L. MEZA ASOCIADOS SAC

MUNICIPALIDAD DE MIRAFLORES

PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE LIMA

ESTUDIO GEOLÓGICO - GEOTÉCNICO PARA LA RECONSTRUCCIÓN DEL MURO DEL MALECON DE LA BAJADA BALTA

MIRAFLORES

LIMA - 2012

ESTUDIO GEOLÓGICO - GEOTÉCNICO PARA LA RECONSTRUCCIÓN DEL MURO DEL MALECON DE LA BAJADA BALTA

1. GENERALIDADES

1.1. UBICACIÓN

El muro derrumbado se encuentra ubicado en la cuadra nueve del Malecón de la Bajada Balta.

1.2. CLIMA

Por la ubicación geográfica el distrito de Miraflores, le corresponde un Clima Tropical sin embargo debido a la presencia de las corriente de aguas frías (corriente de Humboldt) que no favorecen una mayor evaporación, las características climáticas cambian de tropicales a subtropicales con ambientes desérticos, áridos y semiáridos.

a. Precipitación pluvial

El distrito de Miraflores es afectada frecuentemente por las lloviznas, que suelen ser de larga duración, pero siempre es de poca densidad. En general, las lloviznas son precipitaciones uniformes, formadas sólo por gotas menores de 0,5 mm de diámetro, las que, debido a la pequeña velocidad de caída que tienen, parecen flotar en el aire, expuestas a ser arrastradas por el viento. En la estación de verano, ocasionalmente es afecta por presencia de lluvias, como producto del paso de humedad de la vertiente oriental.

b. Temperatura

Por otro lado, la capa de inversión térmica juega indirectamente un papel importante en el comportamiento de las temperaturas extremas del aire del sector del Miraflores debido a la cobertura o manto nuboso del tipo estrato, que es más notorio en la estación de invierno con presencia de lloviznas persistente, así, en estos meses el espesor de la capa de inversión es mayor y, consecuentemente, la temperatura máxima no supera los 20°C Contrariamente ocurre en el verano, donde predominan los cielos despejados y las temperaturas máximas sobrepasan los 24°C.

c. Humedad Relativa

La cantidad de vapor de agua que hay en el aire en cierto momento determina el grado de humedad que tiene el aire; éste puede ser expresado a través de términos como humedad absoluta, humedad específica, punto de rocío, presión que ejerce el vapor de agua y humedad relativa.

El vapor de agua de la atmósfera está casi siempre concentrado en las capas bajas de

Dirección: Jacarandá 773 – Surco
Telef.:2751867 / 2751786
Cel: 998673123

la tropósfera y normalmente, alrededor del 50 % del contenido total se encuentra por debajo de los 2 000 metros

Se puede mencionar que la humedad relativa, en términos generales, oscila entre los valores de 85% y 86%.

d. Evaporación

La evaporación esta en estrecha relación con la temperatura, pues de la intensidad de esta última depende la mayor o menor radiación calórica del suelo, la cual se manifiesta a través de la gasificación (evaporación) de la humedad retenida.

1.3. GEOMORFOLOGIA

En las inmediaciones del área de estudio se presentan las siguientes unidades geomorfológicas más representativas:

a. Terrazas aluviales antiguas.- Estas superficies sub horizontales se hallan con diferentes niveles y etapas de sedimentación, desde las más antiguas hasta las más recientes. Corresponde a los depósitos deyectivos del río Rímac, formado por estratos granulares subredondeados y de composición poligenética, en áreas de gran extensión, en la cual se encuentra ubicado el distrito de Miraflores, hacia la margen izquierda del río Rímac.

b. Borde litoral.- Se presenta hacia la playa marina, formando un cordón de material de cobertura de origen marino y aluvial.

1.4. GEOLÓGIA

El sector del Mirafloras comprende grandes terrazas aluviales que ocupa la parte baja de la Cuenca del río Rimac conocida como cono de deyección.
Los materiales de cobertura ocupan mayores extensiones y están representados por depósitos marinos y aluviales. Los depósitos marinos se distribuyen en la zona de litoral, están constituidos por granos de arena media a gruesa, y mantienen condiciones inestables por la escasa consistencia y por el contenido de sales.
El depósito de este sector configura los depósitos aluviales los cuales están constituidos limos y gravas con predominio de gravas, tienen cierta uniformidad y homogeneidad en el depósito.

La Geología, Geomorfología y los Procesos naturales de agentes externos, son los indicadores físicos que han controlado la evolución de la actual configuración física del cono deyectivo del río Rímac. Estos indicadores en algunos casos han representado una limitación y en otros una condición para el desarrollo de la actividad antrópica.

Dirección: Jacarandá 773 – Surco
Telef.:2751867 / 2751786
Cel: 998673123

1.5. ESTRATIGRAFÍA

1.5.1. Depósitos Fluvio-aluviales.-

Están conformados en general por gravas areno limosas con fragmentos rocosos subredondeados que se presentan depositados en toda el área del estudio, lo cual se corroboró con las calicatas exploratorias realizadas en la ladera del muro colapsado. Estos depósitos que son más antiguos tienen una mejor consolidación, que los depósitos fluviales más recientes que se encuentran en las partes aledañas del cauce actual del río Rímac.

1.5.2. Grupo Morro Solar

Se presenta hacia la parte de Chorrillos, lo conforman las siguientes Formaciones:
Formación Marcavilca, constituido por areniscas cuarcíticas de grano fino a medio; la Formación Herradura, consiste en una secuencia de estratos de areniscas gris verdosas con alternancia de delgadas capas de lutitas rojizas.
Formación Salto del Frayle, lo constituyen bancos de calizas con estratos de areniscas y horizontes volcánicos.

1.6. GEOTECNIA

Se puede indicar que la parte del área del muro derrumbado está conformada por una grava gruesa de origen aluvial de matriz predominante arenosa, medianamente compacta a compacta y con presencia de boleos y cantos rodados, estos materiales proceden en su mayor parte del delta del río Rímac.

El terreno superficial del área de este sector, es bastante variado: depósito aluvial hacia el continente, diferenciándose en función a su cercanía al litoral, encontrándose en esta parte baja del acantilado y hacia el litoral se encuentran depósitos marinos.

Para la evaluación del peligro sísmico a nivel de superficie del terreno, se considera que el factor de amplificación sísmica por efecto local del suelo en esta zona es S = 1.2 y el periodo natural del suelo es Ts = 0.6 s, correspondiendo a un suelo tipo 2 de la norma sismo-resistente peruana.

1.6.1. EVALUACIÓN Y ANÁLISIS GEOTÉCNICO

En el sector de Estudio se presenta un muro de ladrillo con mezcla de concreto, que ha sido derrumbado parcialmente.

