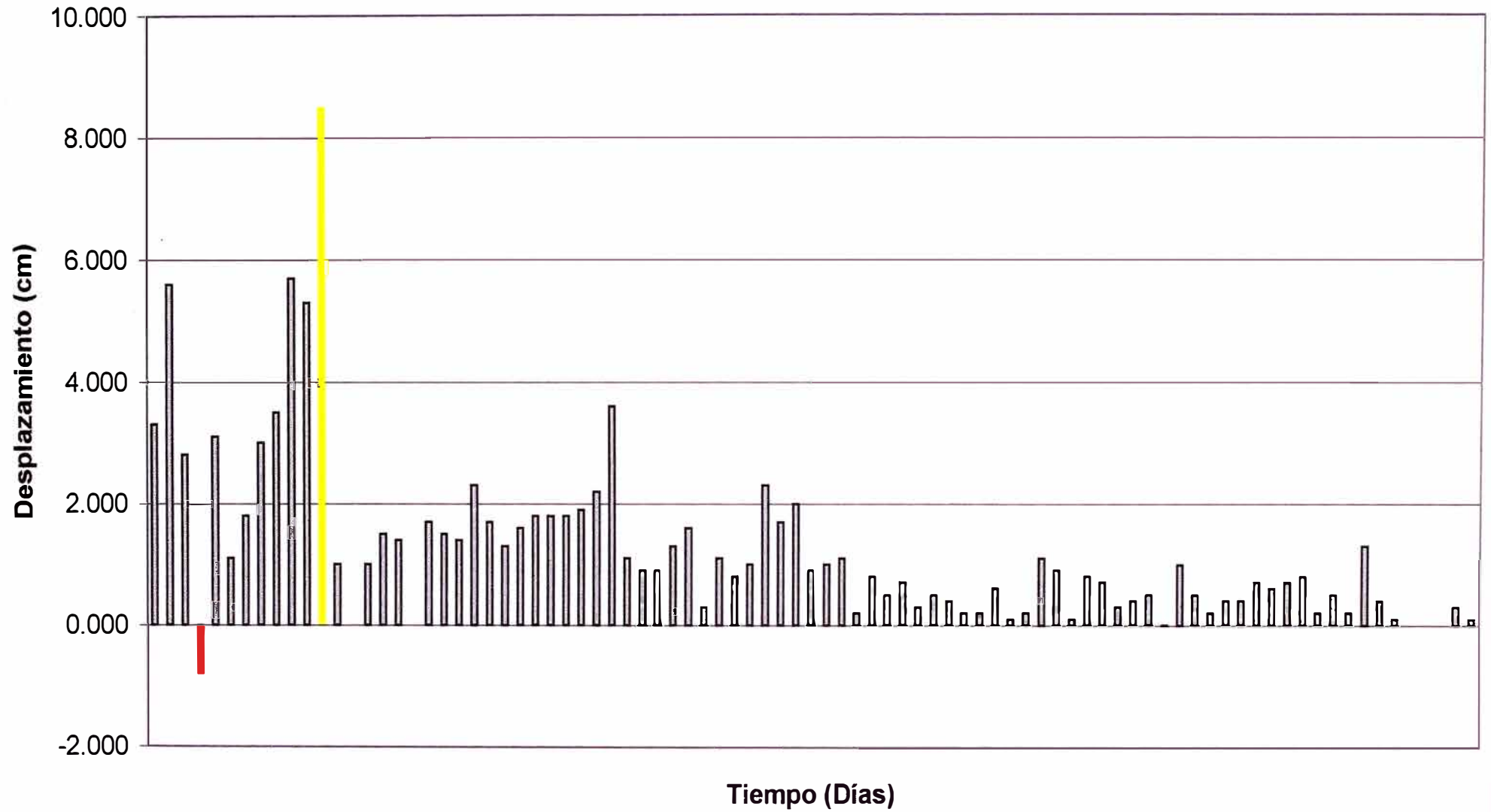
09-Mar-01	17:20	36959.72222	38.50		2.300	54.700	0.063	1.500	1.533	1.993	27.445	WATCH	
09-Mar-01	18:30	36959.77083	40.20		1.700	56.400	0.049	1.167	1.457	2.042	27.624	WATCH	
09-Mar-01	20:05	36959.83681	41.50		1.300	57.700	0.066	1.583	0.821	2.108	27.377	OK	
09-Mar-01	21:10	36959.88194	43.10		1.600	59.300	0.045	1.083	1.477	2.153	27.546	WATCH	
09-Mar-01	23:00	36959.95833	44.90		1.800	61.100	0.076	1.833	0.982	2.229	27.409	OK	
10-Mar-01	01:39	36960.06875	46.70		1.800	62.900	0.110	2.650	0.679	2.340	26.885	OK	
10-Mar-01	05:10	36960.21528	48.50		1.800	64.700	0.147	3.517	0.512	2.486	26.025	OK	
10-Mar-01	09:00	36960.37500	50.40		1.900	66.600	0.160	3.833	0.496	2.646	25.172	OK	
10-Mar-01	13:00	36960.54167	52.60		2.200	68.800	0.167	4.000	0.550	2.813	24.462	OK	
10-Mar-01	17:00	36960.70833	56.20		3.600	72.400	0.167	4.000	0.900	2.979	24.302	OK	
10-Mar-01	21:00	36960.87500	57.30		1.100	73.500	0.167	4.000	0.275	3.146	23.364	OK	
11-Mar-01	01:08	36961.04722	58.20		0.900	74.400	0.172	4.133	0.218	3.318	22.423	OK	
11-Mar-01	05:49	36961.24236	59.10		0.900	75.300	0.195	4.683	0.192	3.513	21.433	OK	
11-Mar-01	09:00	36961.37500	60.40		1.300	76.600	0.133	3.183	0.408	3.646	21.010	OK	
11-Mar-01	11:20	36961.47222	62.00	38.8	1.600	78.200	0.097	2.333	0.686	3.743	20.892	OK	
11-Mar-01	13:00	36961.54167	39.10		0.300	78.500	0.069	1.667	0.180	3.813	20.590	OK	
11-Mar-01	15:15	36961.63542	40.20		1.100	79.600	0.094	2.250	0.489	3.906	20.378	OK	
11-Mar-01	16:30	36961.68750	41.00		0.800	80.400	0.052	1.250	0.640	3.958	20.312	OK	
11-Mar-01	18:20	36961.76389	42.00		1.000	81.400	0.076	1.833	0.545	4.035	20.175	OK	
11-Mar-01	21:30	36961.89583	44.30		2.300	83.700	0.132	3.167	0.726	4.167	20.088	OK	
12-Mar-01	01:10	36962.04861	46.00		1.700	85.400	0.153	3.667	0.464	4.319	19.771	OK	
12-Mar-01	05:35	36962.23264	48.00		2.000	87.400	0.184	4.417	0.453	4.503	19.407	OK	
12-Mar-01	09:00	36962.37500	48.90		0.900	88.300	0.142	3.417	0.263	4.646	19.006	OK	
12-Mar-01	13:00	36962.54167	49.90		1.000	89.300	0.167	4.000	0.250	4.813	18.556	OK	
12-Mar-01	17:30	36962.72917	51.00		1.100	90.400	0.188	4.500	0.244	5.000	18.080	OK	
12-Mar-01	21:10	36962.88194	51.20		0.200	90.600	0.153	3.667	0.055	5.153	17.583	OK	
13-Mar-01	01:00	36963.04167	52.00		0.800	91.400	0.160	3.833	0.209	5.313	17.205	OK	
13-Mar-01	05:38	36963.23472	52.50		0.500	91.900	0.193	4.633	0.108	5.506	16.692	OK	
13-Mar-01	09:26	36963.39306	53.20		0.700	92.600	0.158	3.800	0.184	5.664	16.349	OK	
13-Mar-01	13:08	36963.54722	53.50		0.300	92.900	0.154	3.700	0.081	5.818	15.968	OK	
13-Mar-01	16:30	36963.68750	54.00		0.500	93.400	0.140	3.367	0.149	5.958	15.676	OK	
13-Mar-01	21:30	36963.89583	54.40		0.400	93.800	0.208	5.000	0.080	6.167	15.211	OK	
14-Mar-01	01:00	36964.04167	54.60		0.200	94.000	0.146	3.500	0.057	6.313	14.891	OK	
14-Mar-01	05:00	36964.20833	54.80		0.200	94.200	0.167	4.000	0.050	6.479	14.539	OK	

14-Mar-01	09:04	36964.37778	55.40		0.600	94.800	0.169	4.067	0.148	6.649	14.259	OK	
14-Mar-01	13:14	36964.55139	55.50		0.100	94.900	0.174	4.167	0.024	6.822	13.910	OK	
14-Mar-01	16:16	36964.67778	55.70		0.200	95.100	0.126	3.033	0.066	6.949	13.686	OK	
14-Mar-01	21:00	36964.87500	56.80		1.100	96.200	0.197	4.733	0.232	7.146	13.462	OK	
15-Mar-01	01:00	36965.04167	57.70		0.900	97.100	0.167	4.000	0.225	7.313	13.279	OK	
15-Mar-01	05:00	36965.20833	57.80		0.100	97.200	0.167	4.000	0.025	7.479	12.996	OK	
15-Mar-01	09:17	36965.38681	58.60		0.800	98.000	0.178	4.283	0.187	7.658	12.798	OK	
15-Mar-01	13:23	36965.55764	59.30		0.700	98.700	0.171	4.100	0.171	7.828	12.608	OK	
15-Mar-01	16:17	36965.67847	59.60		0.300	99.000	0.121	2.900	0.103	7.949	12.454	OK	
15-Mar-01	21:00	36965.87500	60.00		0.400	99.400	0.197	4.717	0.085	8.146	12.203	OK	
16-Mar-01	01:00	36966.04167	60.50		0.500	99.900	0.167	4.000	0.125	8.313	12.018	OK	
16-Mar-01	05:00	36966.20833	60.51		0.010	99.910	0.167	4.000	0.002	8.479	11.783	OK	
16-Mar-01	09:06	36966.37917	61.50		0.990	100.900	0.171	4.100	0.241	8.650	11.665	OK	
16-Mar-01	13:18	36966.55417	62.00		0.500	101.400	0.175	4.200	0.119	8.825	11.490	OK	
16-Mar-01	16:12	36966.67500	62.20		0.200	101.600	0.121	2.900	0.069	8.946	11.357	OK	
16-Mar-01	21:00	36966.87500	62.60		0.400	102.000	0.200	4.800	0.083	9.146	11.153	OK	
17-Mar-01	01:02	36967.04306	63.00		0.400	102.400	0.168	4.033	0.099	9.314	10.994	OK	
17-Mar-01	05:00	36967.20833	63.70		0.700	103.100	0.165	3.967	0.176	9.479	10.876	OK	
17-Mar-01	09:11	36967.38264	64.30		0.600	103.700	0.174	4.183	0.143	9.653	10.742	OK	
17-Mar-01	13:07	36967.54653	65.00		0.700	104.400	0.164	3.933	0.178	9.817	10.634	OK	
17-Mar-01	16:30	36967.68750	65.80		0.800	105.200	0.141	3.383	0.236	9.958	10.564	OK	
17-Mar-01	21:00	36967.87500	66.00		0.200	105.400	0.188	4.500	0.044	10.146	10.389	OK	
18-Mar-01	01:00	36968.04167	66.50		0.500	105.900	0.167	4.000	0.125	10.313	10.269	OK	
18-Mar-01	04:00	36968.16667	66.70		0.200	106.100	0.125	3.000	0.067	10.438	10.165	OK	
18-Mar-01	09:18	36968.38750	68.00		1.300	107.400	0.221	5.300	0.245	10.658	10.077	OK	
18-Mar-01	13:07	36968.54653	68.40		0.400	107.800	0.159	3.817	0.105	10.817	9.965	OK	
18-Mar-01	16:56	36968.70556	68.50	35.8	0.100	107.900	0.159	3.817	0.026	10.976	9.830	OK	
18-Mar-01	21:22	36968.89028	35.80		0.000	107.900	0.185	4.433	0.000	11.161	9.667	OK	
19-Mar-01	01:16	36969.05278	35.80		0.000	107.900	0.162	3.900	0.000	11.324	9.529	OK	
19-Mar-01	04:37	36969.19236	35.80		0.000	107.900	0.140	3.350	0.000	11.463	9.413	OK	
19-Mar-01	08:58	36969.37361	36.10		0.300	108.200	0.181	4.350	0.069	11.644	9.292	OK	
19-Mar-01	13:10	36969.54861	36.20		0.100	108.300	0.175	4.200	0.024	11.819	9.163	OK	
19-Mar-01		36969.00000			-36.200	72.100	-0.549	-13.167	2.749	11.271	6.397	WARNING	

