000001

Dg. 1689

MGL **MOYA Y GARCIA LTDA**
Ingenieros Consultores

DIRECCIÓN DE PREVENCIÓN Y ATENCIÓN DE EMERGENCIAS - DPAE

DIAGNÓSTICO TÉCNICO

RECUPERACIÓN DE LA BANCA DE LA VÍA CALLE 86 SUR, CARRERAS 9 Y 9A ESTE, BARRIO SIERRA MORENA
LOCALIDAD USME

CONTRATO DE CONSULTORÍA No. CONS-272/02

Informe No. 037-19 - Bogotá, D.C., Diciembre de 2002.

MGL MOYA Y GARCÍA LTDA.
INGENIEROS CONSULTORES

DIRECCIÓN DE PREVENCIÓN Y ATENCIÓN DE EMERGENCIAS – DPAE

CONTRATO DE CONSULTORÍA No. CONS – 272/02
DISEÑOS DE OBRAS EN SITIOS DE RIESGO INMINENTE

DIAGNÓSTICO TÉCNICO
No 1689

Recuperación de la banca de la vía
Calle 86 sur, carreras 9 y 9A Este, Barrio Sierra Morena
Localidad de Usme

Informe No. 037- 19
MOYA Y GARCÍA LTDA.
Ingenieros Consultores

Bogotá, D.C., Diciembre de 2002

Oficinas: Diagonal 127 A No. 17-20
Bogotá, D.C.
Conmutador : 2746567 - 2586676
Directo: 6264628 – 2166297
Fax: 2591370

MGL MOYA Y GARCÍA LTDA.
INGENIEROS CONSULTORES

DIRECCIÓN DE PREVENCIÓN Y ATENCIÓN DE EMERGENCIAS – DPAE

DIAGNÓSTICO TÉCNICO No 1689

CONTRATO DE CONSULTORÍA No. CONS-272/02

1. LOCALIZACIÓN

Localidad:	Usme.
Barrio:	Sierra Morena.
Dirección:	Calle 86 sur, carreras 9 y 9A Este.
Tipo de Riesgo:	Deslizamiento del talud exterior de la vía.
Fecha:	30 de diciembre de 2002

2. DESCRIPCIÓN GENERAL

En éste sector del Barrio Sierra Morena, se presentó el deslizamiento de un tramo de 15 m del talud exterior de la vía, el cual alcanzó a llegar hasta el cerramiento de las 3 viviendas localizadas sobre la carrera 9 Este, a una distancia de 15 a 25 m de la corona del deslizamiento. Además, al perder ancho la vía, se ha facilitado que algunos vehículos se salgan de ella y rueden ladera abajo, amenazando a las viviendas de la carrera 9 Este.

El terreno está conformado por rocas arcillosas, posiblemente de la Formación Usme, localmente cubiertas por depósitos antrópicos provenientes de cortes para las vías y edificaciones. Específicamente, en el sitio del deslizamiento, el material deslizado corresponde a parte del depósito botado y a roca meteorizada.

3. CONCLUSIONES

Aunque la masa deslizada se encuentra en equilibrio, es susceptible de continuar el movimiento durante eventos hidrológicos o sísmicos medianos, con lo cual se afectarían las 3 viviendas de la parte baja (Carrera 9 Este) y podría incrementarse el deterioro de la roca facilitando nuevos deslizamientos que afectarían aun más la banca de la vía y los tubos de acueducto y alcantarillado que por allí pasan.

MGL

4. RECOMENDACIONES

Para mejorar las condiciones del sector se recomienda descargar la masa deslizada y conformar una terraza unos 5 m abajo del nivel de la banca de la vía. Para recuperar el ancho de la vía y proteger el talud, se recomienda construir una estructura de contención en gaviones de por lo menos 6 niveles y que se apoye en terreno competente. La parte interior y enterrada de los gaviones se recomienda dotarla de geotextil filtrante no tejido y en la base de la estructura se recomienda instalar una tubería de PVC de 100 mm de diámetro, del tipo sanitaria, que permita desaguar el interior de los gaviones.

El talud, abajo de los gaviones, se recomienda protegerlo con una cobertura vegetal de pastos y arbustos.

5. CANTIDADES DE OBRA Y PRESUPUESTO

ITEM	CANTIDAD	UNIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
Descarga del deslizamiento *	120	m^3	$ 18,000	$ 2,160,000
Estructura de Gaviones **	138	m^3	$ 78,000	$ 10,764,000
Geotextil no tejido	80	m^2	$ 2,500	$ 200,000
Desagüe, ϕ 4"	6	m	$ 1,200	$ 7,200
Empradización con cespedón	300	m^2	$ 8,000	$ 2,400,000
Arbustos cada 2.5 m	50	unidad	$ 15,000	$ 750,000
Replanteo permanente	1	Global	$ 450,000	$ 450,000
VALOR TOTAL (SIN IVA)				**$ 16,731,200**

* Incluye cargue y transporte hasta escombrera

** Incluye relleno compactado detrás

MGL

6. CRONOGRAMA

ITEM	SEMANAS				
	1	2	3	4	5
Descarga	■				
Gaviones		■	■		
Empradización y siembra d arbustos		■	■	■	■

7. DISEÑO DE LAS OBRAS

Los diseños de las obras recomendadas se presentan en el plano adjunto.

Elaboró	Aprobó
ING. JOSÉ VICENTE AMÓRTEGUI GIL Director División de Geotecnia Mat. No. 25202-15540 MOYA Y GARCÍA LTDA.	Revisó: **ING. JAVIER PAVA SÁNCHEZ** Coordinador Proceso de Análisis de Riegos Dirección de Prevención y atención de Emergencias – DPAE



Deslizamiento que afecta la vía y amenaza unas viviendas de Sierra Morena – Usme.

MGL

8. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS BÁSICAS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE ESTRUCTURAS DE GAVIONES

8.1. Generalidades

En este documento se presentan las especificaciones técnicas básicas para los materiales y el procedimiento constructivo de módulos de gaviones empleados en la construcción de distintos tipos de estructuras, tales como estribos y aletas de puentes, trinchos, espolones, muros de contención, revestimientos para protección de riberas y revestimiento de canales, entre otras. Por lo general, se emplean gaviones en forma de paralelepípedo con dimensiones que varían según su empleo o colocación dentro de la estructura. En nuestro medio, los tipos de gaviones más empleados son los siguientes:

TIPO	LONGITUD (m)	ANCHO (m)	ALTURA (m)
Gaviones de base	2.00	1.00	0.50
Gaviones de cuerpo	2.00	1.00	1.00
Colchonetas	4.00	2.00	0.15 a 0.30

TABLA Nº 1: DIMENSIONES DE LOS TIPOS DE GAVIONES MAS EMPLEADOS EN NUESTRO MEDIO.

Sin embargo, es posible usar dimensiones diferentes de acuerdo con las características específicas de cada estructura. Las dimensiones recomendadas por empresas productoras de gaviones son las siguientes:

- Longitud: 2.00 m, 3.00 m o 4.00 m
- Ancho: 1.00 m
- Altura: 0.50 m o 1.00 m

Se admite una tolerancia de ± 3 % en la longitud del gavión y de ± 5 % en el ancho y alto.

Los gaviones poseen la capacidad de comportarse como una estructura flexible que se adapta al terreno, soportando deformaciones relativamente grandes sin perder su capacidad estructural o sus funciones como revestimiento. Por esta razón, uno de los aspectos que se deben tener en cuenta en el diseño de un gavión es precisamente su grado de flexibilidad, el cual depende de:

- La geometría y dimensiones de la malla.
- Las propiedades mecánicas del alambre.
- El tamaño y la forma de las piedras de relleno.
- El número de tirantes y diafragmas.
- Las dimensiones del gavión.