En la parte lateral del muro colapsado y sobre el muro existente, la cimentación se expone superficialmente, hacia la ladera del Malecón Balta, debido posiblemente al proceso de erosión que existe a lo largo de toda la costanera.

La construcción del muro existente es antigua, por tal motivo existen refuerzos variados que se han construido en diferentes épocas para evitar que el muro existente también colapse.

Dirección: Jacarandá 773 – Surco
Telef.:2751867 / 2751786
Cel: 998673123

1.6.1.1. Clasificación Geotécnica de los Suelos

Para clasificar los suelos que conforman el talud del muro derrumbado se han realizado de acuerdo a las clasificaciones AASHTO y SUCS., obtenidas de los ensayos granulométricos y límites de consistencia.

CLASIFICACIÓN DE SUELOS		
	M1	M2
AASHTO	A-1-b(0)	A-1-a(0)
SUCS	GP	GP
DENSIDAD NATURAL		2.26
Clasificación Geotécnica	Grava pobremente graduada con arena	Grava pobremente graduada con arena

1.6.1.2. Inestabilidad de los taludes

Los taludes muestran cierto grado de inestabilidad, asociado visiblemente a condiciones externas, las cuales se analizan de acuerdo al modelamiento del Software Geotécnico y que muestran inestabilidad y las construcciones que están expuestas a un eventual desprendimiento del talud.

Asimismo, se observa la disposición de un muro existente del talud en suelo gravoso y que la base de la cimentación también está erosionada.

1.6.1.3. Capacidad de Carga para Cimentación de Muros

Con los resultados de los ensayos del suelo se ha calculado la carga admisible para la cimentación del nuevo muro, considerando seis alternativas de ancho de la zapata y profundidad de cimentación cuyos datos se indica a continuación:

	Unidad	**Alternativa 1**	**Alternativa 1A**	**Alternativa 2A**
Ancho	M	2.50	2.50	2.50
Largo	M	8.50	8.50	8.50
Profundidad	M	3.00	3.50	4.00
Capacidad Admisible de Carga	Kg/cm2	3.53	4.23	4.97
Asentamiento	Cm	1.75	2.10	2.47

Dirección: Jacarandá 773 – Surco
Telef.:2751867 / 2751786
Cel: 998673123

1.7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES:

- El área de estudio corresponde a la evaluación del Muro colapsado que se encuentra en el Malecon Balta.
- Los suelos del área de estudio corresponden a estratos arenosos con lentes de limos hacia la superficie y estratos de gravas conglomerádicas hacia la base del depósito del cono deyectivo, por corresponder a una terraza aluvial.
- Geotécnicamente, estos materiales corresponden a materiales de buena calidad como terreno de fundación para la cimentación, tomando en cuenta que la cimentación deberá realizarse a un metro como mínimo dentro de la superficie del talud natural.
- El muro ha colapsado por presentar una cimentación superficial, como se puede observar en las partes laterales del muro existente tal como se muestra en el panel fotográfico del presente Informe y por ser estructuralmente inadecuado.
- El empuje de las cargas producidos por el paso de vehículos pesados ha contribuido al colapso del muro.
- Con el objeto de analizar el comportamiento del talud del muro colapsado, se ha realizado el modelamiento geotécnico del talud usando el Método de Elementos Finitos para determinar el factor de seguridad y el grado de inestabilidad del sector afectado en tres secciones 0+040, 0+050 y 0+060, los mismos que se adjuntan en el anexo.
- Se recomienda construir un muro de contención adecuado y reemplazar el muro colapsado, para evitar el desconfinamiento del material que se presenta debajo de la calle del malecón Balta.
- El muro que se diseñe debe tener en cuenta que estéticamente corresponda al diseño del muro integral que debe adoptarse para la reparación de todo el Malecón Balta, el mismo que debe construirse en el futuro para evitar su posible colapso.
- El muro de protección actualmente en el Malecón Balta, ya presenta agrietamientos y no ofrecen garantía de posibles fallas en el futuro.
- Se recomienda efectuar un estudio geotécnico integral del muro existente para plantear las medidas preventivas de seguridad para su futura estabilidad.
- La capacidad de carga admisible para la cimentación del Muro se indica a continuación:

	Unidad	Alternativa 1	Alternativa 1A	Alternativa 2A
Ancho	M	2.50	2.50	2.50
Largo	M	8.50	8.50	8.50
Profundidad	M	3.00	3.50	4.00
Capacidad Admisible de Carga	Kg/cm2	3.53	4.23	4.97
Asentamiento	Cm	1.75	2.10	2.47

- Se recomienda realizar un estudio y evaluación del muro existente, para

Dirección: Jacarandá 773 – Surco
Telef.:2751867 / 2751786
Cel: 998673123

evitar su colapso.

1.8. PANEL FOTOGRÁFICO

Foto N°1.- Muro derrumbado hacia la Bajada Balta, en Miraflores, Lima.

Foto N°2.- Vista tomada del muro existente en la cual se observa que la cimentación está erosionada

Foto N°3.- El muro actual ya ha sido reforzado anteriormente con un contrafuerte de piedra emboquillada.

Foto N°4.- Se realizaron ensayos de suelos para determinar las características físico mecánicas del suelo..

Dirección: Jacarandá 773 – Surco
Telef.:2751867 / 2751786
Cel: 998673123

CAPACIDAD ADMISIBLE DE SUELOS

MUNICIPALIDAD DE MIRAFLORES

UBICACIÓN CIMENTACIÓN PARA MURO DERRUMBADO - 1

REALIZADO : Ing. A. Paredes
FECHA : 16 de Jujio del 2012

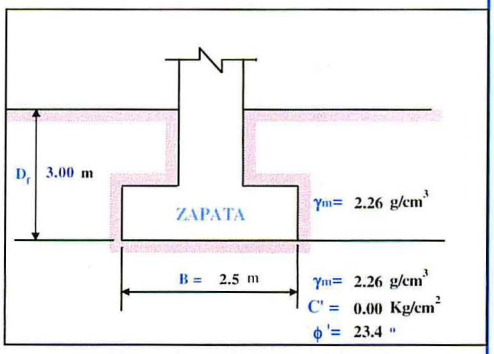
VERIFICACIÓN DE CIMENTACIÓN SUPERFICIAL

Cimentación Corrida

Tipo de suelo	GP		
Cohesión	C	= 0.00	Kg/cm²
Angulo de fricción	ϕ	= 33.0	°
Cohesión Corregida	C'	= 0.00	Kg/cm²
Angulo de fricción corregida	ϕ'	= 23.4	°
Peso unitario del suelo sobre el nivel de fundación	γm	= 2.26	g/cm³
Peso unitario del suelo bajo el nivel de fundación	γm	= 2.26	g/cm³
Ancho de la cimentación	B	= 2.50	m
Largo de la cimentación	L	= 8.50	m
Profundidad de la cimentación	Df	= 3.00	m
Factor de seguridad	FS	= 3.0	

$$q_{ult} = CN_C S_{Cf} d_c + \frac{1}{2}\gamma B S_\gamma N_\gamma d_\gamma C_{w1} + \gamma D_f S_q N_q d_q C_{w2}$$