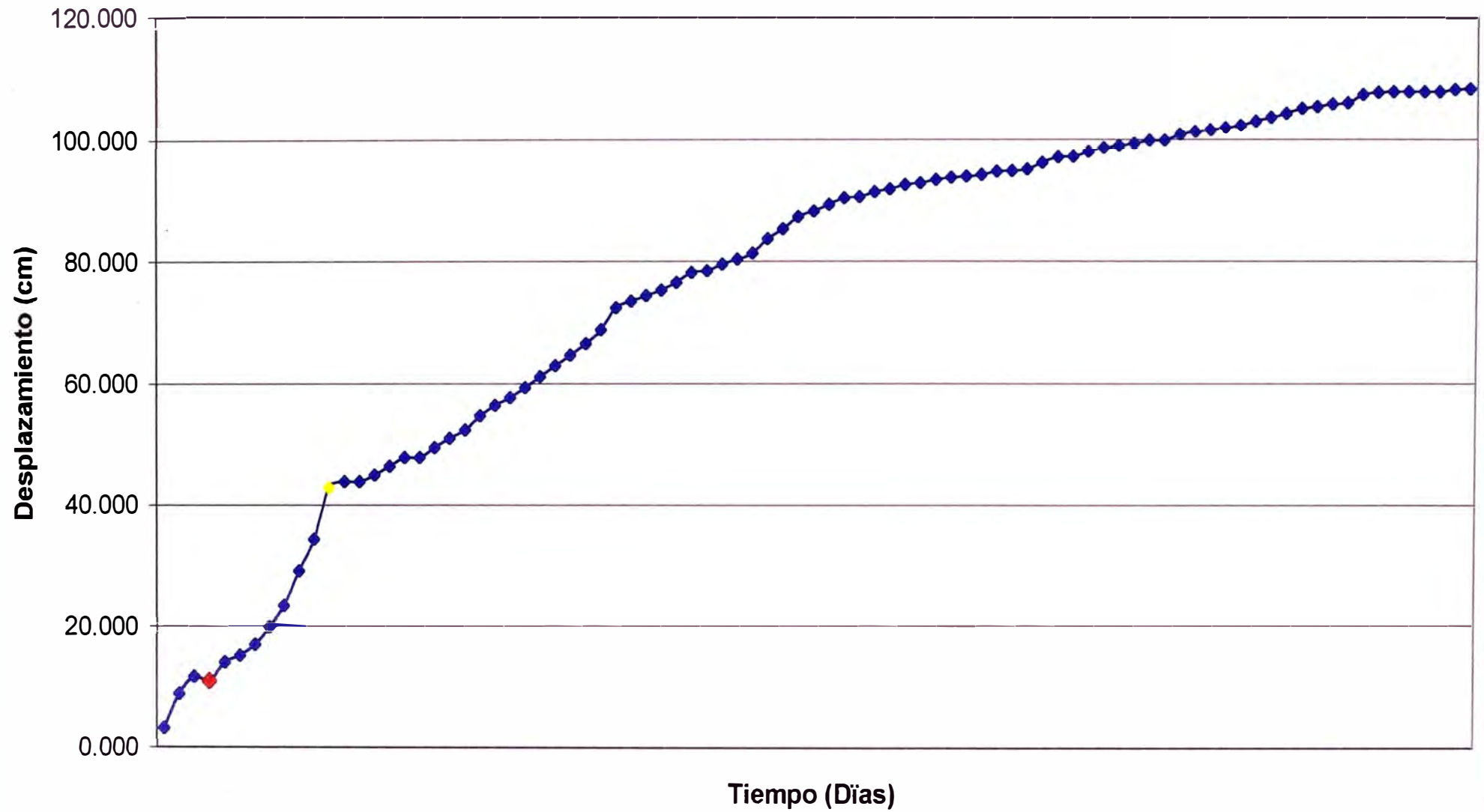
VELOCIDAD INCREMENTAL EXTENSÓMETRO 4580 - 22



DESPLAZAMIENTO INCREMENTAL EXTENSÓMETRO 4580 - 22



DESPLAZAMIENTO TOTAL EXTENSÓMETRO 4580 - 22



HOJA DE INGRESO DE DATOS DE EXTENSOMETRO

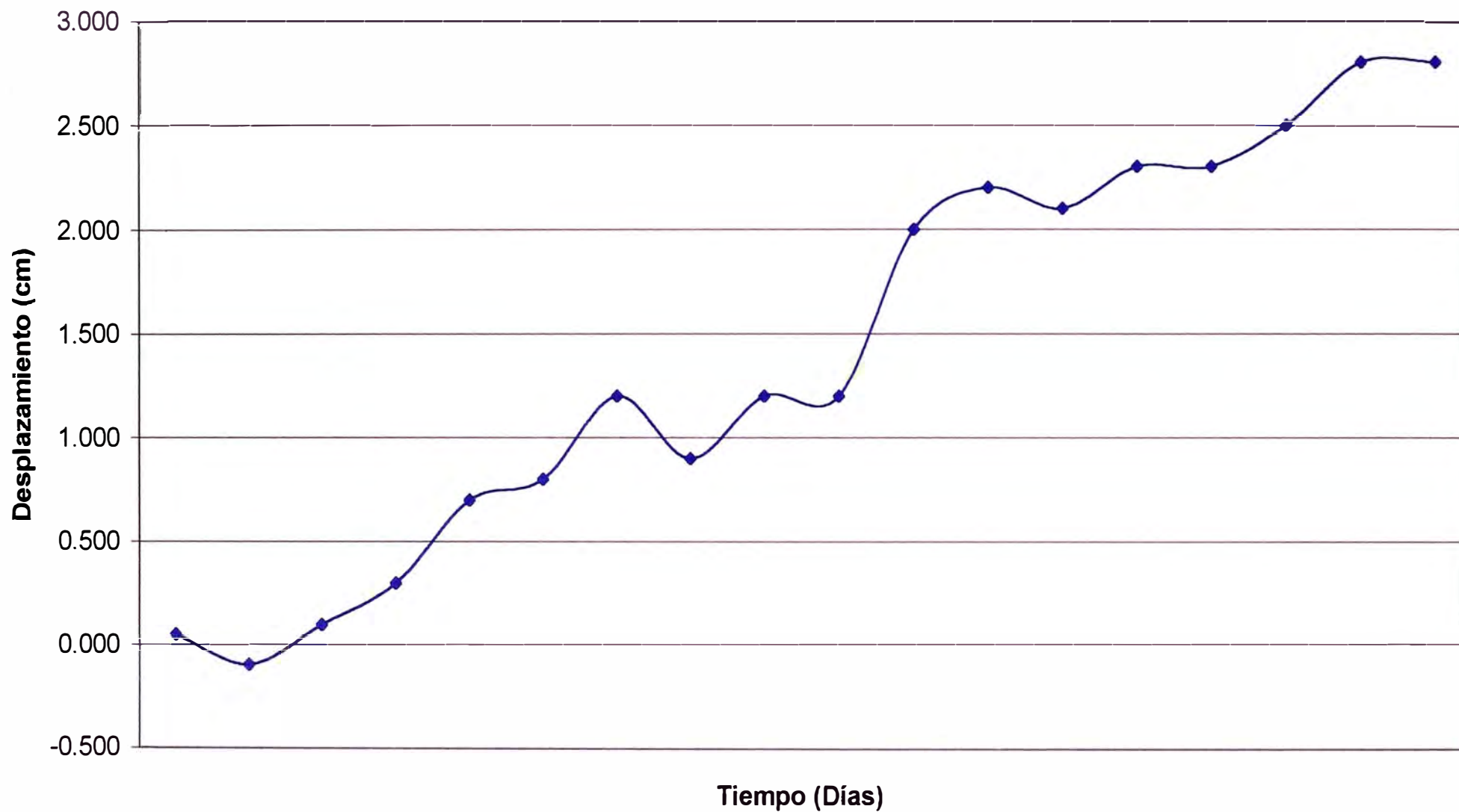
EXTENSOMETRO 4580-23

		NIVELES DE ALARMA		
<i>cm/hr</i>	0	OK	Menor de 1cm/h	Cada 4 horas (tres por guardia)
1	2.5	Watch	De 1 a 2.5 cm/h	Cada 2 horas
2.5	5	Warning	De 2.5 a 5 cm/h	Cada hora
	> 5	Danger	mayor a 5 cm/h	Cada 10 minutos