MGL

El diseñador debe especificar los detalles de cada uno de los elementos enunciados para producir el gavión que desea, de acuerdo con la rigidez que requieren sus diseños. Debe observarse que para algunas estructuras tales como muros de contención, se requieren rigideces altas, mientras que para estructuras como recubrimientos de canales o protección ante socavación, se requieren gaviones muy flexibles.

En este documento se establecen las propiedades que deben cumplir los materiales, y las características y procedimientos constructivos de los gaviones con las cuales el diseñador puede jugar para producir elementos con mayor o menor flexibilidad según sus necesidades.

9. MATERIALES

Los materiales que conforman los gaviones, y cuyas características controlan en gran medida su rigidez o flexibilidad, son los siguientes:

- Alambre.
- Mallas.
- Material de relleno.

A continuación se establecen los requerimientos para cada uno de estos materiales.

9.1. Alambre

Todo el alambre usado en la fabricación de los gaviones y para las operaciones de amarre y atirantamiento durante la colocación en obra, debe ser de acero dulce recocido, galvanizado en caliente con zinc puro y exento de escamas, grietas, corrosión u otros defectos. Adicionalmente, el alambre debe cumplir con los requisitos establecidos en los numerales 2.1.1 a 2.1.3.

9.1.1 Diámetro del alambre

Existen varias denominaciones para el calibre de los alambres galvanizados usados en la construcción de las canastas, estas denominaciones se presentan en la Tabla Nº 2. Es recomendable indicar el diámetro del alambre en milímetros para evitar confusiones respecto a la denominación que se está utilizando.

DENOMINACION GALGA DE PARIS							
Calibre Nº	13	14	15	16	17	18	19
Diámetro (mm)	2.00	2.20	2.40	2.70	3.00	3.40	3.90

DENOMINACION BWG							
Calibre Nº	10	11	12	13	14	15	16
Diámetro (mm)	3.40	3.05	2.77	2.41	2.11	1.83	1.65

TABLA Nº 2: DENOMINACIONES PARA DIÁMETROS DE ALAMBRES.

MGL

9.1.2 Revestimiento del alambre

La función principal del recubrimiento de zinc o galvanizado es la de proveer la resistencia a la corrosión requerida para las condiciones en las cuales se van a emplear los alambres. El zinc tiene buena resistencia a la corrosión si el pH del agua en contacto con el gavión está entre 6 y 12.5; sin embargo, en obras que estén en contacto con aguas negras o suelos ácidos se pueden contemplar revestimientos adicionales con asfalto o P.V.C.

El recubrimiento con asfalto aísla parcialmente la humedad y previene la corrosión. El recubrimiento con P.V.C. aísla totalmente la humedad y resiste en forma apreciable la corrosión, su principal ventaja es la protección contra las aguas saladas y las aguas negras.

El alambre también puede ser protegido mediante revestimientos con concreto en las partes del gavión que están en contacto con aguas negras u otro agente corrosivo. El recubrimiento con concreto también es útil cuando se requiere protección contra la abrasión producida por corrientes de agua.

La efectividad del galvanizado depende de la proporción de peso de zinc por área de alambre expuesto. El peso mínimo del revestimiento de zinc determinado según la norma NTC 3237 o la ASTM A-90, debe obedecer a los que se presentan en la Tabla Nº 3.

Diámetro (mm)	2.20	2.40	2.70	3.00	3.40
Peso mínimo del revestimiento de zinc (gr/m²)	240	260	260	275	275

TABLA Nº 3: PESOS MÍNIMOS DEL REVESTIMIENTO DE ZINC SEGÚN EL DIÁMETRO DEL ALAMBRE.

El revestimiento de zinc debe soportar cuatro inmersiones sucesivas de un minuto cada una, en una solución de sulfato de cobre cristalizado, sin que el acero aparezca aún parcialmente. La concentración de ésta solución debe ser de una parte por peso de cristales a cinco partes por peso de agua. La temperatura del baño debe ser de 15ºC y entre cada inmersión, las muestras deben ser lavadas secadas y examinadas.

9.1.3 Resistencia del alambre

- **Resistencia a la tensión:** La carga media de rotura a tensión de los alambres empleados en la construcción de gaviones debe estar entre 38 y 50 kg/mm², medida según el procedimiento establecido en la norma NTC 2.

- **Alargamiento:** La prueba de alargamiento debe ser efectuada antes de la fabricación de la malla sobre una muestra de alambre de 30 cm de largo. El alargamiento de la muestra no debe ser inferior al 12%.

- **Resistencia a la flexión:** El alambre sostenido en una prensa con bordes redondeados debe soportar sin romperse diez (10) plegados sucesivos de 90 grados. Los plegados deben efectuarse en un mismo plano y con una amplitud de 180 grados de acuerdo con el procedimiento establecido en la norma NTC 3973.

- **Resistencia a la torsión:** La muestra de alambre debe soportar treinta (30) vueltas completas de torsión sin romperse y sin que el zinc se agriete o se desprenda. El eje de la muestra de alambre debe permanecer recto durante toda la prueba, la cual se debe efectuar de acuerdo con el procedimiento que se establece en la norma NTC 3995.

- **Enrollamiento:** El alambre debe poderse enrollar en espirales ajustadas y cerradas sobre un cilindro de diámetro igual al doble del suyo, sin que el zinc se agriete o se desprenda.

Los alambres utilizados en el cosido de los gaviones, los tirantes interiores y las uniones entre unidades, deben ser del mismo diámetro y calidad que el alambre de la malla. El alambre usado en las aristas o bordes del gavión debe tener un diámetro mayor; se recomienda que éste sea de un calibre inmediatamente superior al del alambre usado para la fabricación de la malla. Se debe tener en cuenta que a mayor diámetro del alambre mayor será la rigidez del gavión.

9.2. Mallas

Para la construcción de las canastas de gaviones se han empleado tres tipos de malla:

- Malla hexagonal o de doble torsión
- Malla de eslabonado simple.
- Malla electrosoldada

La malla de eslabonado simple es muy flexible, lo cual dificulta su conformación durante la construcción del gavión, además, presenta la desventaja de que al romperse un alambre se abre toda la malla permitiendo la salida del material de relleno. La malla electrosoldada es más rígida que la eslabonada y la hexagonal, y su conformación se hace en cuadrículas de igual espaciamiento en las dos direcciones. La fragilidad y la rigidez de las uniones soldadas las hace muy poco resistentes a las deformaciones a las que están sujetas, llevándolas a la rotura. Lo anterior, sumado a la corrosión por la desaparición del recubrimiento de zinc en éstas mismas uniones, se constituye en la principal desventaja de las mallas electrosoldadas.

En éstas especificaciones se recomienda el uso de mallas hexagonales debido a que permiten tolerar esfuerzos en varias direcciones sin que se produzca rotura, lo cual las hace más flexibles ante movimientos en cualquier dirección. Otra ventaja de este

MGL

tipo de mallas consiste en que al romperse un alambre en un punto determinado, la malla no se abrirá por completo como ocurre con la eslabonada.

Las dimensiones de las mallas hexagonales se indican por la distancia entre entorchados paralelos y colineales, tal como se muestra en la Figura Nº 1. Los diámetros del alambre varían según las dimensiones de las mallas, aumentando proporcionalmente con la escuadría de éstas, de modo que el peso por unidad de área se mantiene mas o menos constante.

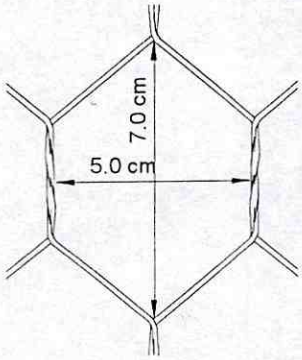
Los tres tamaños de malla hexagonal que se usan para la construcción de gaviones son los siguientes (ver Figura Nº 1):

- Malla de 5.0 X 7.0 cm de escuadría. Alambre calibre Nº 14 (ϕ = 2.11 mm). Figura Nº 1 (a).