Capacidad última de carga	qult	= 10.6	Kg/cm²
Capacidad admisible de carga	qadm	= 3.53	Kg/cm²



ASENTAMIENTO (S_i)

Cimentación Corrida

Presión neta aplicada	qest	= 3.53	Kg/cm²
Relación de Poisson	μ	= 0.2	
Módulo de Elasticidad	Es	= 500	Kg/cm²
Asentamiento permisible	Si (max)	= 2.5	cm
Ancho de la cimentación	B	= 2.5	m
Factor de forma	Is	= 0.723	m/m
Factor de profundidad	If	= 0.770	
Asentamiento en centro de Zapata flexible	Si	= 0.019	m
Asentamiento en centro de Zapata flexible	Si	= 1.89	cm
Asentamiento para Zapata rígida	Ser	= 1.75	cm

Correcto

$$S_i = \frac{q(\alpha B')(1-\mu^2)}{E_s} Is\ If$$

Dirección: Jacarandá 773 – Surco
Telef.:2751867 / 2751786
Cel: 998673123

CAPACIDAD ADMISIBLE DE SUELOS

MUNICIPALIDAD DE MIRAFLORES

UBICACIÓN CIMENTACIÓN PARA MURO DERRUMBADO - 1A

REALIZADO : Ing. A. Paredes
FECHA : 16 de Jujio del 2012

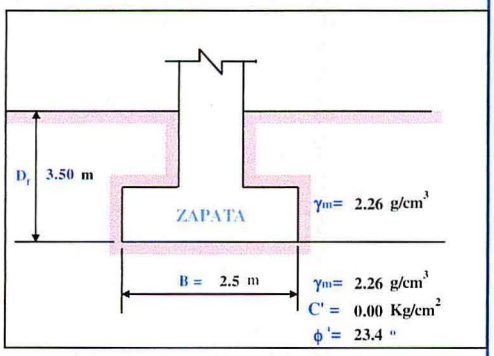
VERIFICACIÓN DE CIMENTACIÓN SUPERFICIAL

Cimentación Corrida

Tipo de suelo	GP			
Cohesión	C	=	0.00	Kg/cm^2
Angulo de fricción	ϕ	=	33.0	°
Cohesión Corregida	C'	=	0.00	Kg/cm^2
Angulo de fricción corregida	ϕ'	=	23.4	°
Peso unitario del suelo sobre el nivel de fundación	γ_m	=	2.26	g/cm^3
Peso unitario del suelo bajo el nivel de fundación	γ_m	=	2.26	g/cm^3
Ancho de la cimentación	B	=	2.50	m
Largo de la cimentación	L	=	8.50	m
Profundidad de la cimentación	Df	=	3.50	m
Factor de seguridad	FS	=	3.0	

$$q_{ult} = CN_C S_{C\gamma} d_c + \frac{1}{2}\gamma B S_\gamma N_\gamma d_\gamma C_{w1} + \gamma D_f S_q N_q d_q C_{w2}$$

Capacidad última de carga	q_{ult}	=	12.7	Kg/cm^2
Capacidad admisible de carga	q_{adm}	=	4.23	Kg/cm^2



ASENTAMIENTO (S_i)
Cimentación Corrida

Presión neta aplicada	qest	=	4.23	Kg/cm^2
Relación de Poisson	μ	=	0.2	
Módulo de Elasticidad	Es	=	500	Kg/cm^2
Asentamiento permisible	$S_{i\,(max)}$	=	2.5	cm
Ancho de la cimentación	B	=	2.5	m
Factor de forma	Is	=	0.723	m/m
Factor de profundidad	If	=	0.770	
Asentamiento en centro de Zapata flexible	S_i	=	0.023	m
Asentamiento en centro de Zapata flexible	S_i	=	2.26	cm
Asentamiento para Zapata rígida	Ser	=	2.10	cm

Correcto

$$S_i = \frac{q(\alpha B')(1-\mu^2)}{E_s} Is\ If$$

Dirección: Jacarandá 773 – Surco
Telef.:2751867 / 2751786
Cel: 998673123

CAPACIDAD ADMISIBLE DE SUELOS

MUNICIPALIDAD DE MIRAFLORES

UBICACIÓN CIMENTACIÓN PARA MURO DERRUMBADO - 2A

REALIZADO : Ing. A. Paredes
FECHA : 16 de Jujio del 2012

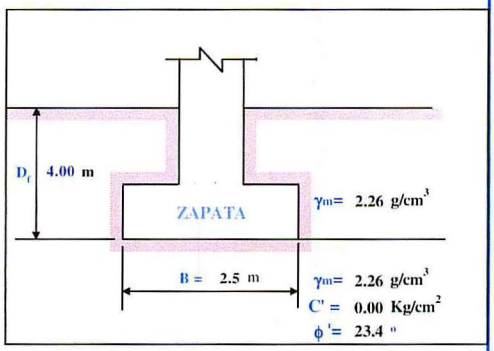
VERIFICACIÓN DE CIMENTACIÓN SUPERFICIAL

Cimentación Corrida

Tipo de suelo	GP			
Cohesión	C	=	0.00	Kg/cm^2
Angulo de fricción	ϕ	=	33.0	°
Cohesión Corregida	C'	=	0.00	Kg/cm^2
Angulo de fricción corregida	ϕ'	=	23.4	°
Peso unitario del suelo sobre el nivel de fundación	γ_m	=	2.26	g/cm^3
Peso unitario del suelo bajo el nivel de fundación	γ_m	=	2.26	g/cm^3
Ancho de la cimentación	B	=	2.50	m
Largo de la cimentación	L	=	8.50	m
Profundidad de la cimentación	Df	=	4.00	m
Factor de seguridad	FS	=	3.0	

$$q_{ult} = CN_C S_{C\gamma} d_i + \frac{1}{2}\gamma B S_\gamma N_\gamma d_\gamma C_{w1} + \gamma D_f S_q N_q d_q C_{w2}$$

Capacidad última de carga	q_{ult}	=	14.9	Kg/cm^2
Capacidad admisible de carga	q_{adm}	=	4.97	Kg/cm^2