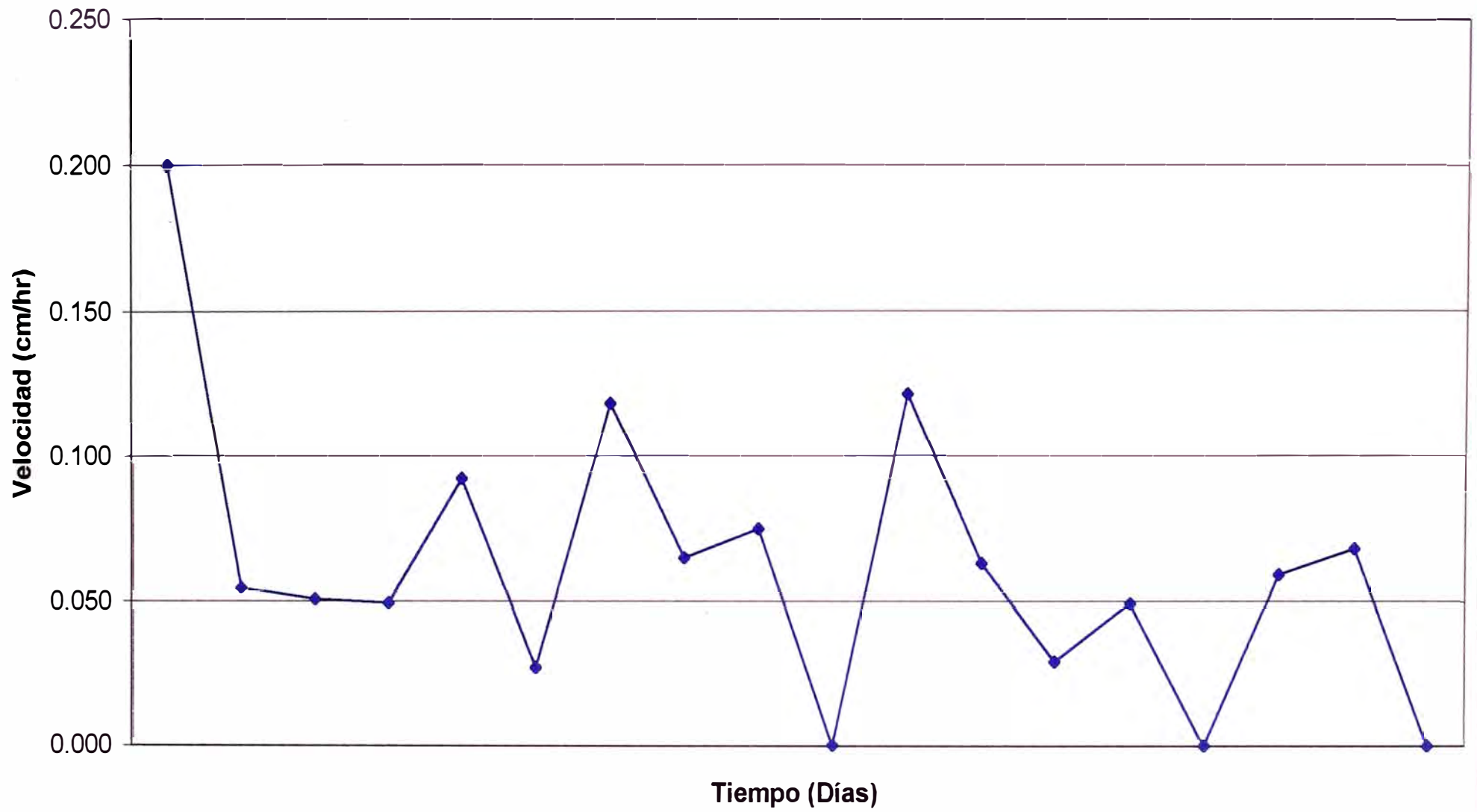
	COORDENADAS	
	TRIPODE	ESTACA
NORTE	8943443.394	8943423.579
ESTE	273804.664	273824.812
ELEVACION	4586.594	4584.212

FECHA (mm/dd/yy)	HORA (hh:mm)	CODIGO FECHA - HORA	LECTURA (cm)	CAMBIO LECTURA (cm)	Desp. cm	Total Desp. cm	Horas time	Horas decimal	Velocidad cm/hr	Tiempo dias	Velocidad Total cm/dia	Niveles de Alarma	Observaciones
16-Mar-01	18:00	36966.75000	10.70		Lectura Inicial								
16-Mar-01	18:15	36966.76042	10.75		0.050	0.050	0.010	0.250	0.200	0.010	4.800	OK	
16-Mar-01	21:00	36966.87500	10.60		-0.150	-0.100	0.115	2.750	0.055	0.125	0.800	OK	
17-Mar-01	00:57	36967.03958	10.80		0.200	0.100	0.165	3.950	0.051	0.290	0.345	OK	
17-Mar-01	05:00	36967.20833	11.00		0.200	0.300	0.169	4.050	0.049	0.458	0.655	OK	
17-Mar-01	09:20	36967.38889	11.40		0.400	0.700	0.181	4.333	0.092	0.639	1.096	OK	
17-Mar-01	13:00	36967.54167	11.50		0.100	0.800	0.153	3.667	0.027	0.792	1.011	OK	
17-Mar-01	16:23	36967.68264	11.90		0.400	1.200	0.141	3.383	0.118	0.933	1.287	OK	
17-Mar-01	21:00	36967.87500	11.60		-0.300	0.900	0.192	4.617	0.065	1.125	0.800	OK	
18-Mar-01	01:00	36968.04167	11.90		0.300	1.200	0.167	4.000	0.075	1.292	0.929	OK	
18-Mar-01	04:00	36968.16667	11.90		0.000	1.200	0.125	3.000	0.000	1.417	0.847	OK	
18-Mar-01	10:35	36968.44097	12.70		0.800	2.000	0.274	6.583	0.122	1.691	1.183	OK	
18-Mar-01	13:45	36968.57292	12.90		0.200	2.200	0.132	3.167	0.063	1.823	1.207	OK	
18-Mar-01	17:11	36968.71597	12.80		-0.100	2.100	0.143	3.433	0.029	1.966	1.068	OK	
18-Mar-01	21:15	36968.88542	13.00		0.200	2.300	0.169	4.067	0.049	2.135	1.077	OK	
19-Mar-01	01:22	36969.05694	13.00		0.000	2.300	0.172	4.117	0.000	2.307	0.997	OK	
19-Mar-01	04:45	36969.19792	13.20		0.200	2.500	0.141	3.383	0.059	2.448	1.021	OK	
19-Mar-01	09:10	36969.38194	13.50		0.300	2.800	0.184	4.417	0.068	2.632	1.064	OK	
19-Mar-01	13:23	36969.55764	13.50		0.000	2.800	0.176	4.217	0.000	2.808	0.997	OK	
19-Mar-01		36969.00000			-13.500	-10.700	-0.558	-13.383	1.009	2.250	4.756	WATCH	

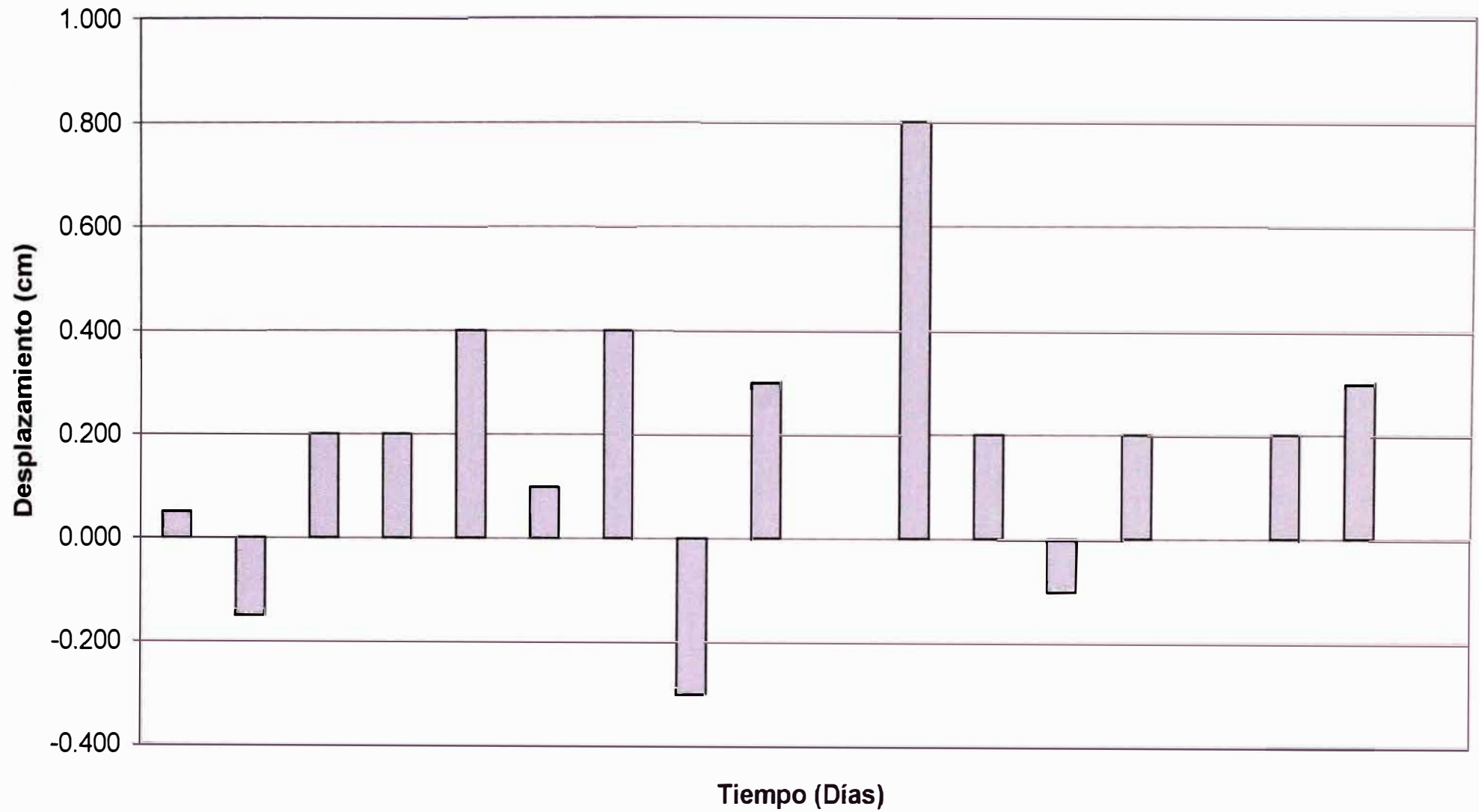
DESPLAZAMIENTO TOTAL EXTENSÓMETRO 4580 - 23



**VELOCIDAD INCREMENTAL
EXTENSÓMETRO 4580 - 23**



DESPLAZAMIENTO INCREMENTAL EXTENSÓMETRO 4580 - 23



FOTOS

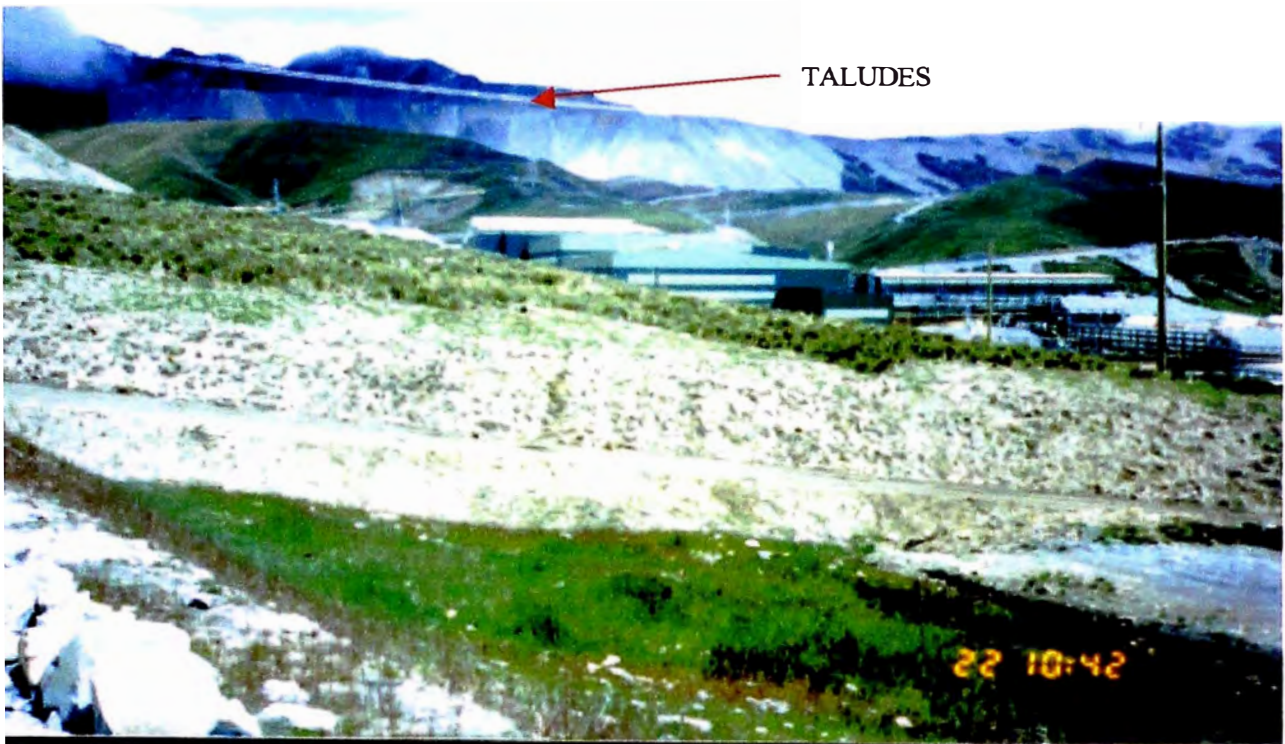


FOTO N °1: VISTA PANORÁMICA DE LOS TALUDES DEL DEPOSITO DE ESTÉRILES DE ANTIMINA



FOTO N °2: VISTA PANORÁMICA DE LOS TALUDES DEL DEPOSITO DE ESTÉRILES DE ANTIMINA (OTRO PUNTO DE OBSERVACIÓN)