- Malla de 8.0 X 10.0 cm de escuadría. Alambre calibre Nº 13 (ϕ = 2.41 mm). Figura Nº 1 (b).

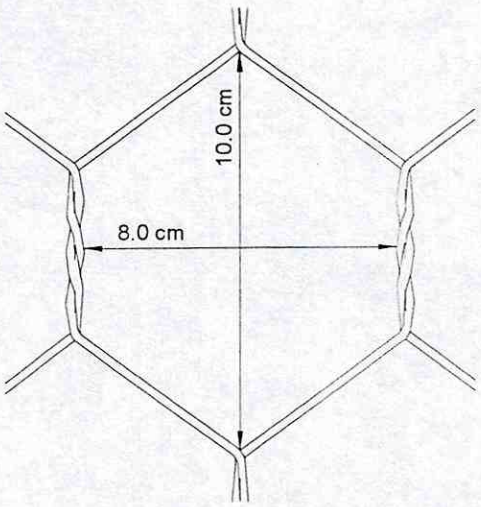
- Malla de 12.0 X 14.0 cm de escuadría. Alambre calibre Nº 11 (ϕ = 3.05 mm). Figura Nº 1 (c).

MGL



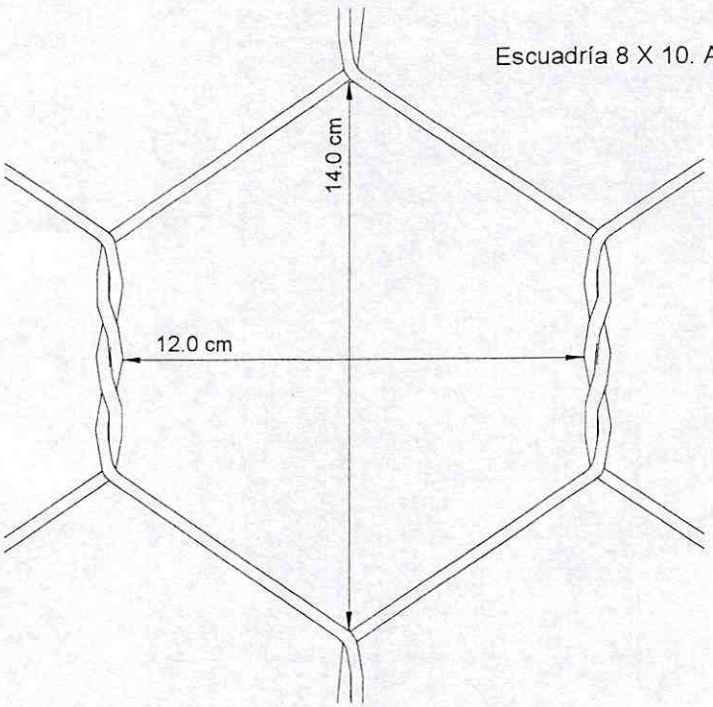
(a)

Escuadría 5 X 7. Alambre N° 14 (2.11 mm)



(b)

Escuadría 8 X 10. Alambre N° 13 (2.41 mm)



(c)

Escuadría 12 X 14. Alambre N° 11 (3.05 mm)

FIGURA N° 1: TAMAÑOS Y CALIBRES DE LAS MALLAS HEXAGONALES UTILIZADAS EN LA CONSTRUCCION DE GAVIONES.

Las torsiones de la malla deben ser obtenidas entrecruzando dos hilos por tres medios giros, así mismo, el alambre empleado en la fabricación de la malla debe cumplir los requerimientos establecidos en el numeral 2.1.

MGL

9.3. Material de Relleno

El relleno de las canastas se debe efectuar con fragmentos de roca o cantos rodados, resistentes y durables. La dimensión de cada fragmento de roca o canto rodado debe estar entre 10 y 30 cm. No se pueden utilizar materiales descompuestos, fracturados o agrietados, así mismo, es recomendable evitar la utilización de fragmentos de lutita, arcillolita o pizarra, a menos que cumplan con los requerimientos de durabilidad y resistencia que se especifican a continuación.

Los requisitos de resistencia y durabilidad que deben cumplir los materiales rocosos usados para rellenar las canastas son los siguientes:

- **Indice de desleimiento – durabilidad:**
  El índice de desleimiento – durabilidad (ver Referencia 6) debe ser mayor o igual al 90%.

- **Porcentaje de desgaste en la Máquina de los Angeles:**
  El porcentaje de desgaste, determinado de acuerdo con la norma INV E–218 debe ser menor al 60%.

- **Resistencia a la carga puntual sobre fragmentos o núcleos de roca:**
  La resistencia a la carga puntual ($Is_{(50)}$), determinada según el procedimiento establecido por el grupo de trabajo sobre Revisión del Método de Ensayo de Carga Puntual (ver Referencia 6) debe ser mayor a diez (10) veces el nivel de esfuerzos al que va a estar sometida la estructura de gaviones, de acuerdo con lo establecido en el diseño de la misma.

El relleno debe ser efectuado de manera que los fragmentos de roca con tamaños más pequeños queden dispuestos en la parte central del gavión, y los fragmentos más grandes queden dispuestos en la parte exterior, en contacto con la canasta. En ningún caso los fragmentos de roca deben ser menores de 10 cm.

Cuando no se pueda disponer de material rocoso, pueden utilizarse sacos de polipropileno rellenos de suelo – cemento en proporción 3:1, los cuales se deben disponer dentro de la malla en reemplazo de los fragmentos de roca.

10. PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO

El terreno de fundación debe ser nivelado previo a la construcción de la estructura de gaviones, suprimiéndose las depresiones o salientes y los materiales sueltos u orgánicos que allí se encuentren. Sobre el terreno de fundación, cuando así se especifique, debe construirse una capa de material de fundación o una capa drenante con las características y espesores indicados en el diseño.

MGL

10.1. Armado de la Canasta

En el armado de la canasta se deben seguir los siguientes pasos:

1- Desplegar la canasta del gavión sobre el suelo.

2- Levantar las paredes laterales conformando el paralelepípedo que alojará el material de relleno.

3- Enlazar o coser las cuatro aristas verticales de la canasta empleando un alambre de la misma calidad y diámetro que el de la malla.

Cada unidad de gaviones puede estar dividida en dos o más celdas separadas por medio de diafragmas verticales ubicados transversalmente (Ver Figura Nº 2), los cuales proveen rigidez al gavión y le permiten conservar su forma regular durante el llenado. La longitud de las celdas formadas por los diafragmas no debe ser superior a 1.5 veces el ancho del gavión.

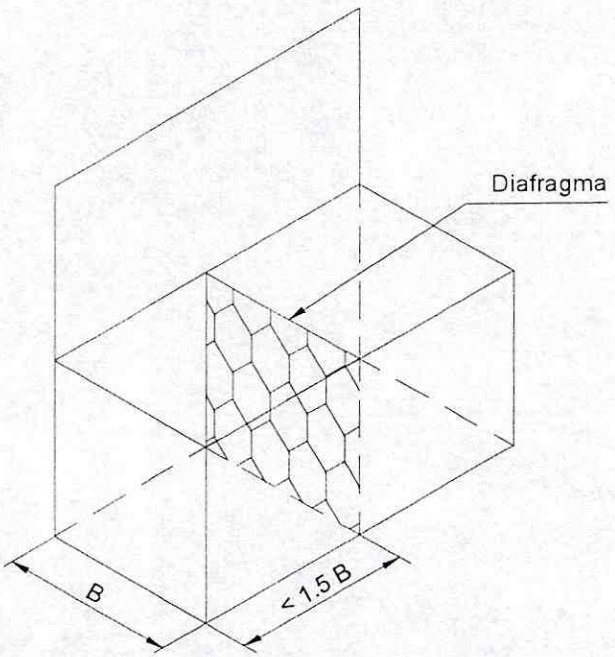


FIGURA Nº 2: GAVION CON DIAFRAGMA INTERIOR

MGL

10.2. Colocación del Gavión en su Sitio

Las canastas deben ser amarradas y llenadas en el sitio exacto donde han de quedar definitivamente, sin permitir ningún tipo de transporte de las mismas una vez se haya efectuado el relleno. Para la colocación de las canastas en su sitio se deben seguir los siguientes pasos:

1- Una vez ubicada la canasta en el sitio adecuado, se deben enlazar las aristas verticales de ésta con las aristas verticales de los gaviones vecinos.