ASENTAMIENTO (S_i)
Cimentación Corrida

Presión neta aplicada	qest	=	4.97	Kg/cm^2
Relación de Poisson	μ	=	0.2	
Módulo de Elasticidad	E_s	=	500	Kg/cm^2
Asentamiento permisible	$S_{i(max)}$	=	2.5	cm
Ancho de la cimentación	B	=	2.5	m
Factor de forma	Is	=	0.723	m/m
Factor de profundidad	If	=	0.770	
Asentamiento en centro de Zapata flexible	S_i	=	0.027	m
Asentamiento en centro de Zapata flexible	S_i	=	2.65	cm
Asentamiento para Zapata rígida	Ser	=	2.47	cm

Correcto

$$S_i = \frac{q(\alpha B')(1-\mu^2)}{E_s} Is\ If$$

4

Dirección: Jacarandá 773 – Surco
Telef.:2751867 / 2751786
Cel: 998673123

ING. LINDBERGH MEZA CARDENAS
Representante Legal

Sección Transversal de Oeste a Este Prog. 0+040

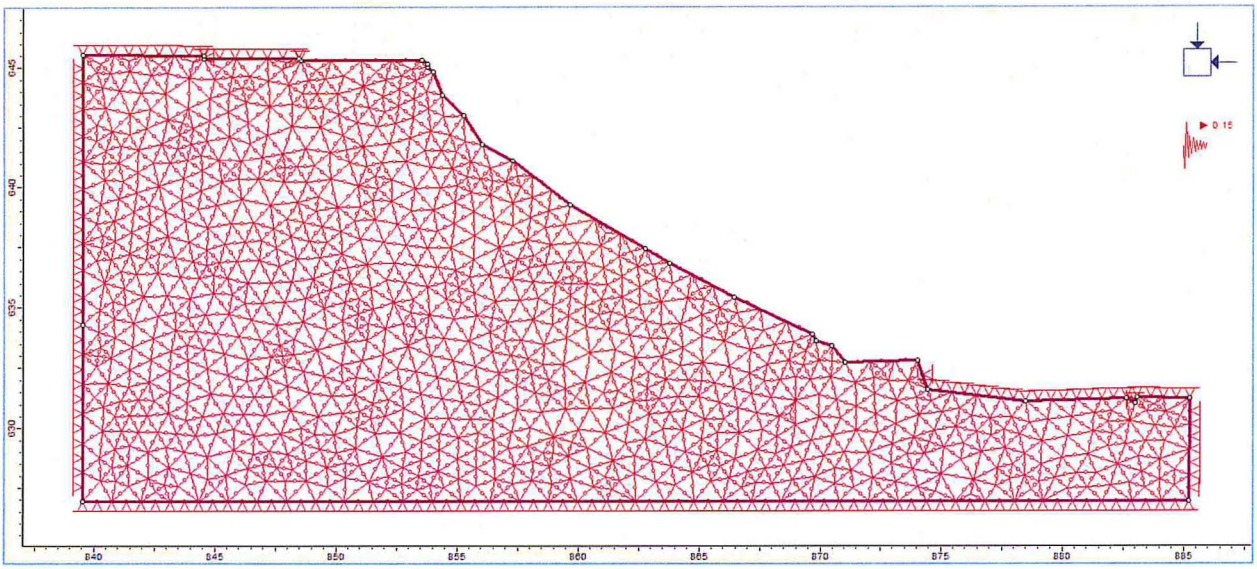


Figura 1.- Malla de elementos finitos para simulación de elementos finitos del talud del Malecón Balta

Sección Transversal de Oeste a Este Prog. 0+040

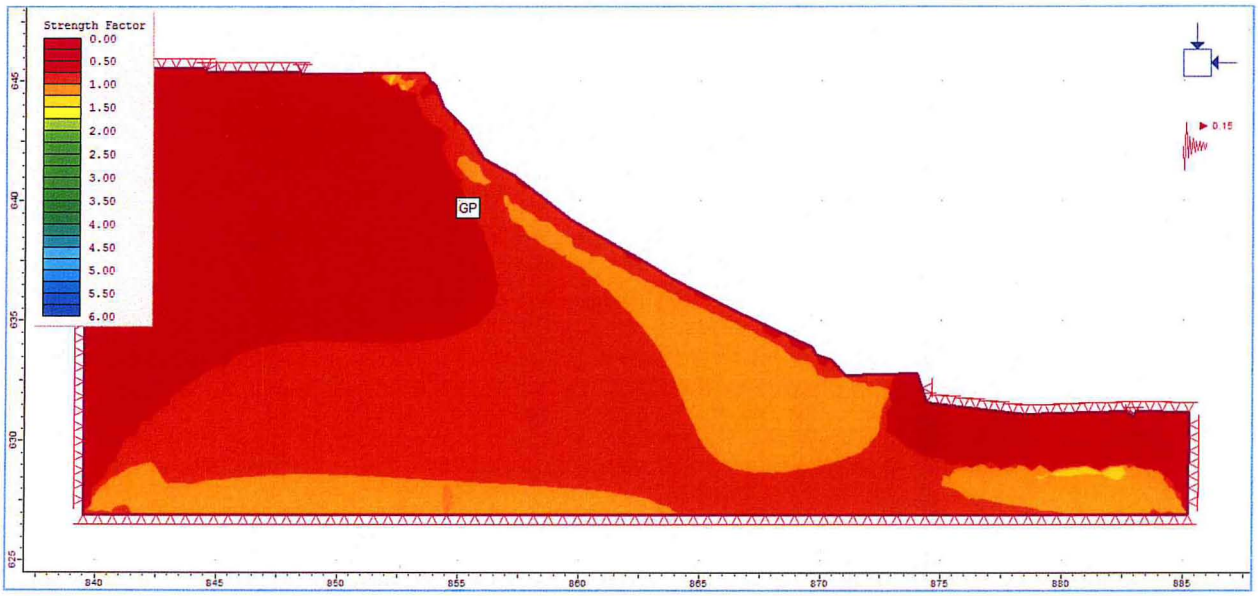


Figura 2.- Resultados de la simulación numérica mostrando las tendencias de la deformación del talud con el factor de seguridad en condiciones seudoestáticas.