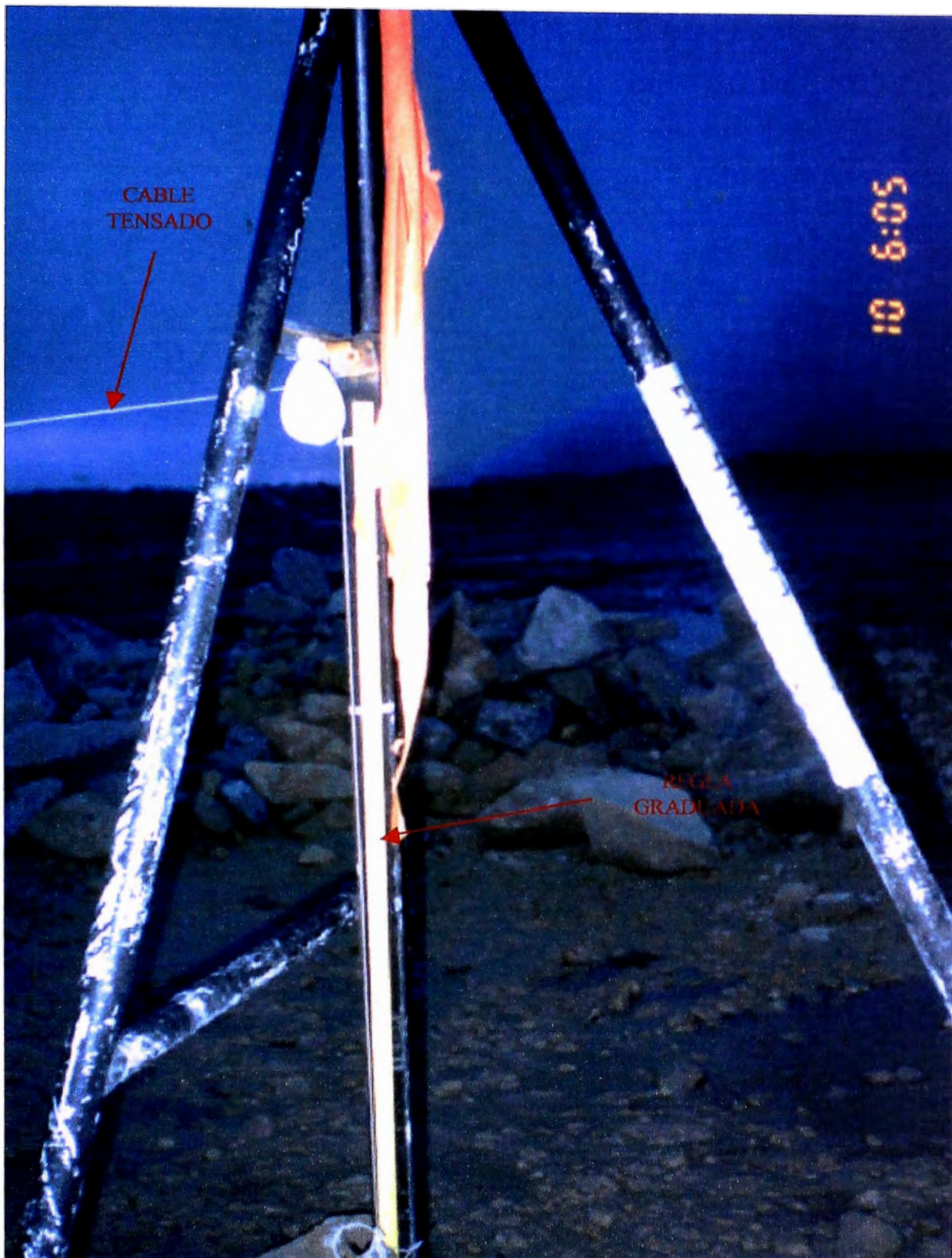


FOTO N °3: VISTA DE EXTENSÓMETRO MECÁNICO, SE PUEDE OBSERVAR LA REGLA GRADUADA Y EL CABLE TENSADO.

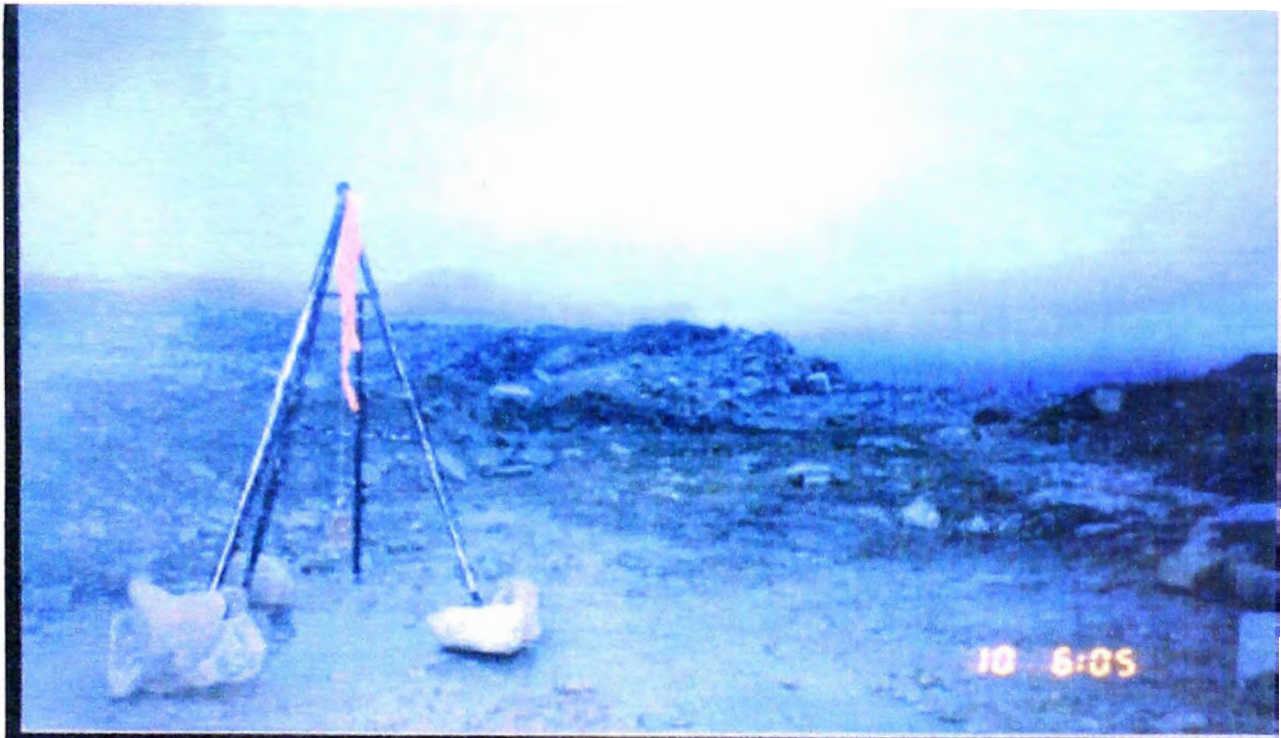


FOTO N °4: VISTA DE UN EXTENSÓMETRO MECÁNICO, DONDE SE MUESTRA COMO SE ENCUENTRA POSICIONADO



FOTO N °5: VISTA DE UN EXTENSÓMETRO ELECTRÓNICO, TAMBIÉN SE PUEDE OBSERVAR A SU LADO UN EXTENSÓMETRO MECÁNICO.

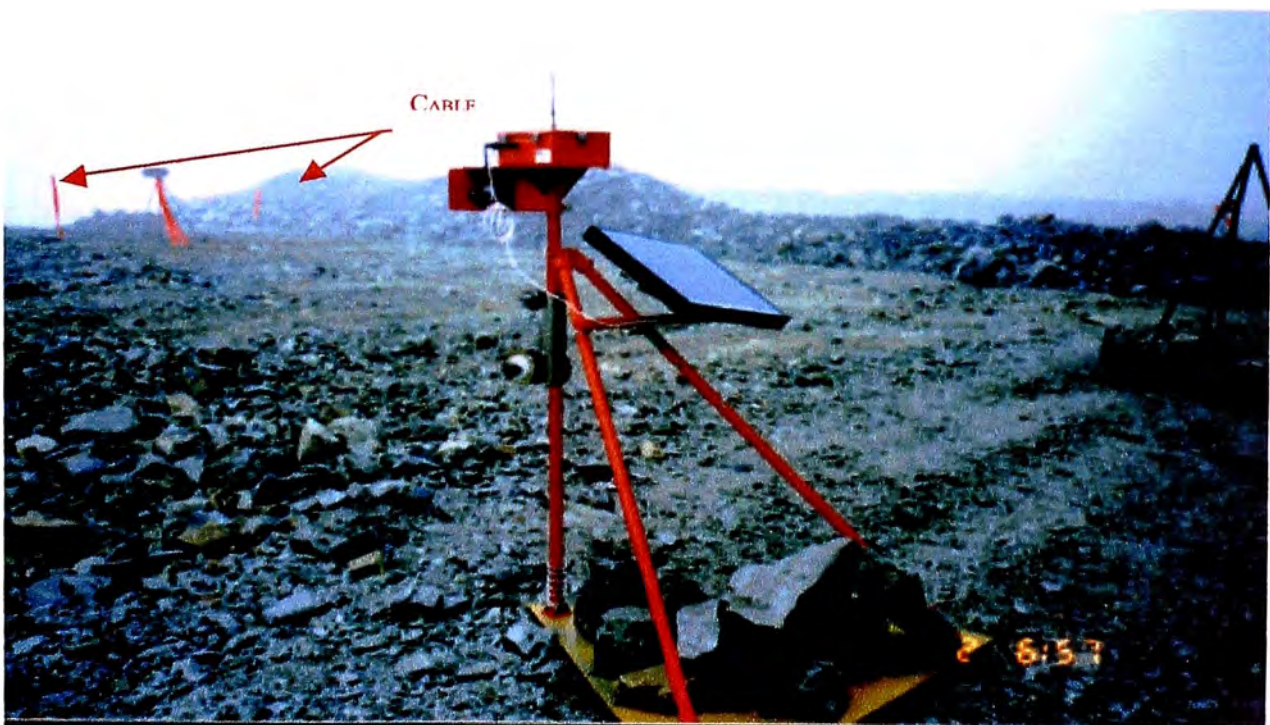


FOTO N °6: SE OBSERVA EL EXTENSÓMETRO ELECTRÓNICO Y EL CABLE EL CUAL PRESENTA LAS MISMAS CARACTERÍSTICAS QUE LOS UTILIZADOS PARA LOS EXTENSÓMETROS MECÁNICOS.