2- Enseguida, se debe tensar la malla con una palanca o barra de hierro de modo que se garantice la regularidad del gavión (ver Figura Nº 3). La arista en la cual gire la tapa debe estar en contacto con el gavión anteriormente rellenado de forma que pueda ser cerrada por el espacio libre que deberá ocupar el gavión siguiente. Se puede utilizar formaleta de madera en las caras que no estén en contacto con otros gaviones, para tensar las caras de la canasta y facilitar su llenado.

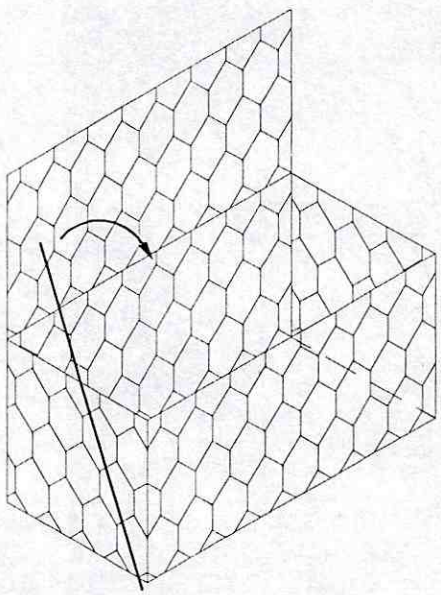


FIGURA Nº 3: TEMPLADO DE LA MALLA POR MEDIO DE UNA PALANCA

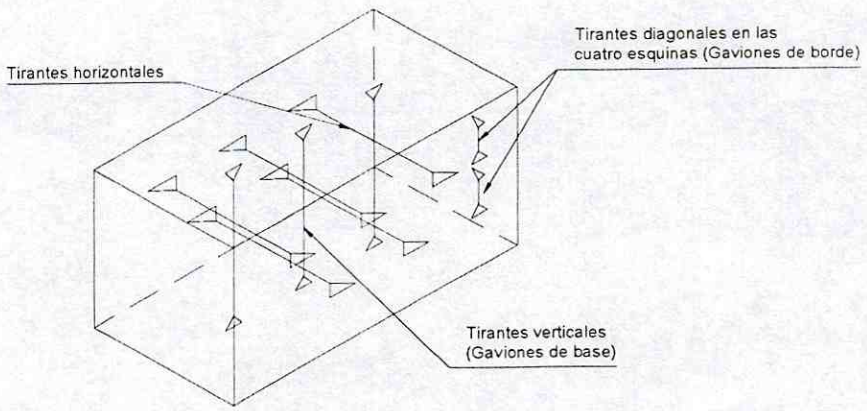
10.3. Llenado y Atirantado

La colocación de los fragmentos de roca o cantos rodados se hace a mano, colocando los de mayor tamaño en la parte exterior y los de menor tamaño en el interior, de tal forma que se obtenga una buena trabazón entre fragmentos, con un mínimo porcentaje de vacíos y con superficies de contacto entre gaviones, parejas y libres de entrantes o salientes. Se debe tener especial cuidado para no formar zonas

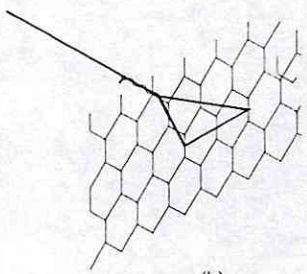
MGL

con gran acumulación de piedras pequeñas. En ningún caso se permite el llenado por medio de canalones o cualquier otro método que pueda producir una segregación de tamaños.
A medida que se adelanta el relleno del gavión se deben colocar tirantes transversales de alambre del mismo diámetro y calidad que el de la malla, dispuestos horizontalmente en los tercios medios de la altura en los gaviones de cuerpo, y en la mitad de la altura en los gaviones de base. Estos tirantes deben estar espaciados cada 50 cm en sentido horizontal procurando alternar la posición que ocupan los de una hilada, con la que ocupan los de la hilada inferior (ver Figura Nº 4(a)). La función de estos tirantes es vincular las caras opuestas del gavión con el propósito de evitar su deformación debido a la presión ejercida por el relleno.

En los gaviones de base, se deben colocar tirantes verticales que unan la base con la tapa. También se pueden colocar tirantes diagonales en las esquinas de los gaviones que ocupan los extremos de cada hilera. Se recomienda que los tirantes sean atados a la malla por ligaduras que abarquen varios alambres como se muestra en la Figura Nº 4 (b).



(a)
Tipos de tirantes



(b)
Detalle de la unión del tirante a la malla

FIGURA Nº 4: CARACTERISTICAS DE LOS TIRANTES

11. MEDIDA Y PAGO

Los gaviones se pagan por metro cubico. El precio unitario debe incluir todos los costos, directos e indirectos, por adecuación del sitio de emplazamiento, materiales, mano de obra, herramientas y equipos, y demás aspectos necesarios para la correcta ejecución de los trabajos.

12. BIBLIOGRAFIA

1. BAQUERO, Fernando; BARBOSA, Ricardo y PABON, Guillermo. Comportamiento de Gaviones. Proyecto de grado, Universidad Nacional de Colombia, Departamento de Ingeniería Civil. Bogotá. 1981.

2. BIANCHINI Ingeniero S.A. Empleo de los gaviones metálicos en las obras de protección de torrentes. Barcelona, 1971.

3. BIANCHINI Ingeniero S.A. Instrucciones prácticas para el montaje y ejecución de obras con gaviones metálicos, corazas y enrejados metálicos. Barcelona, 1975.

4. CIARLA, Massimo. Gabion weirs in water erosion control projects. Design & Construction criteria. International Erosion Control Association. Conference XVI: Erosion control, a challenge in our time. San Francisco, California. February 1985.

5. CONCREMALLA S.A. Gaviones. Catálogo Nº 7. Bogotá, 1975.

6. CORREA, Alvaro. Caracterización de rocas, Ensayos de Laboratorio. Sociedad Colombiana de Geotecnia, Universidad Nacional de Colombia. Santafé de Bogotá, Julio de 2000.

7. DEROY, J.M.; & QUEYROI,D. Experimento a tamaño natural de un gavión de tablestacas. Bolletin de Liaison des Laboratoires Routiers. Ponts et Chaussés, Nº 110. Paris, 1980.

8. ECOPETROL. Normas de Ingeniería de Oleoductos. Distrito de oleoductos. Bogotá, 1995.

9. FAO. Gaviones para proyectos hidráulicos. Revista Enfoques: Gaviones. Artículo publicado en http://www.fao.org. Diciembre de 1998.

10. Instituto Nacional de Vías. Normas de Ensayo de Materiales para Carreteras. Tomos I y II. Editorial Escuela Colombiana de Ingeniería. Bogotá, 1998.

11. Instituto Nacional de Vías. Especificaciones generales de construcción de carreteras . Articulo 681: Gaviones. Editorial Escuela Colombiana de Ingeniería. Bogotá, 1998.

12. MACCAFERRI Gabions International. An introduction to Maccaferri Gabions and Reno Mattress. Bologna, Italy. June, 1979.

13. MACCAFERRI Gabi□es do Brasil Ltda. Especificaciones de los gaviones caja en malla hexagonal. Enero de 1983.

14. MARSAL, R.J. Resistencia y compresibilidad de enrocamientos y gravas. Publicación Nº 306 del Instituto de Ingeniería. UNAM, México D.F., 1972. Compilado en: Contribuciones a la mecánica de los medios granulares, Comisión Federal de Electricidad. México D.F., 1980.