Dirección: Jacarandá 773 – Surco
Telef.:2751867 / 2751786
Cel: 998673123

Sección Transversal de Oeste a Este Prog. 0+040

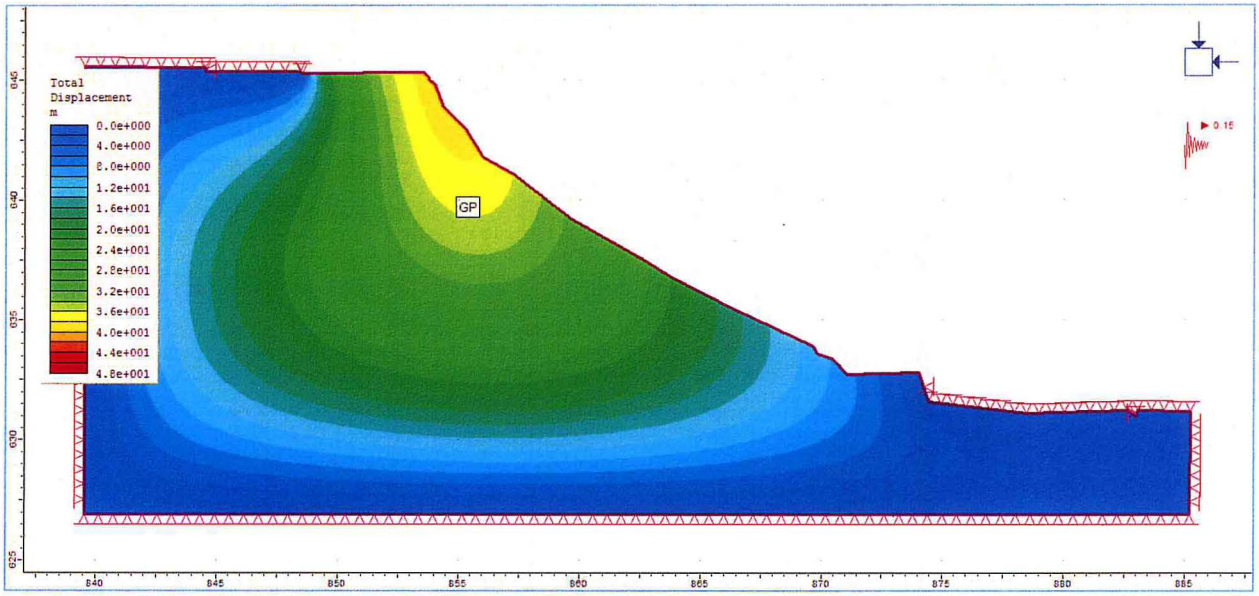


Figura 3.- Resultados de la simulación numérica mostrando las tendencias de la deformación y desplazamiento total del talud.

Phase2 Analysis Information

Document Name

0+40 MURO

Project Settings

General
- Project Title: Muro Miraflores
- Author: A. PAREDES
- Single stage model
- Analysis Type: Plane Strain
- Solver Type: Gaussian Elimination
- Units: Metric, stress as kPa

Stress Analysis
- Maximum Number of Iterations: 100
- Tolerance: 0.002
- Number of Load Steps: Automatic
- Convergence Type: Absolute Energy
- Tensile Failure: Reduces Shear Strength

Groundwater
- Method: Piezometric Lines

Dirección: Jacarandá 773 – Surco
Telef.:2751867 / 2751786
Cel: 998673123

Pore Fluid Unit Weight: 9.81 kN/m3
Strength Reduction
Inital Estimate of SRF: 1
Step Size: Automatic
Tolerance (SRF): 0.01
Limit SSR Search Area: No
Apply SSR to Mohr-Coulomb Tensile Strength: Yes
Convergence Parameters: User-Defined
Tolerance (Stress Analysis): 0.002
Maximum Number of Iterations: 100
Convergence Type: Square Root Energy

Field Stress

Field stress: gravity
Ground surface elevation: 0 m
Unit weight of overburden: 27 kN/m3
Total stress ratio (horizontal/vertical in-plane): 1
Total stress ratio (horizontal/vertical out-of-plane): 1
Locked-in horizontal stress (in-plane): 0
Locked-in horizontal stress (out-of-plane): 0

Seismic Loading

Horizontal seismic load coefficient: 0.15 (positive to the right)
Vertical seismic load coefficient: 0 (positive up)
Seismic load applied in: Stage 1

Mesh

Mesh type: uniform
Element type: 6 noded triangles
Number of elements: 1740
Number of nodes: 3591

Mesh Quality

15 of 1740 Elements (0.9 % of elements) are poor quality elements
0 of 1740 Elements (0.0 % of elements) are poor quality elements because of the side length ratio
7 of 1740 Elements (0.4 % of elements) are poor quality elements because of the minimum interior angle
14 of 1740 Elements (0.8 % of elements) are poor quality elements because of the maximum interior angle
(elements can be of poor quality for more than one reason)

Mesh Quality Statistics
The worst element has (ratio = 4.54), (min angle = 9.01) (max angle = 155.23)
10.0% of elements have: (ratios > 1.6), (min angles < 38.1) (max angles > 88.1)
20.0% of elements have: (ratios > 1.5), (min angles < 42.2) (max angles > 80.9)
30.0% of elements have: (ratios > 1.4), (min angles < 45.1) (max angles > 76.8)
40.0% of elements have: (ratios > 1.3), (min angles < 47.2) (max angles > 74.1)
50.0% of elements have: (ratios > 1.3), (min angles < 48.9) (max angles > 72.1)
60.0% of elements have: (ratios > 1.2), (min angles < 50.3) (max angles > 70.2)
70.0% of elements have: (ratios > 1.2), (min angles < 51.7) (max angles > 68.5)

Dirección: Jacarandá 773 – Surco
Telef.:2751867 / 2751786
Cel: 998673123

80.0% of elements have: (ratios > 1.2), (min angles < 53.1) (max angles > 67.1)
90.0% of elements have: (ratios > 1.1), (min angles < 54.6) (max angles > 65.5)
100.0% of elements have: (ratios > 1.1), (min angles < 56.3) (max angles > 63.5)

Poor quality elements are those with:
(maximum side length) / (minimum side length) > 10.00
Minimum interior angle < 20.0 degrees
Maximum interior angle > 120.0 degrees

Material Properties

Material: GP
Initial element loading: field stress & body force
Unit weight: 22.6 kN/m3
Elastic type: isotropic
Young's modulus: 50 kPa
Poisson's ratio: 0.2
Failure criterion: Mohr-Coulomb
Tensile strength: 0 kPa
Peak friction angle: 33 degrees
Peak cohesion: 0 kPa
Material type: Elastic
Piezo to use: None
Ru value: 0