FOTO N °7: VISTA COMPLETA DE UN EXTENSÓMETRO ELECTRÓNICO, OBSERVANDO EL PANEL SOLAR, EL MECANISMO QUE RECIBE Y EMITE LAS SEÑALES A LA OFICINA DE GEOTECNIA



FOTO N °8: VISTA EN DONDE SE PUEDE OBSERVAR LA CALIDAD DEL MATERIAL QUE ES DEPOSITADO EN LOS BOTADEROS.



FOTO N °9: EN ESTA VISTA SE PUEDE OBSERVAR LAS BERMAS QUE SE UTILIZAN PARA LA DESCARGA DE MATERIAL.

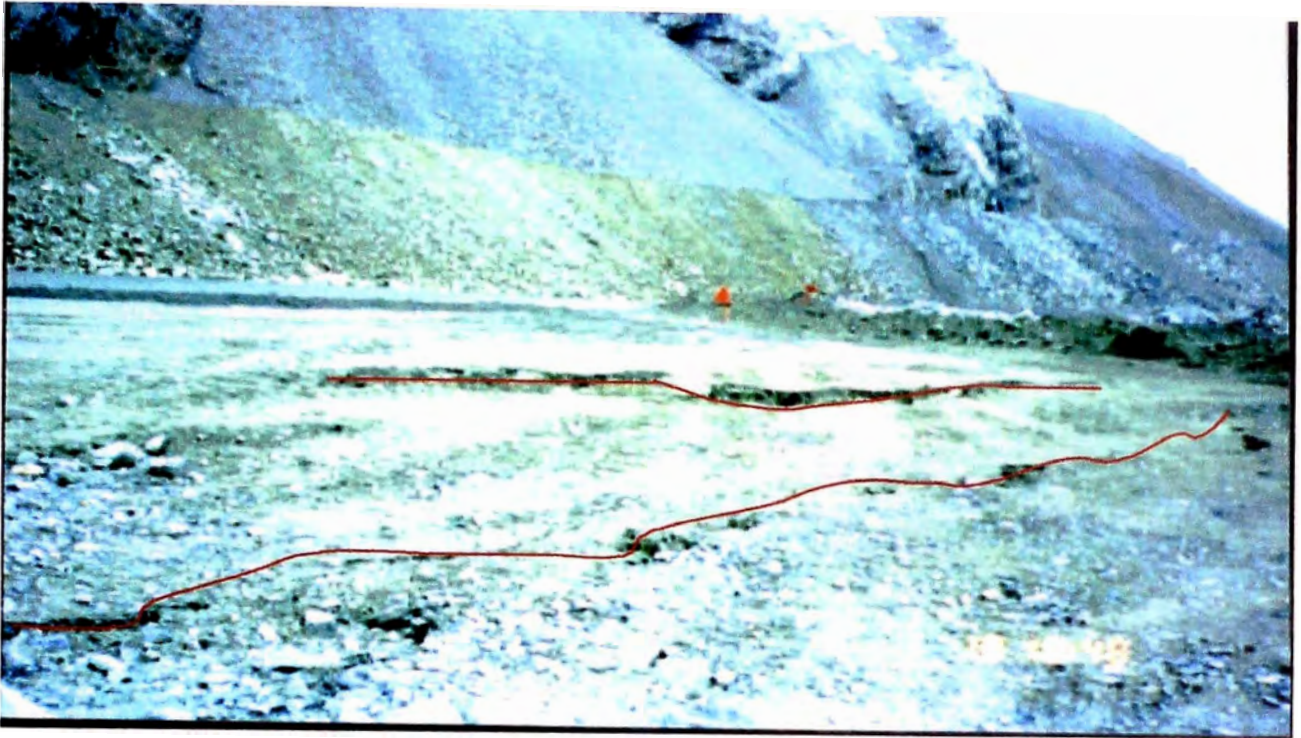


FOTO N °10: EN ESTA VISTA SE PUEDE APRECIAR LA PERSISTENCIA DE UNA GRIETA QUE SE PRESENTO EN LA PLATAFORMA.



FOTO N °11: EN ESTA VISTA SE OBSERVA UN HUNDIMIENTO QUE SE PRESENTA EN LA PLATAFORMA DEL BOTADERO, CAUSADA POR LA MALA DISTRIBUCIÓN DEL MATERIAL



FOTO N °12: EN ESTA VISTA SE OBSERVA UNA GRIETA PRODUCTO DE LA MALA COMPACTACIÓN DEL MATERIAL.

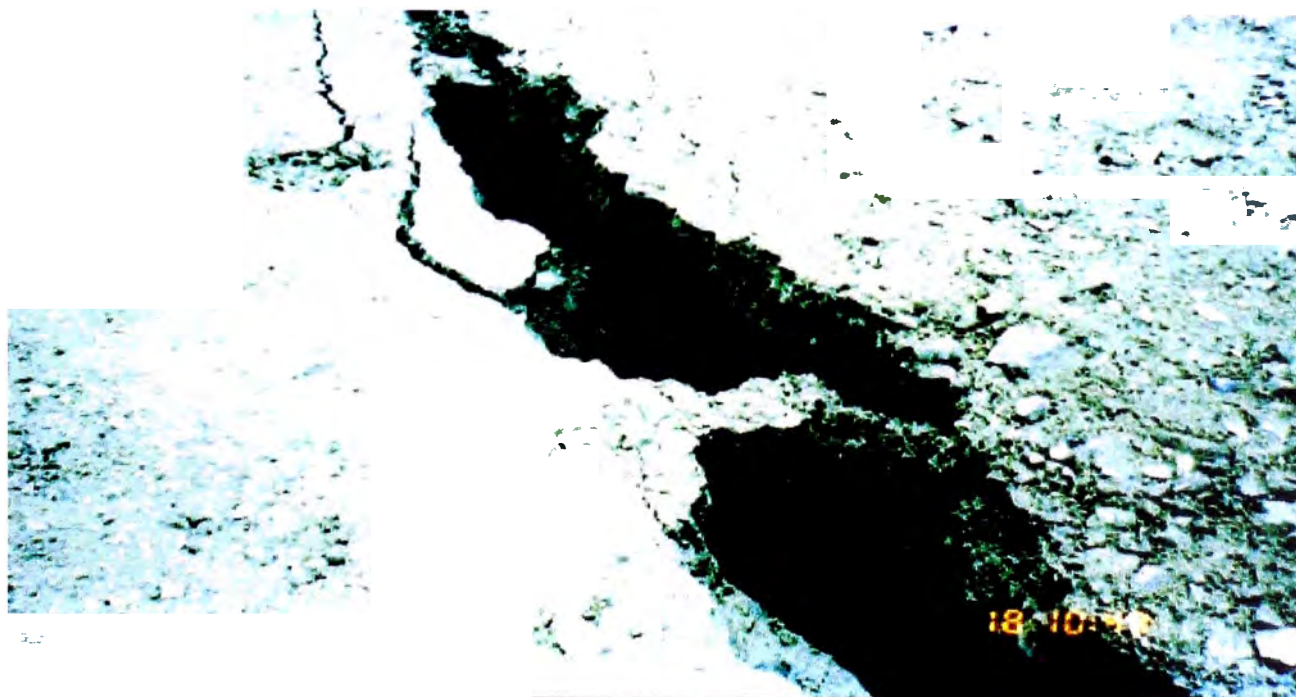


FOTO N °13: EN ESTA VISTA SE PUEDE OBSERVAR UNA GRIETA QUE SE ENCUENTRA PRÓXIMA A LA ZONA DE DESCARGA DE LOS CAMIONES.



FOTO N °14: EN ESTA VISTA SE PUEDE OBSERVAR UN TRÍPODE INTERMEDIO QUE SE ENCUENTRA CERCA DE UN AGRIETAMIENTO EN LA PLATAFORMA.



FOTO N °15: EN ESTA VISTA SE PUEDE OBSERVAR QUE EL EXTENSÓMETRO ESTA REGISTRANDO UN HUNDIMIENTO, OCACIONANDO QUE LAS LECTURAS SEAN MÁS CONTINUAS.



FOTO N °16: EN ESTA VISTA SE PUEDE OBSERVAR EL PUNTO DE REFERENCIA LOCALIZADO EN LA CRESTA DEL TALUD Y EL CABLE TENSADO.



FOTO N °17: EN ESTA VISTA SE PUEDE OBSERVA QUE LA CINTA INVAR SE ENCUENTRA PERPENDICULAR A LA GRIETA (FORMA CORRECTA PARA LA LECTURA DE DATOS).