15. Ministerio de Agricultura - INDERENA. Obras en Gaviones. Dirección general de cuencas hidrográficas. Bogotá, 1974.

16. Ministerio de Obras Publicas. Construcción y uso de gaviones en obras de defensa. Bogotá, 1974.

17. SCHUSTER, Robert. Gabions in Highway Construction. Washington Departament of Highways. Transportation Research Board, Report 148.

18. Secretaría de Obras Públicas de Antioquia. Gaviones Metálicos. Tercera Edición. Medellín, Diciembre de 1974.

19. SOGHETA. Les Ouvrages en gabions. Traducción del Francés hecha por el INDERENA. Bogotá.

20. SUAREZ, Jaime. Diseño de Obras en Gaviones. Universidad Industrial de Santander. Bucaramanga, Febrero de 1983.

21. SUAREZ, Jaime. Estabilidad de Taludes en Zonas Tropicales, Cimientos y Diseño de Obras en Gaviones. Universidad Industrial de Santander. Bucaramanga, Abril de 1992.

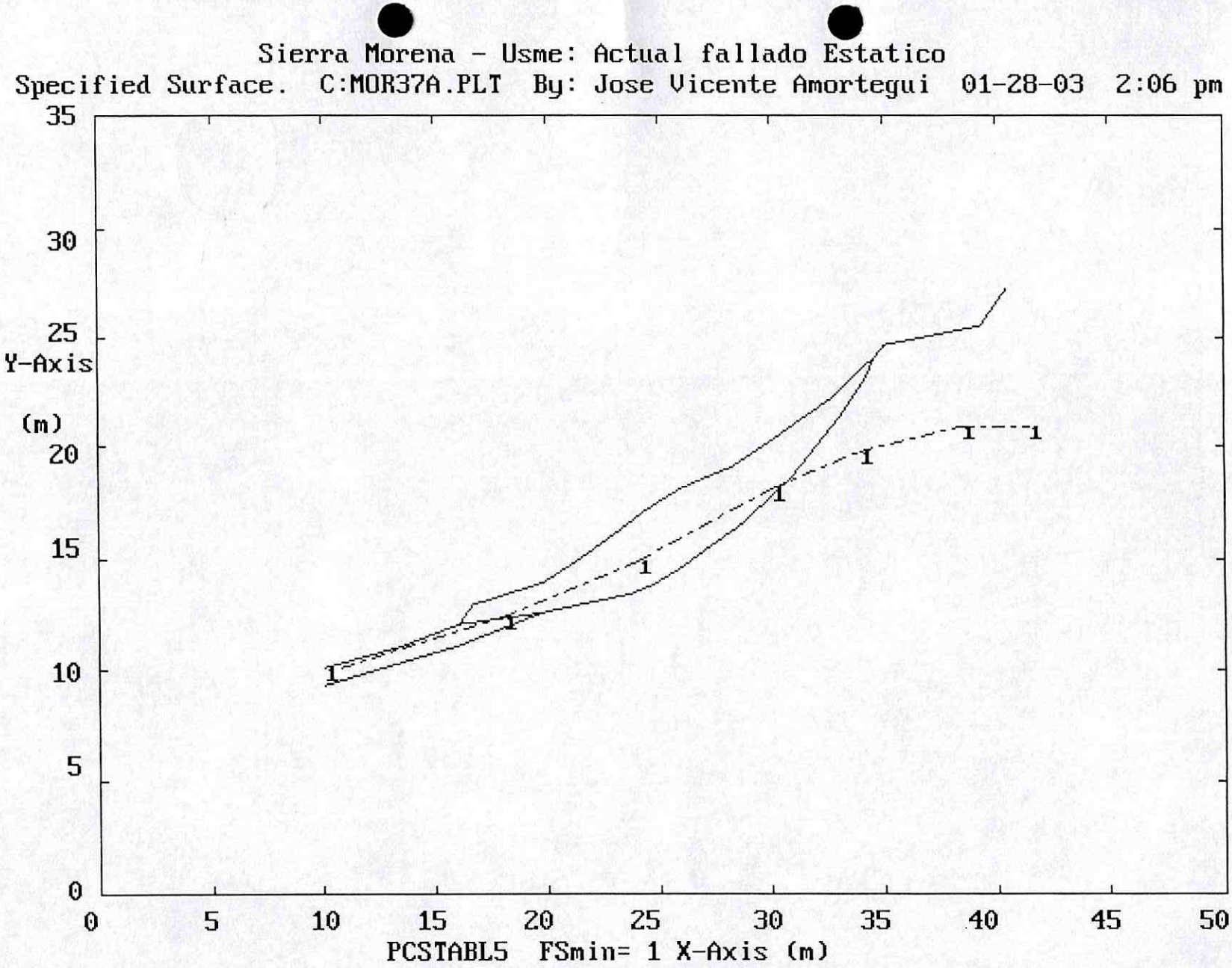
22. SUAREZ, Jaime. Manual de Ingeniería para el Control de Erosión. Corporación de Defensa de la Meseta de Bucaramanga, Universidad Industrial de Santander. Bucaramanga, Diciembre de 1992.

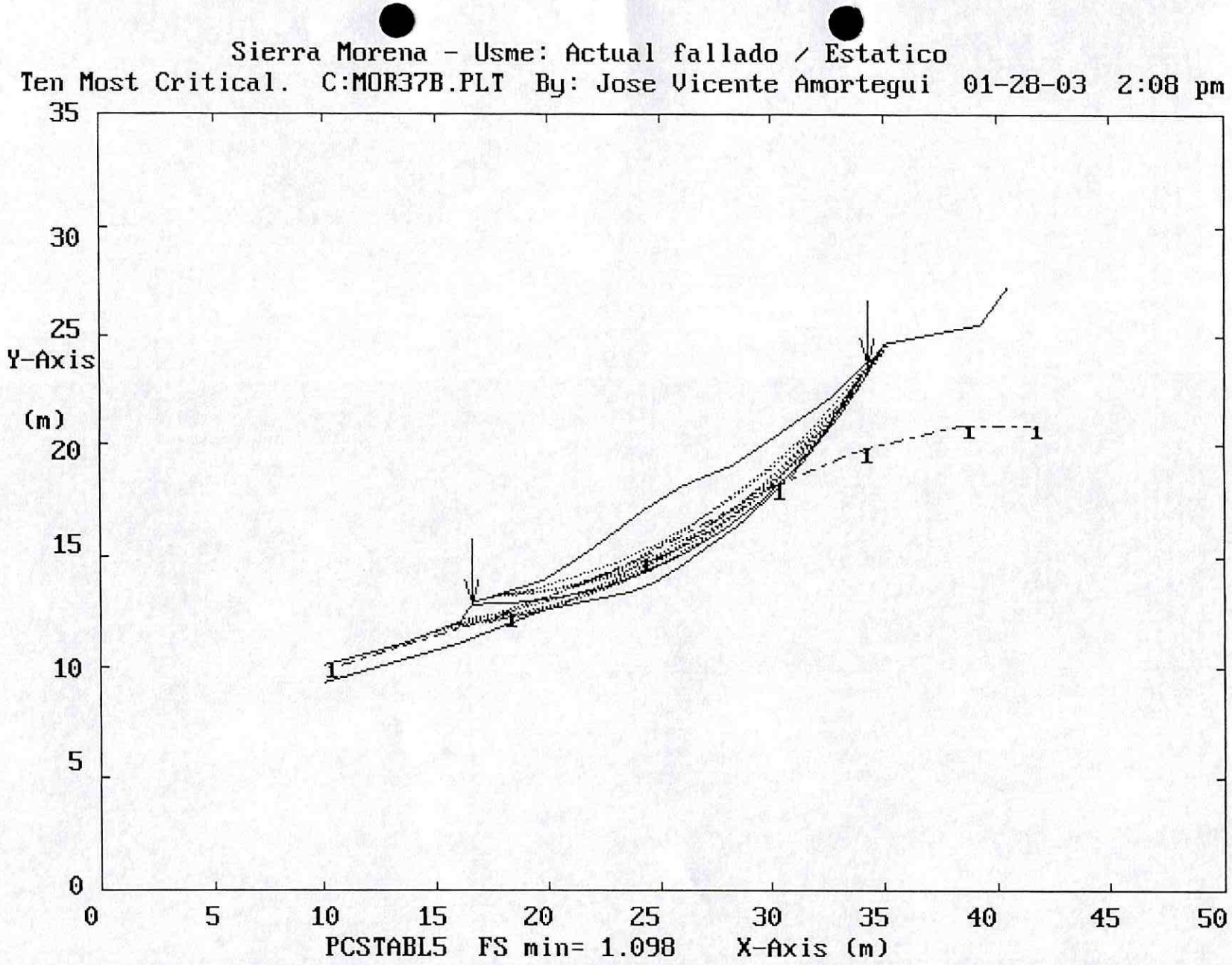
23. SUAREZ, Jaime. Deslizamientos, Estabilidad de Taludes en Zonas Tropicales. Instituto de investigación sobre erosión y deslizamientos. Bucaramanga, 1998.