Dirección: Jacarandá 773 – Surco
Telef.:2751867 / 2751786
Cel: 998673123

Seción Transversal de Oeste a Este Prog 0+050

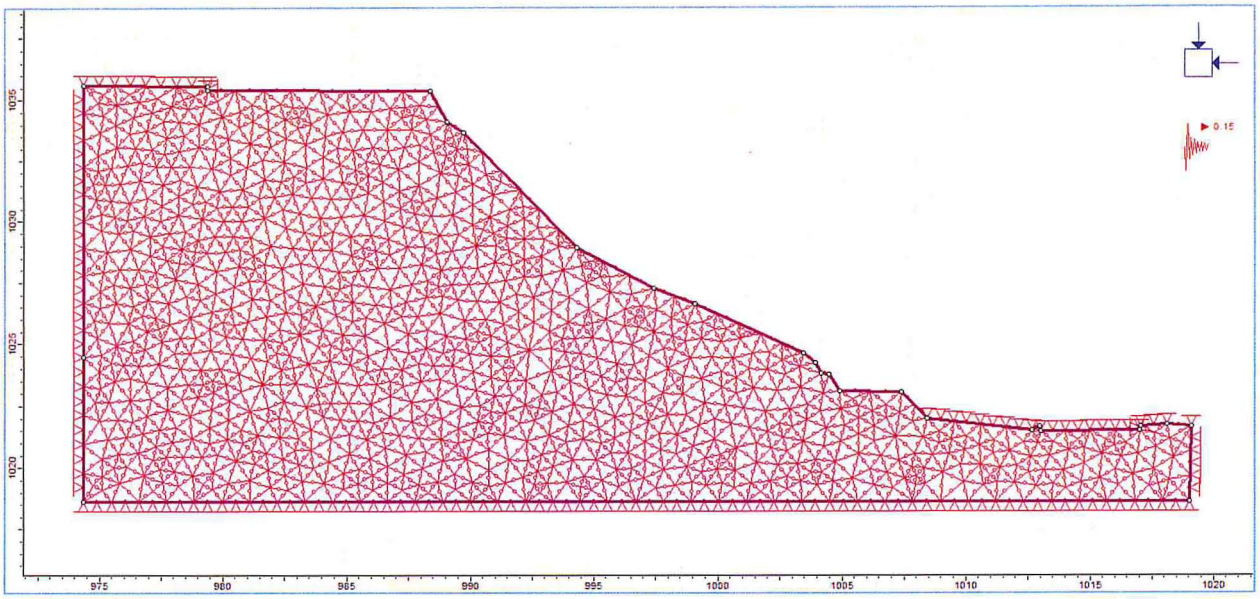


Figura 1.- Malla de elementos finitos para simulación de elementos finitos del talud del Malecón Balta

Sección Transversal de Oeste a Este Prog. 0+050

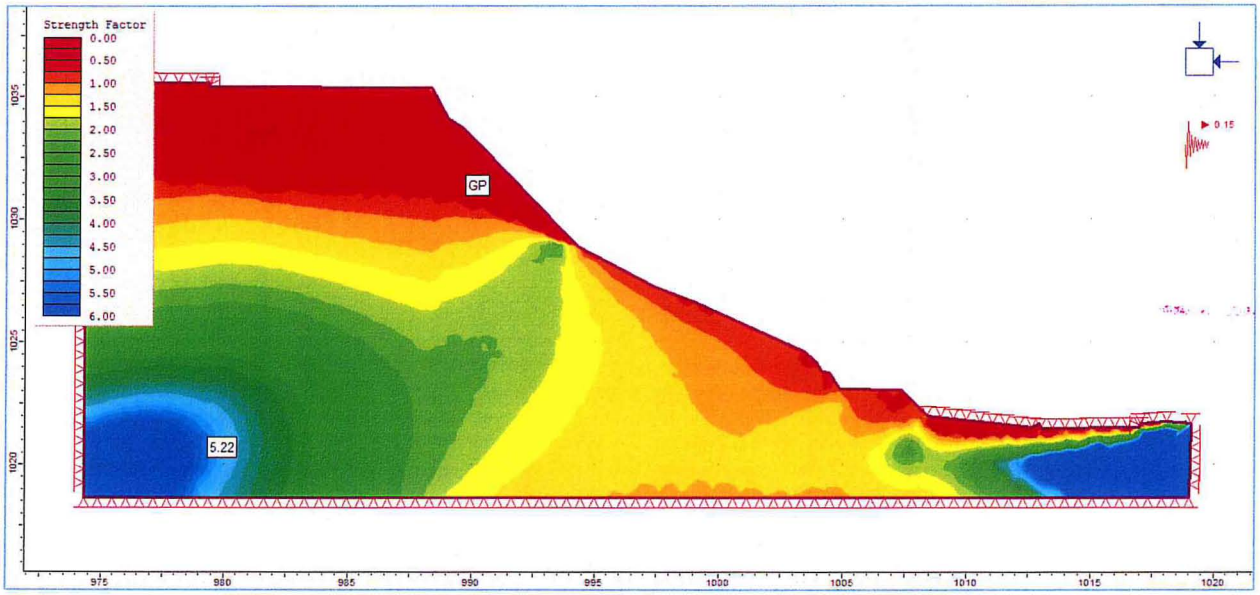


Figura 2.- Resultados de la simulación numérica mostrando las tendencias de la deformación del talud con el factor de seguridad en condiciones seudoestáticas.