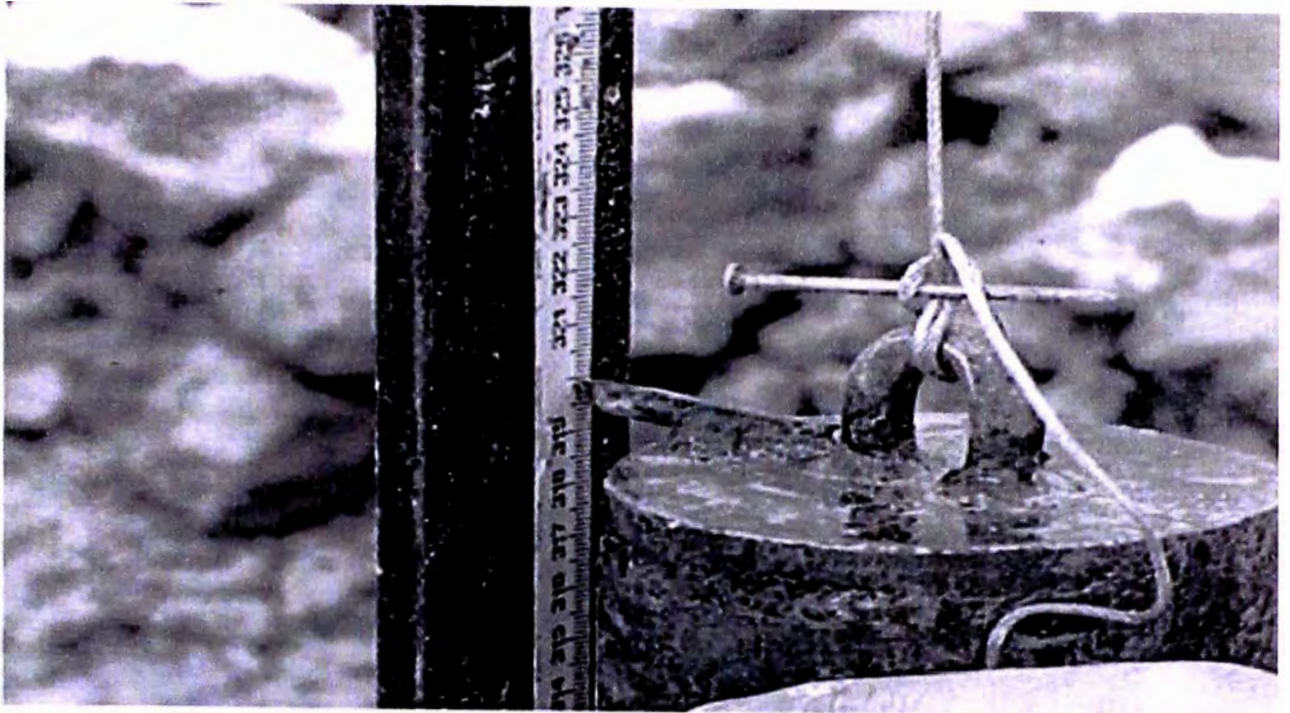


FOTO N°18: MANERA CORRECTA DE TOMAR LECTURA – VISTA DE PERFIL

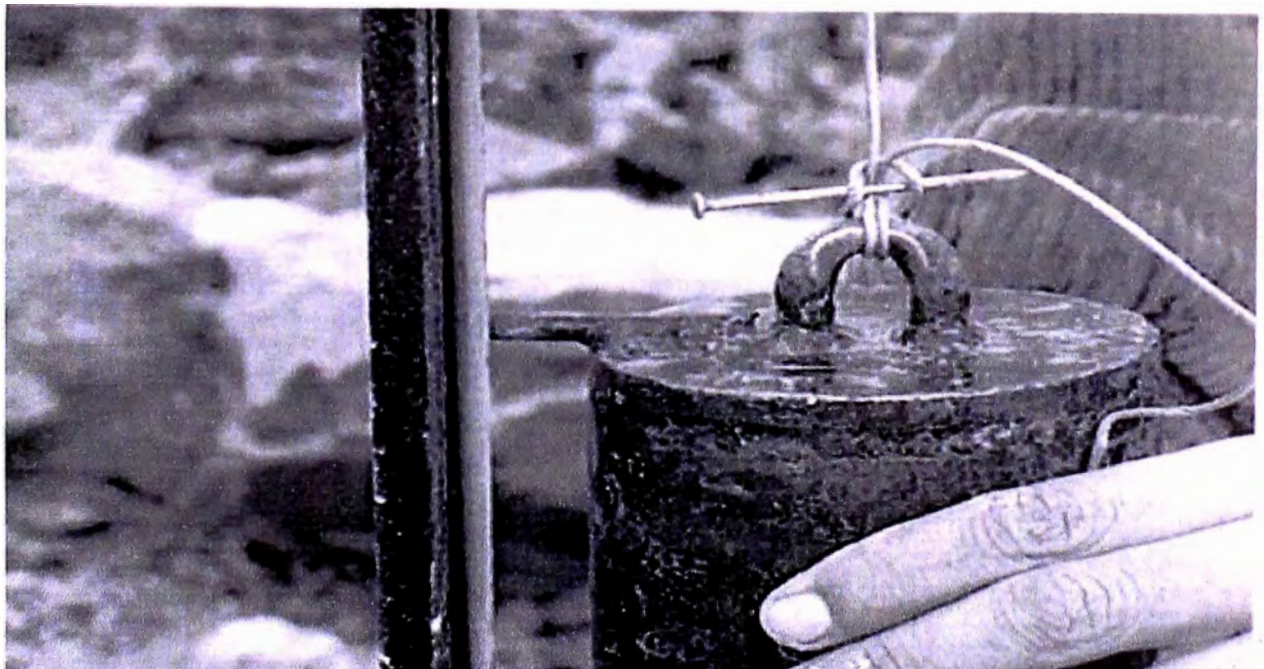


FOTO N°19: MANERA CORRECTA DE TOMAR LECTURA – VISTA DE FRENTE

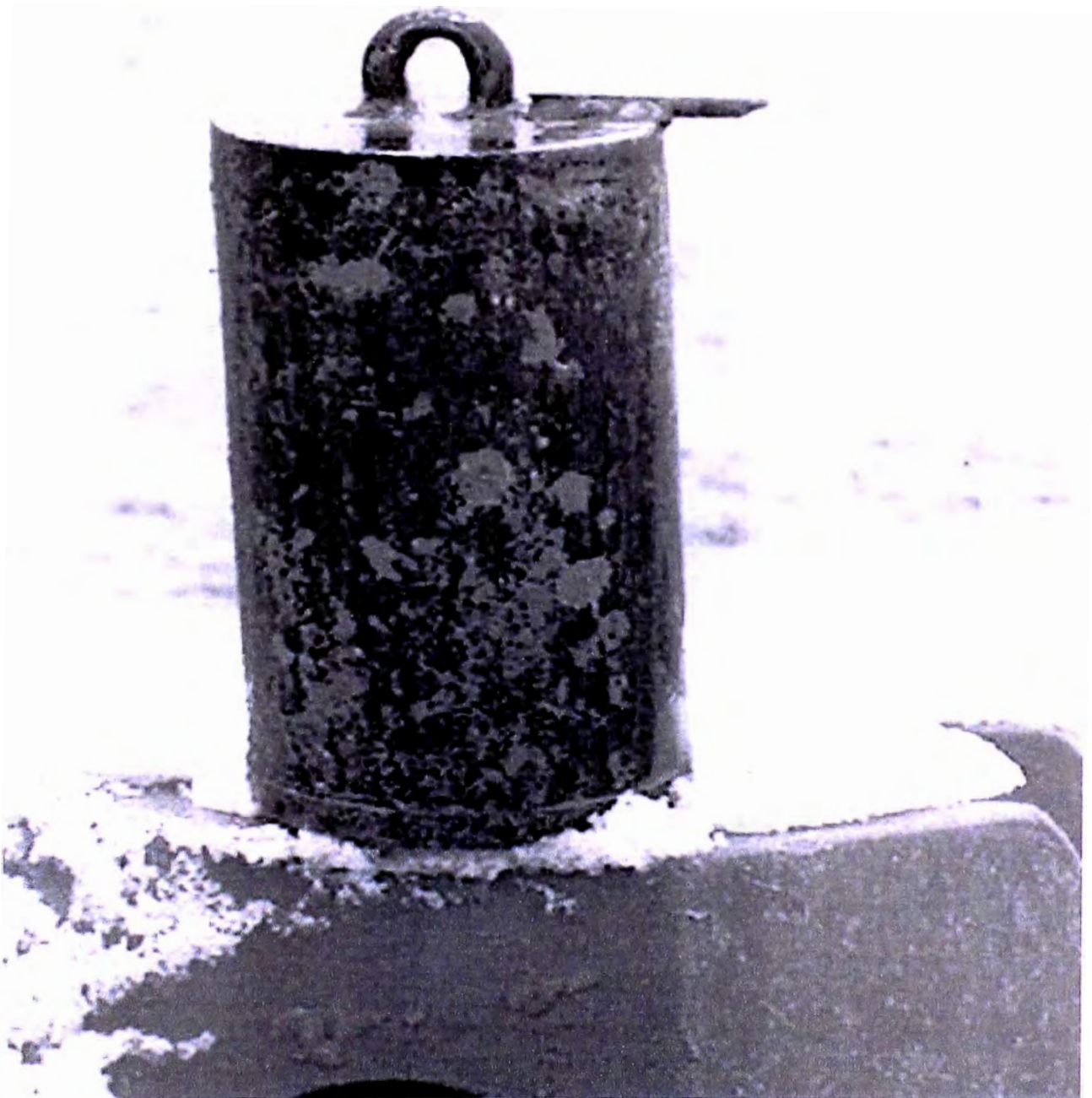


FOTO N °20: PESO EMPLEADO PARA TENSAR EL CABLE DEL EXTENSÓMETRO

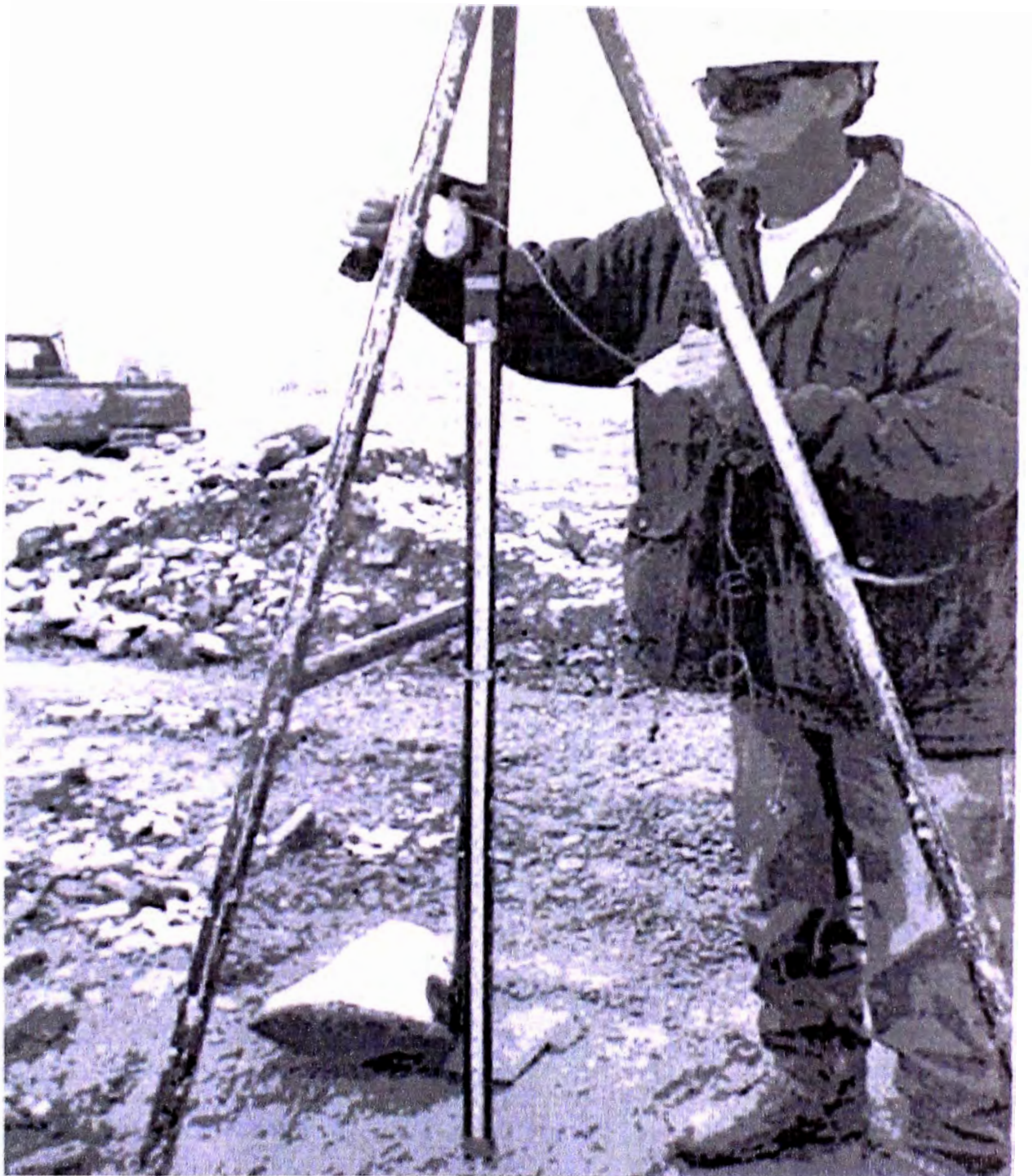


FOTO N °21: CINTA MÉTRICA GRADUADA LA CUAL VA PEGADA AL TRÍPODE

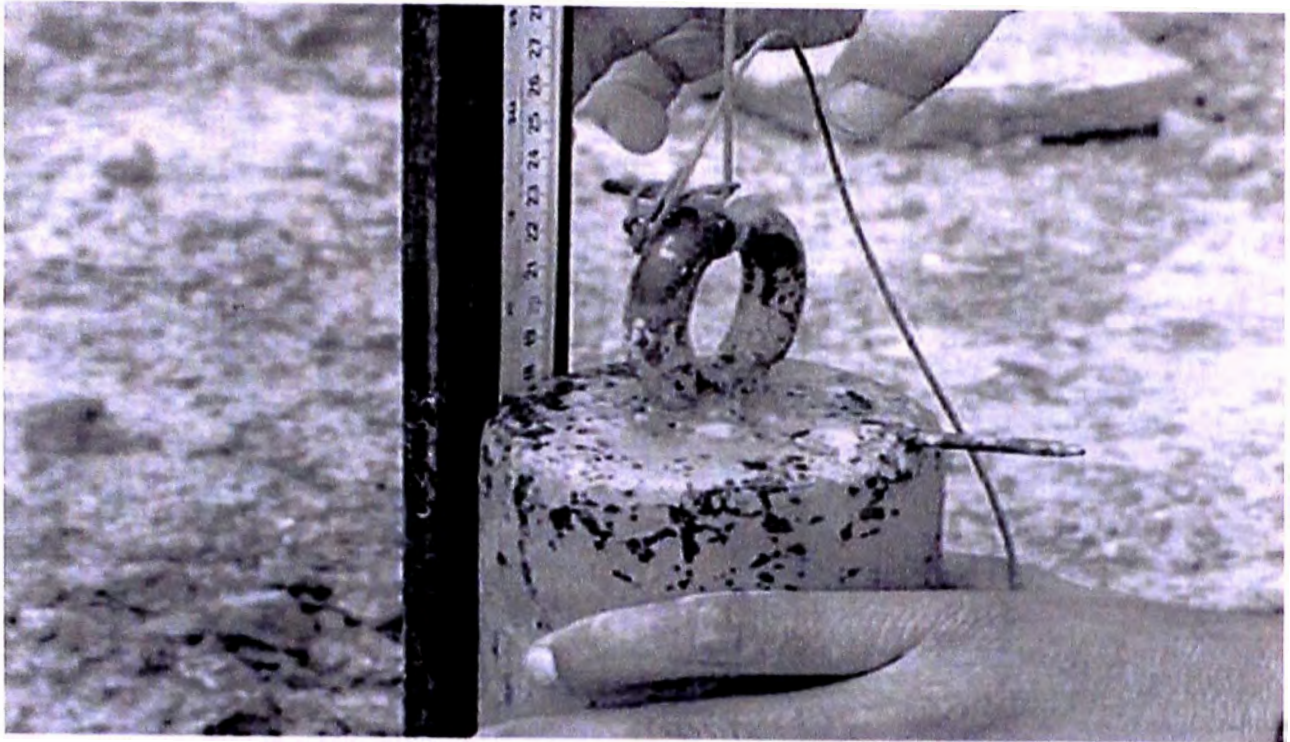