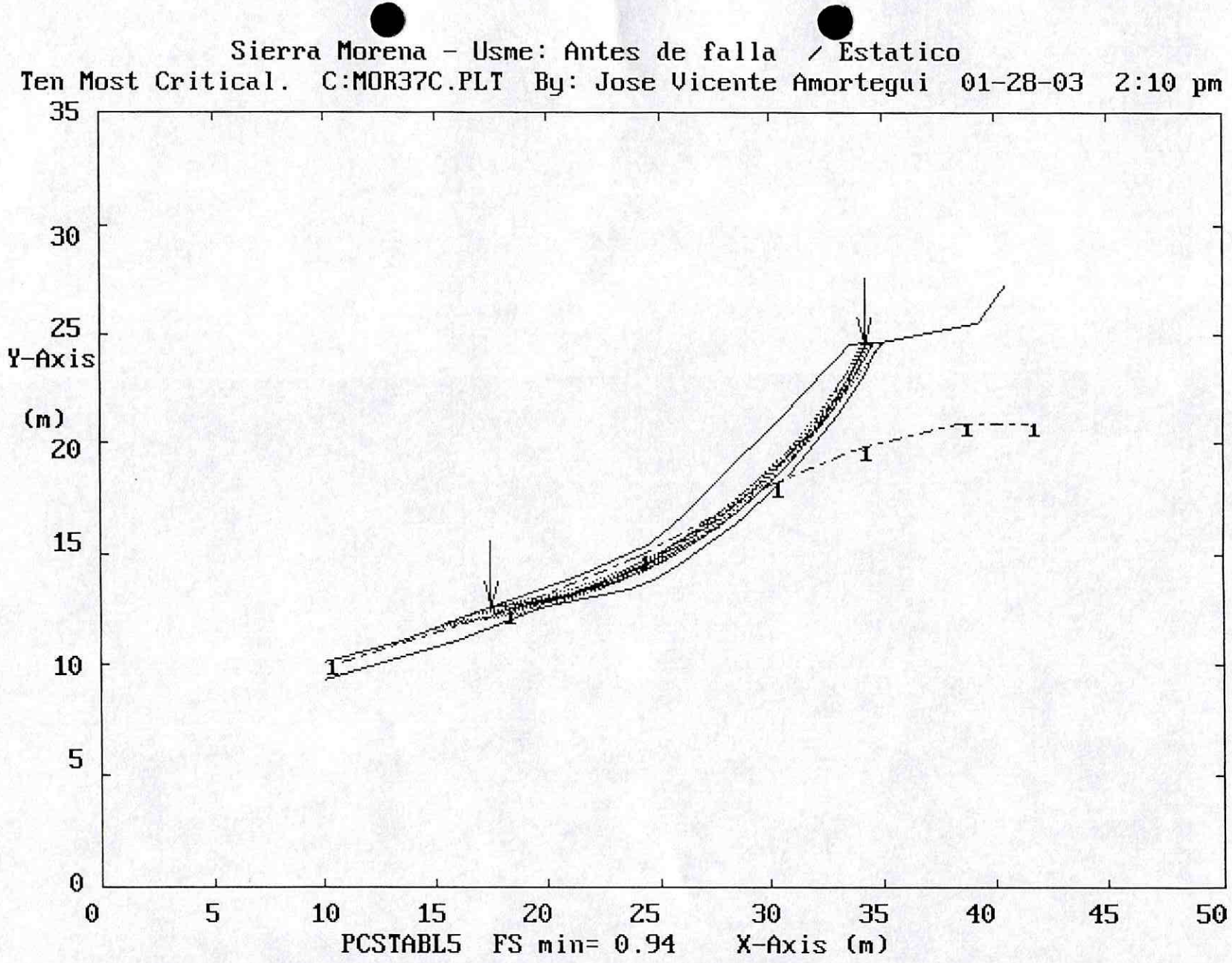
MGL

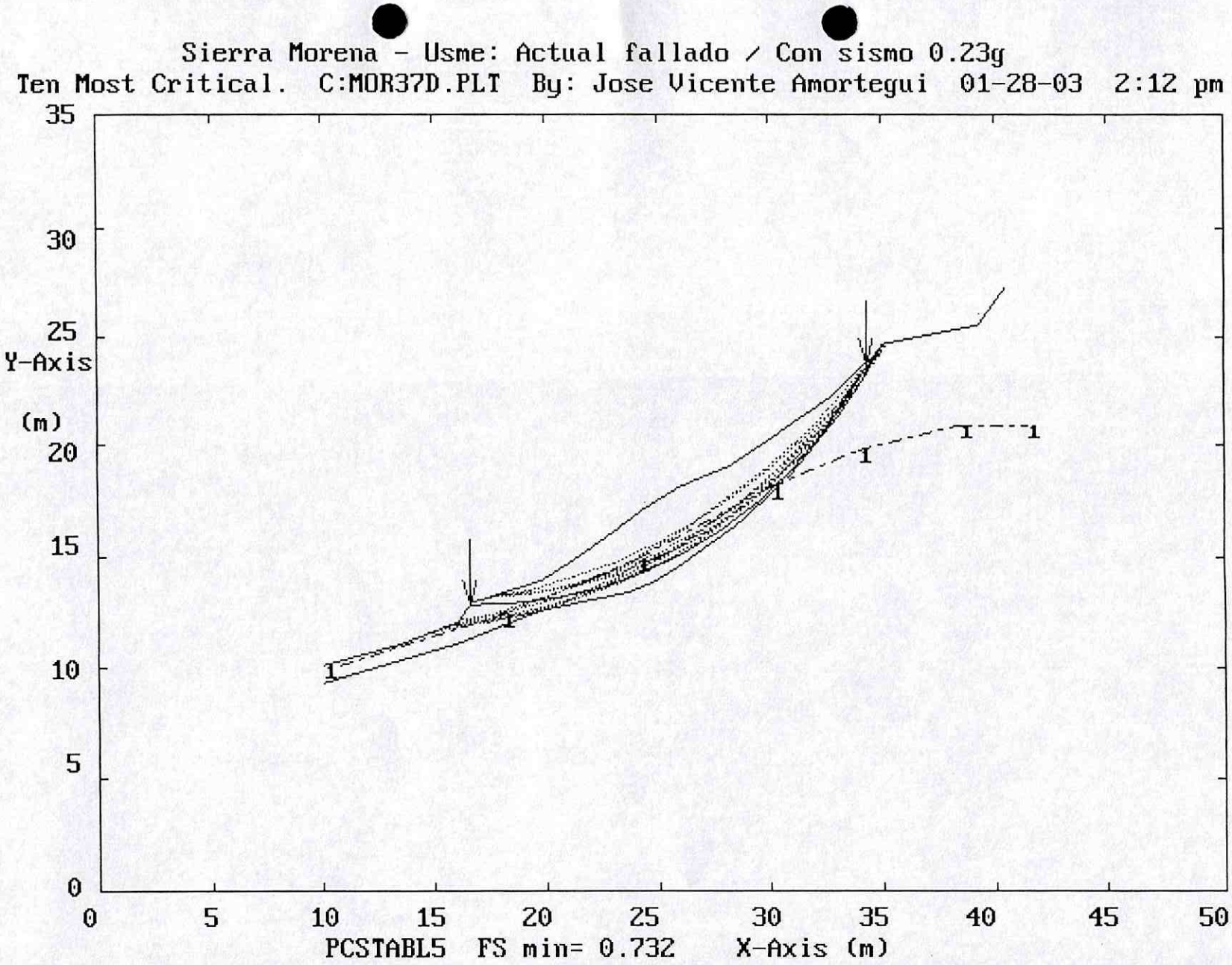
24. Terra Aqua Conservation. Bekaert Gabions. Division of Bekaert Steel Wire Corporation. Energy Way. Reno, Nevada, USA, 1972.