Dirección: Jacarandá 773 – Surco
Telef.:2751867 / 2751786
Cel: 998673123

Sección Transversal de Oeste a Este Prog. 0+050

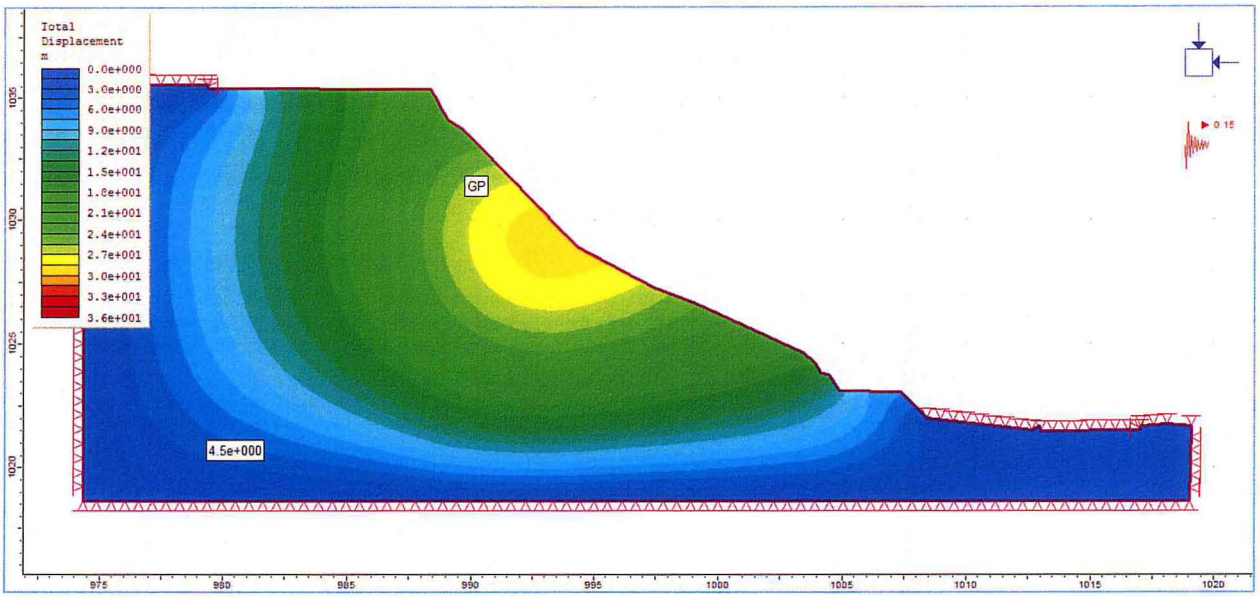


Figura 3.- Resultados de la simulación numérica mostrando las tendencias de la deformación y desplazamiento total del talud.

Sección Transversal de Oeste a Este Prog. 0+050

Dirección: Jacarandá 773 – Surco
Telef.:2751867 / 2751786
Cel: 998673123

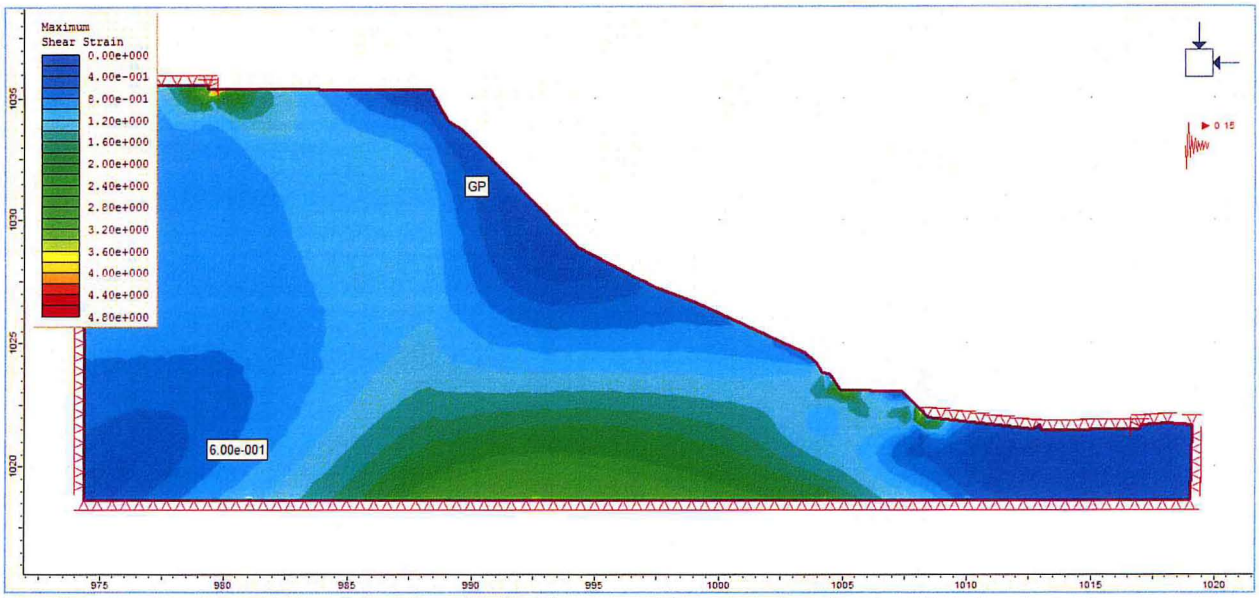


Figura 4.- Resultados de la simulación numérica mostrando las tendencias de deformaciones de la máxima tensión de rotura del talud

v *Phase2 Analysis Information*

Document Name

0+050 MURO

Project Settings

General
- Project Title: SECCION MURO MIRAFLORES 0+50
- Author: PAREDES
- Single stage model
- Analysis Type: Plane Strain
- Solver Type: Gaussian Elimination
- Units: Metric, stress as kPa

Stress Analysis
- Maximum Number of Iterations: 500
- Tolerance: 0.001
- Number of Load Steps: Automatic
- Convergence Type: Absolute Energy
- Tensile Failure: Reduces Shear Strength

Groundwater
- Method: Piezometric Lines
- Pore Fluid Unit Weight: 9.81 kN/m3

Strength Reduction
- Inital Estimate of SRF: 1
- Step Size: Automatic
  - Tolerance (SRF): 0.01
- Limit SSR Search Area: No
- Apply SSR to Mohr-Coulomb Tensile Strength: Yes
- Convergence Parameters: User-Defined

Dirección: Jacarandá 773 – Surco
Telef.:2751867 / 2751786
Cel: 998673123

Tolerance (Stress Analysis): 0.002
Maximum Number of Iterations: 100
Convergence Type: Square Root Energy

Field Stress

Field stress: gravity
Using actual ground surface
Total stress ratio (horizontal/vertical in-plane): 1
Total stress ratio (horizontal/vertical out-of-plane): 1
Locked-in horizontal stress (in-plane): 0
Locked-in horizontal stress (out-of-plane): 0

Seismic Loading

Horizontal seismic load coefficient: 0.15 (positive to the right)
Vertical seismic load coefficient: 0 (positive up)
Seismic load applied in: Stage 1

Mesh

Mesh type: uniform
Element type: 6 noded triangles
Number of elements: 1869
Number of nodes: 3850

Mesh Quality

8 of 1869 Elements (0.4 % of elements) are poor quality elements
0 of 1869 Elements (0.0 % of elements) are poor quality elements because of the side length ratio
4 of 1869 Elements (0.2 % of elements) are poor quality elements because of the minimum interior angle
6 of 1869 Elements (0.3 % of elements) are poor quality elements because of the maximum interior angle
(elements can be of poor quality for more than one reason)