FOTO N 22: FORMA INCORRECTA DE TOMAR UNA LECTURA



FOTO N 23: EN ESTA IMAGEN SE DEBE NOTAR LA TENSION DEL CABLE

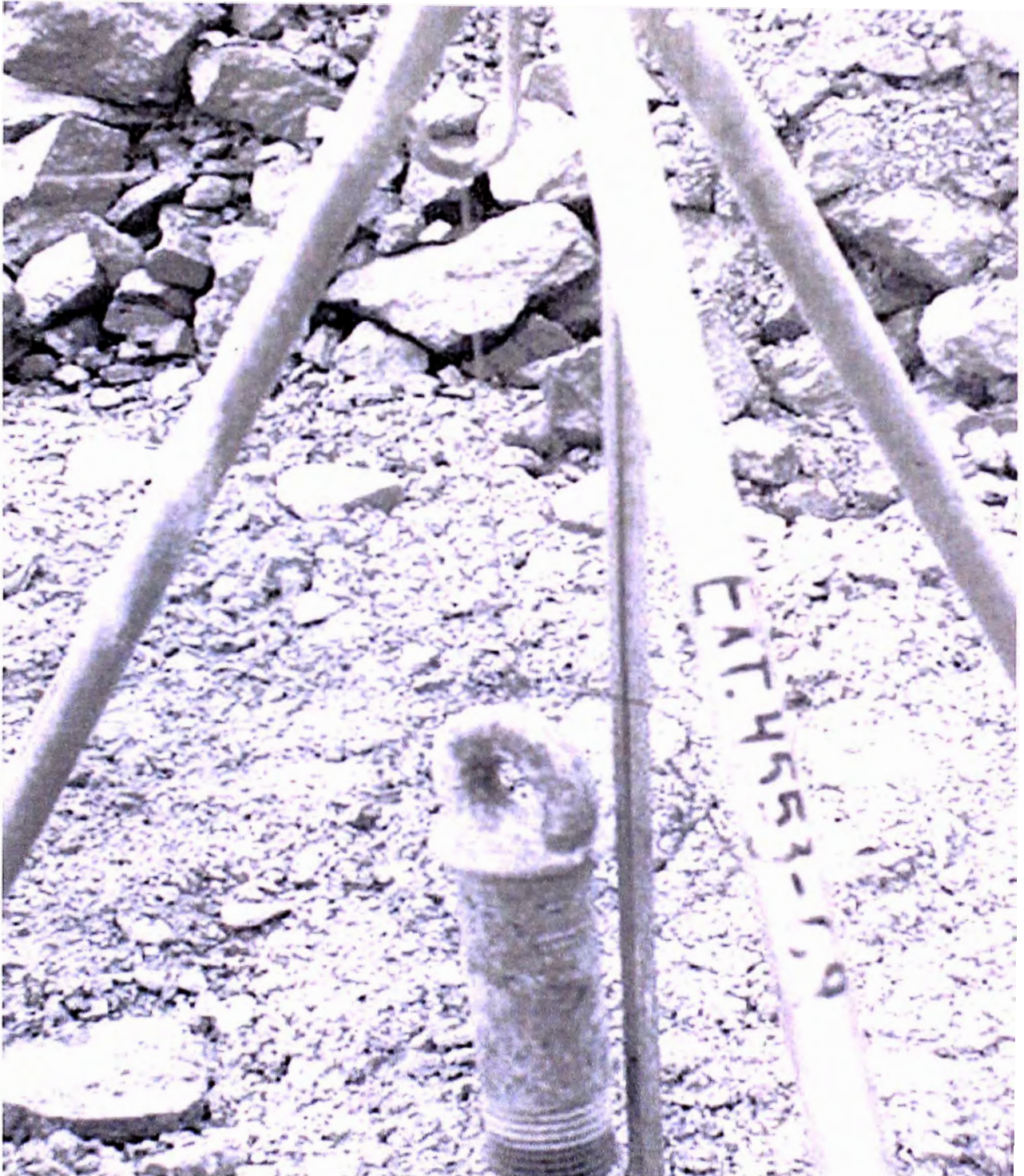


FOTO N °24: SE OBSERVA QUE EL CABLE PASA POR UN GANCHO, EL CUAL TRABAJA COMO UN PESO PARA TENSAR EL CABLE

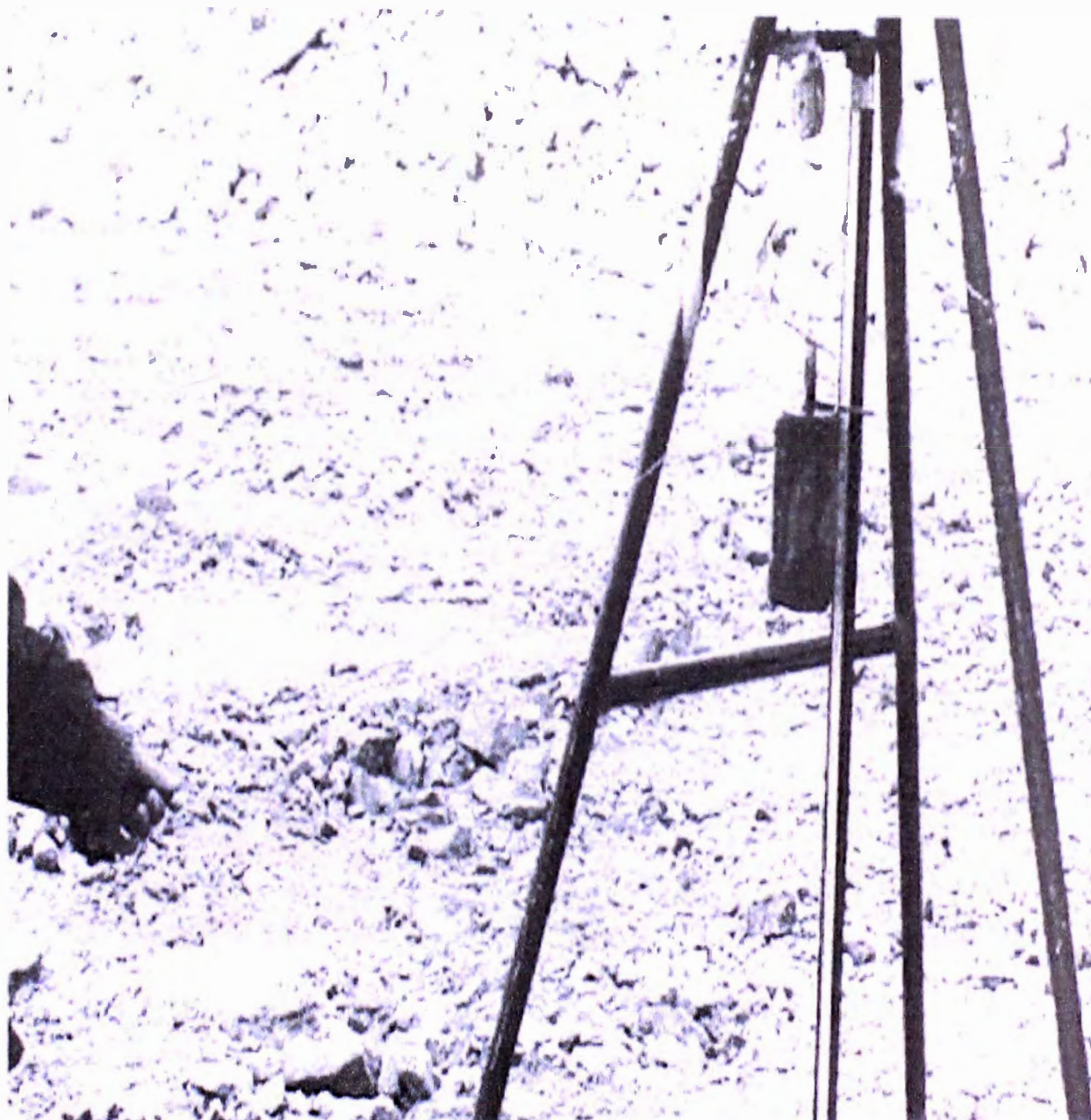


FOTO N °25: SE OBSERVA QUE SE DEBE EXTENDER EL CABLE PARA NUEVAS LECTURAS