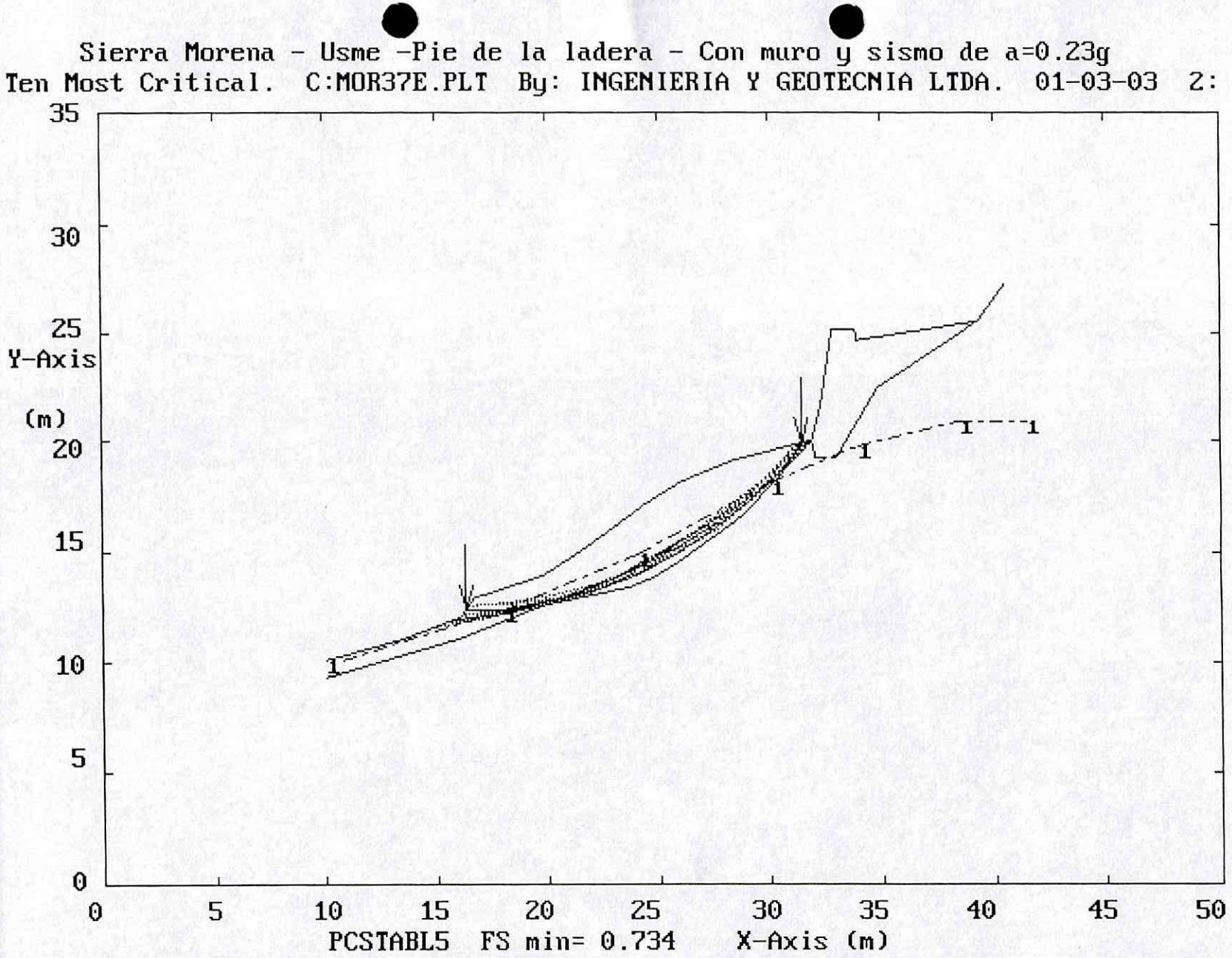
25. VILLEGAS B., Climaco. Traducción del Italiano del catálogo: Gabbioni Maccaferri. Bogotá, Marzo de 1971.

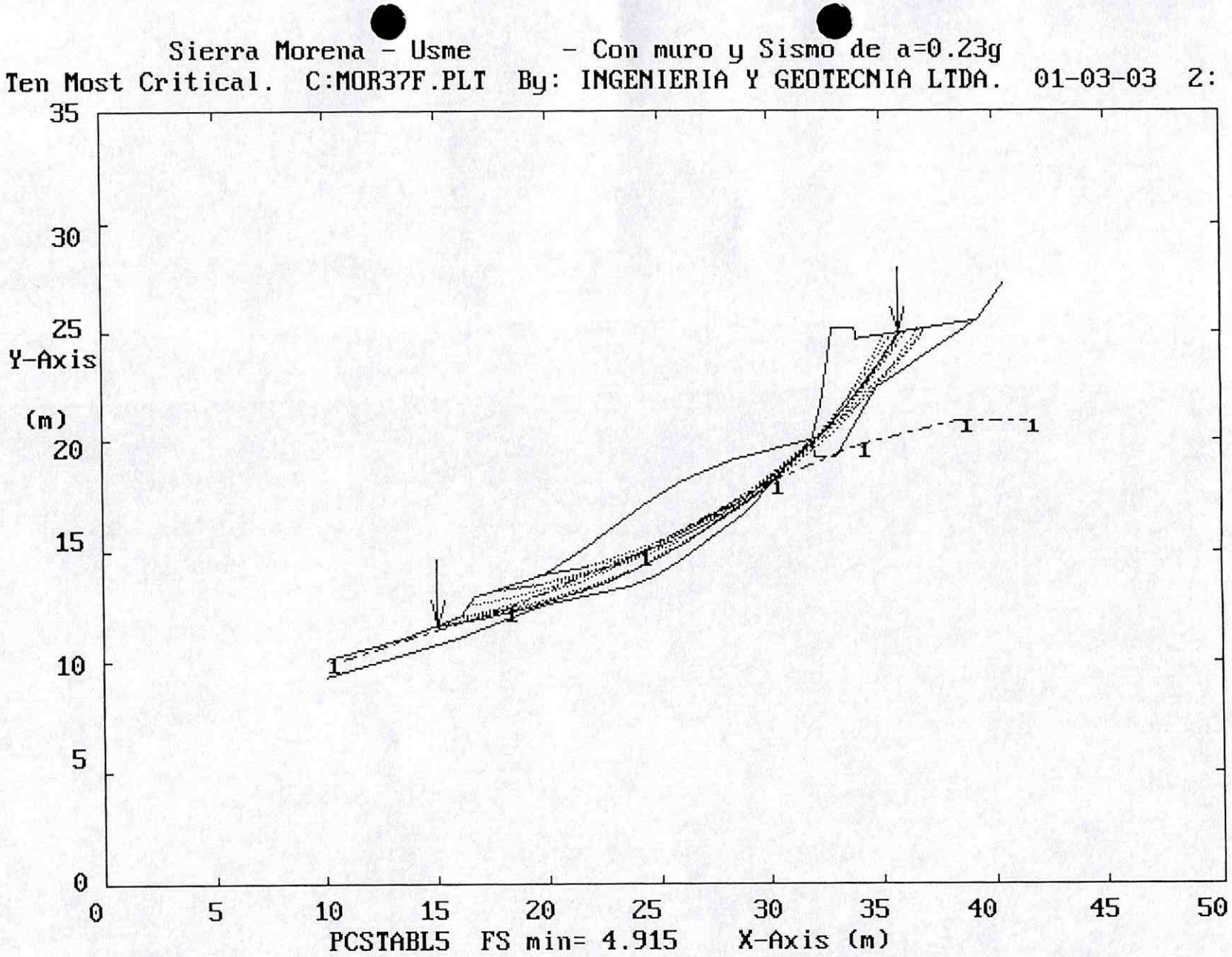

Sierra Morena - Usme: Actual fallado Estatico
Specified Surface. C:MOR37A.PLT By: Jose Vicente Amortegui 01-28-03 2:06 pm
35
30
25
Y-Axis
(m)
20
15
10
5
0
0
5
10
15
20
25
30
35
40
45
50
PCSTABL5 FSmin= 1 X-Axis (m)


Sierra Morena - Usme: Actual fallado / Estatico
Ten Most Critical. C:MOR37B.PLT By: Jose Vicente Amortegui 01-28-03 2:08 pm
Y-Axis
(m)
35
30
25
20
15
10
5
0
0
5
10
15
20
25
30
35
40
45
50
PCSTABL5 FS min= 1.098 X-Axis (m)

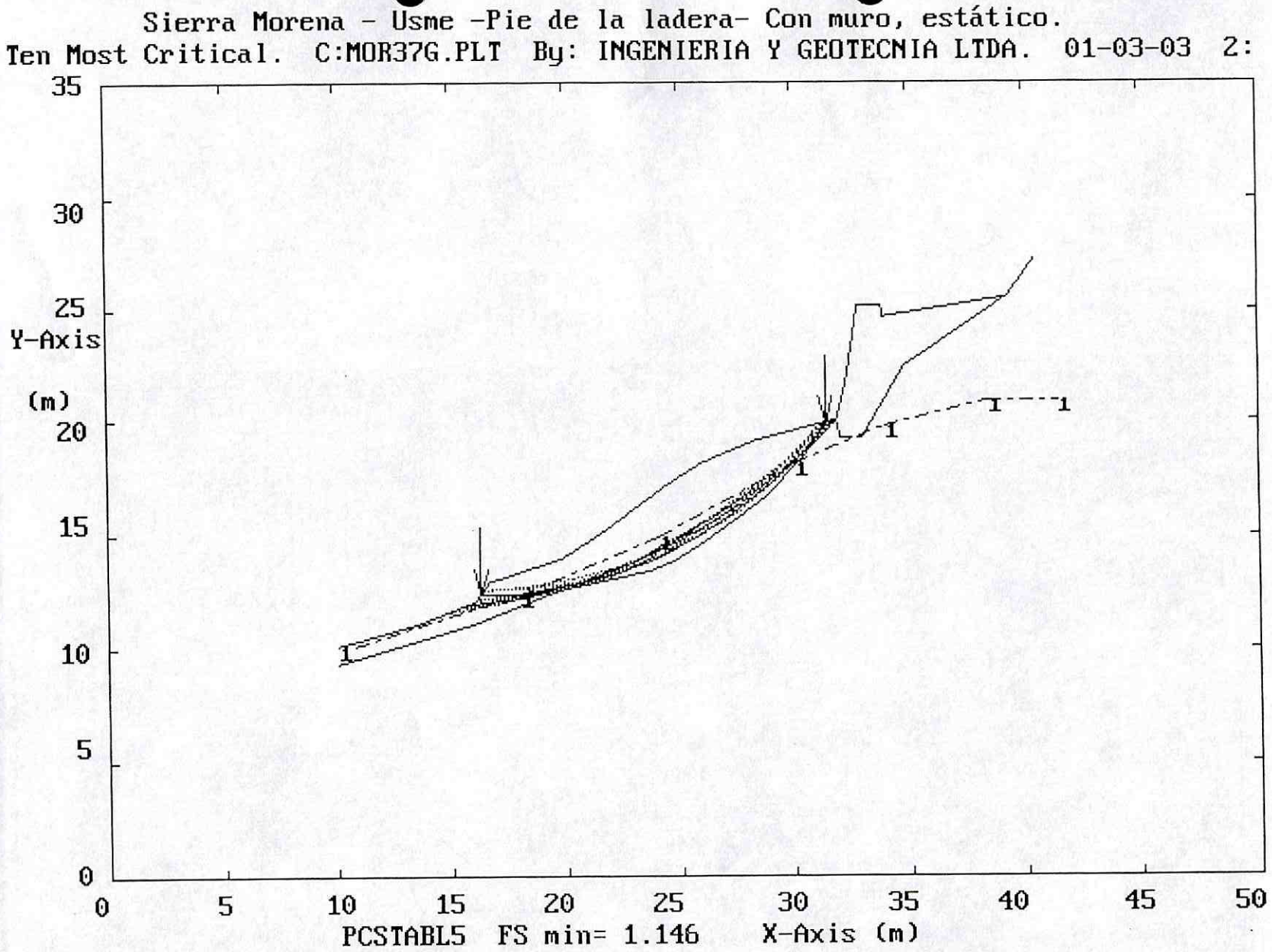

Sierra Morena - Usme: Antes de falla / Estatico
Ten Most Critical. C:MOR37C.PLT By: Jose Vicente Amortegui 01-28-03 2:10 pm
35
30
25
Y-Axis
(m)
20
15
10
5
0
0
5
10
15
20
25
30
35
40
45
50
PCSTABL5 FS min= 0.94
X-Axis (m)


Sierra Morena - Usme: Actual fallado / Con sismo 0.23g
Ten Most Critical. C:MOR37D.PLT By: Jose Vicente Amortegui 01-28-03 2:12 pm
Y-Axis
(m)
35
30
25
20
15
10
5
0
0
5
10
15
20
25
30
35
40
45
50
PCSTABL5 FS min= 0.732 X-Axis (m)


Sierra Morena - Usme -Pie de la ladera - Con muro y sismo de a=0.23g
Ten Most Critical. C:MOR37E.PLT By: INGENIERIA Y GEOTECNIA LTDA. 01-03-03 2:
35
30
25
Y-Axis
(m)
20
15
10
5
0
0
5
10
15
20
25
30
35
40
45
50
PCSTABL5 FS min= 0.734 X-Axis (m)


Sierra Morena - Usme - Con muro y Sismo de a=0.23g
Ten Most Critical. C:MOR37F.PLT By: INGENIERIA Y GEOTECNIA LTDA. 01-03-03 2:
35
30
25
Y-Axis
(m)
20
15
10
5
0
0
5
10
15
20
25
30
35
40
45
50
PCSTABL5 FS min= 4.915 X-Axis (m)

000025


Sierra Morena - Usme -Pie de la ladera- Con muro, estático.
Ten Most Critical. C:MOR37G.PLT By: INGENIERIA Y GEOTECNIA LTDA. 01-03-03 2:
35
30
25
Y-Axis
(m)
20
15
10
5
0
0
5
10
15
20
25
30
35
40
45
50
PCSTABL5 FS min= 1.146
X-Axis (m)

000026