FOTO N °26: LA MANO INDICA POR DONDE DEBE PASAR EL CABLE, PARA REGISTRAR EL COMPORTAMIENTO DE LA GRIETA

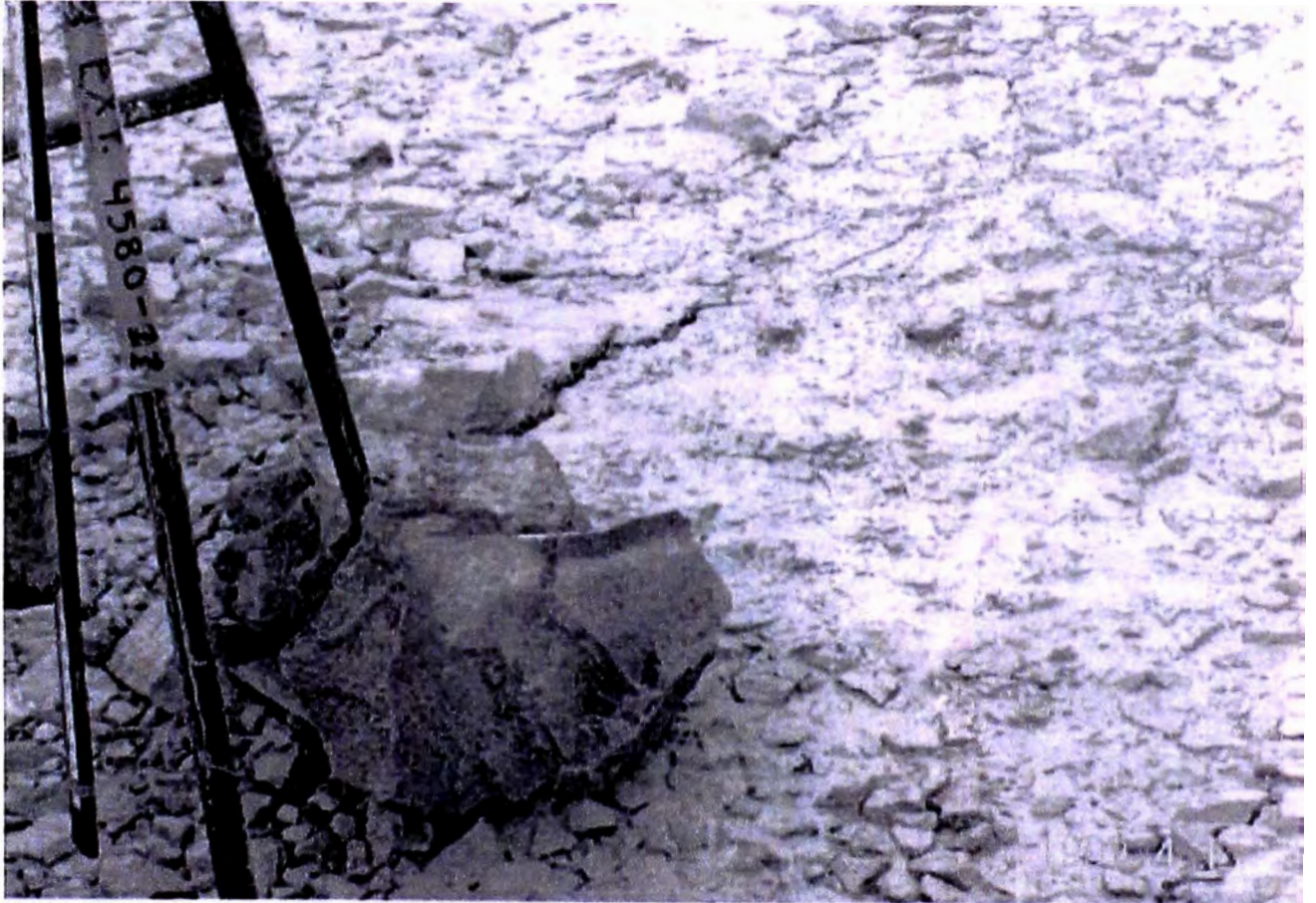


FOTO N °27: SE OBSERVA UNA GRIETA POR EL TRÍPODE, SE DEBE CAMBIAR DE POSICIÓN

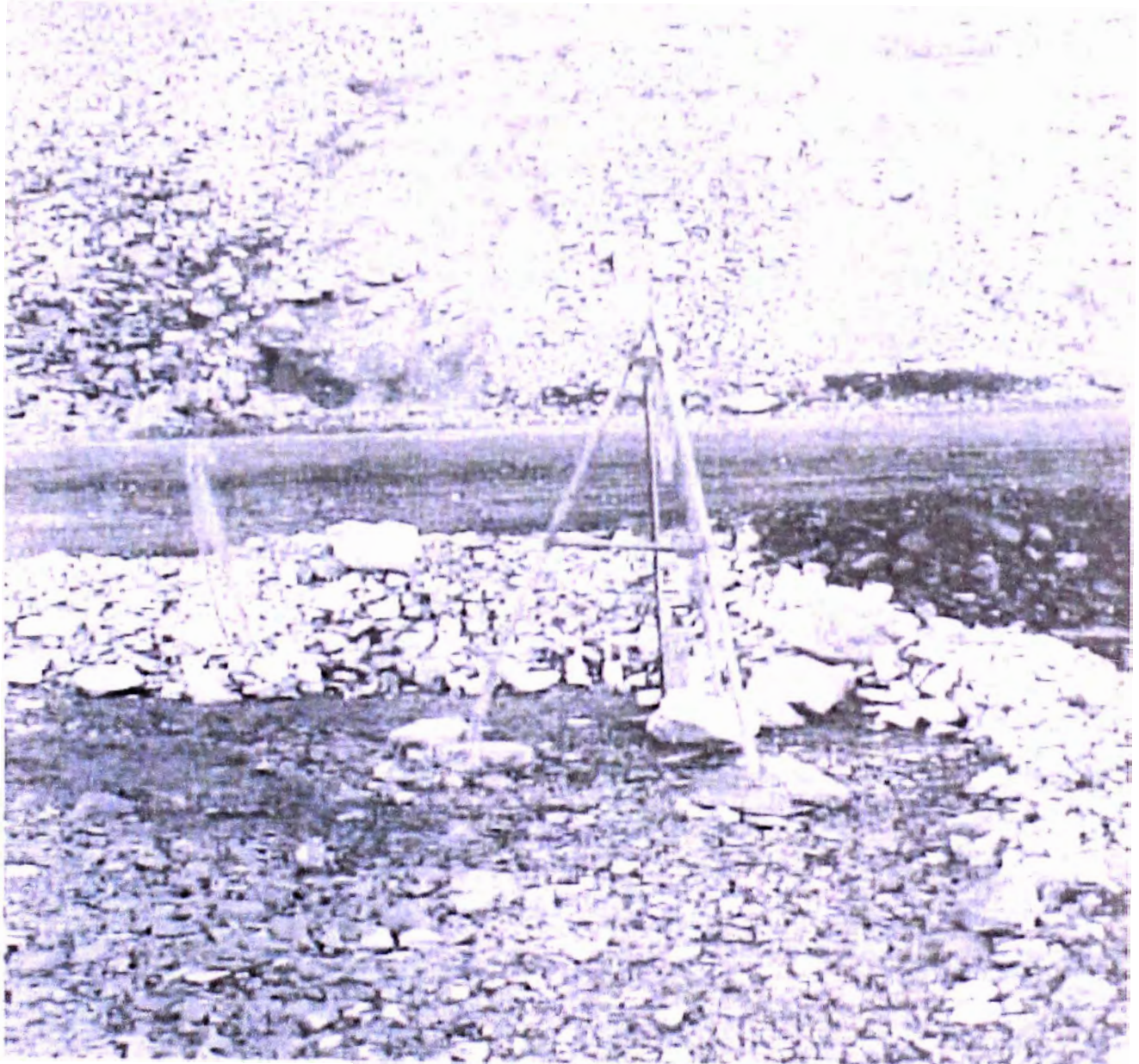


FOTO N °28: FORMA CORRECTA DE COLOCAR TRÍPODE



FOTO N °29: EL TRABAJADOR MUESTRA UN TRÍPODE INTERMEDIO

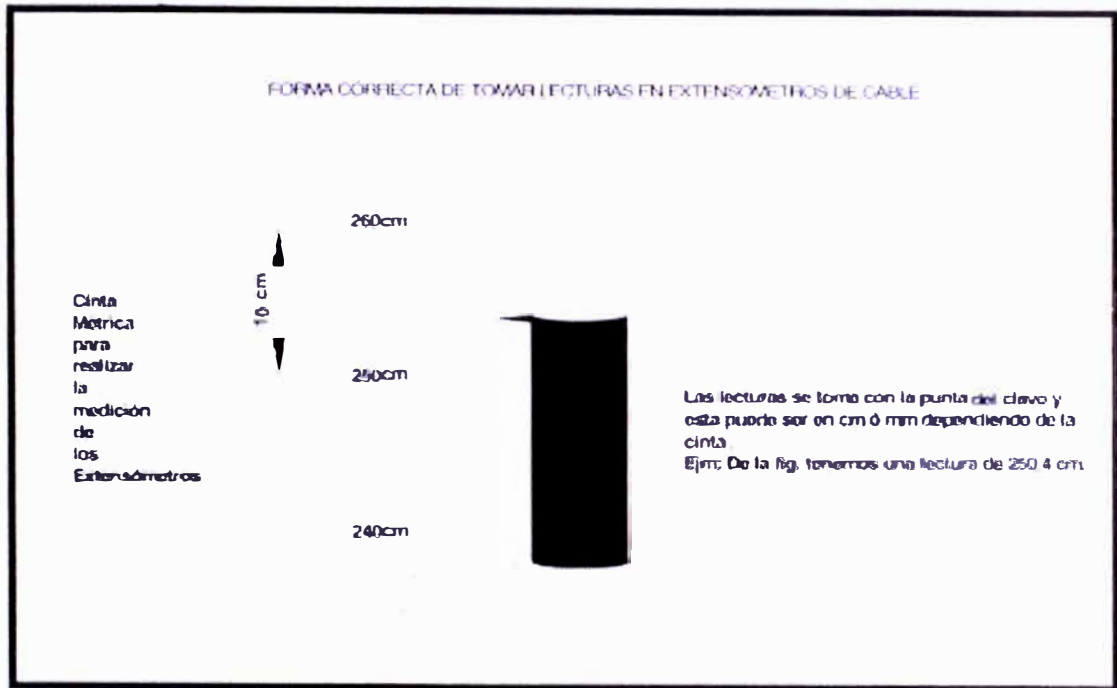


FOTO N°30: EL PRESENTE ESQUEMA NOS MUESTRA LA FORMA CORRECTA DE TOMA DE LECTURAS