Mesh Quality Statistics
The worst element has (ratio = 4.36), (min angle = 11.94) (max angle = 144.67)
10.0% of elements have: (ratios > 1.6), (min angles < 38.6) (max angles > 88.4)
20.0% of elements have: (ratios > 1.4), (min angles < 42.3) (max angles > 81.0)
30.0% of elements have: (ratios > 1.4), (min angles < 44.7) (max angles > 77.5)
40.0% of elements have: (ratios > 1.3), (min angles < 46.4) (max angles > 75.0)
50.0% of elements have: (ratios > 1.3), (min angles < 47.9) (max angles > 73.1)
60.0% of elements have: (ratios > 1.3), (min angles < 49.3) (max angles > 71.0)
70.0% of elements have: (ratios > 1.2), (min angles < 50.9) (max angles > 69.4)
80.0% of elements have: (ratios > 1.2), (min angles < 52.2) (max angles > 67.9)
90.0% of elements have: (ratios > 1.1), (min angles < 53.8) (max angles > 66.4)
100.0% of elements have: (ratios > 1.1), (min angles < 55.7) (max angles > 64.1)

Poor quality elements are those with:
(maximum side length) / (minimum side length) > 10.00
Minimum interior angle < 20.0 degrees
Maximum interior angle > 120.0 degrees

Dirección: Jacarandá 773 – Surco
Telef.:2751867 / 2751786
Cel: 998673123

Material Properties

Material: GP
Initial element loading: field stress & body force
Unit weight: 22.6 kN/m3
Elastic type: isotropic
Young's modulus: 50 kPa
Poisson's ratio: 0.2
Failure criterion: Mohr-Coulomb
Tensile strength: 0 kPa
Peak friction angle: 33 degrees
Peak cohesion: 0 kPa
Material type: Elastic
Piezo to use: None
Ru value: 0

Dirección: Jacarandá 773 – Surco
Telef.:2751867 / 2751786
Cel: 998673123

Sección Transversal de Oeste a Este Prog. 0+060

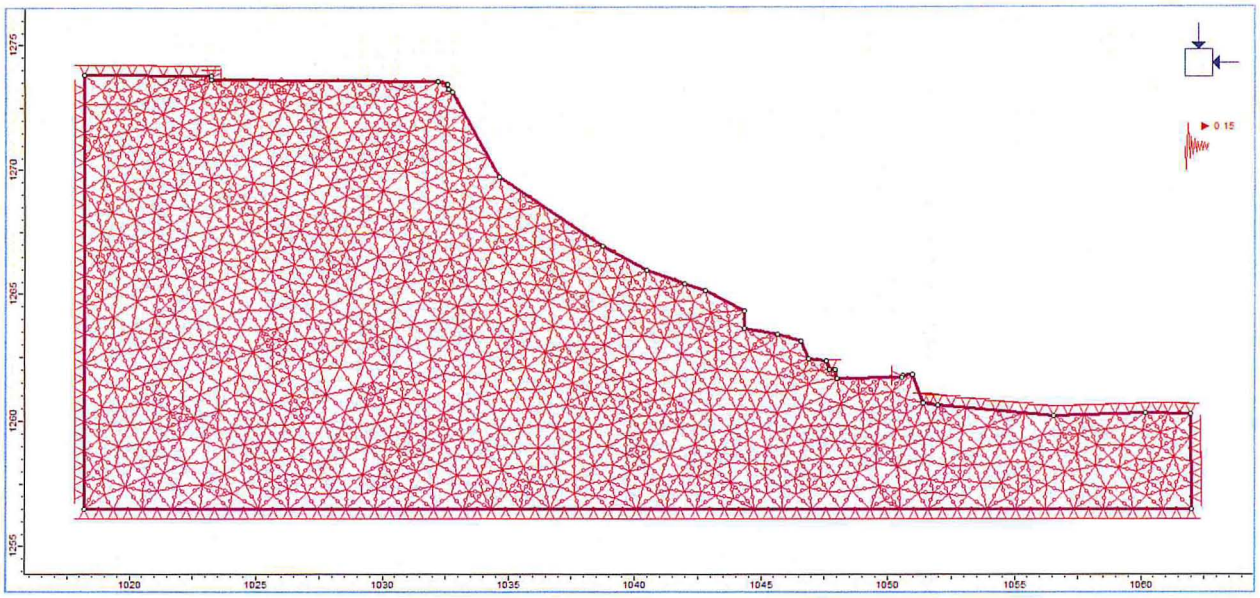


Figura 1.- Malla de elementos finitos para simulación de elementos finitos del talud del Malecón Balta

Sección Transversal de Oeste a Este Prog. 0+060

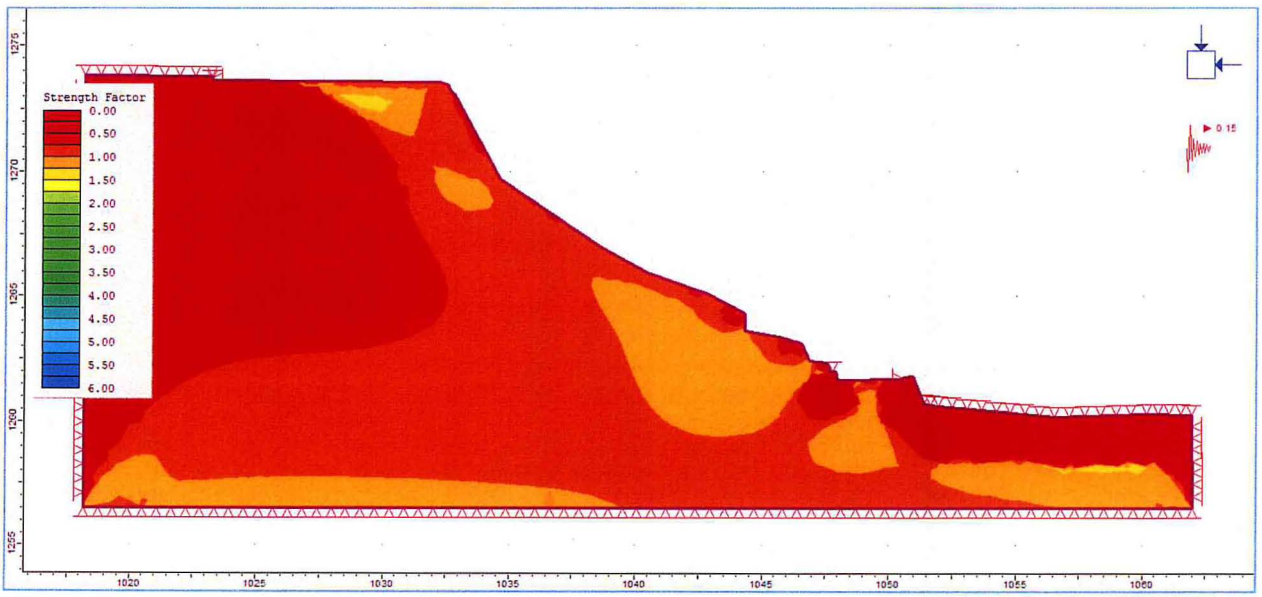


Figura 2.- Resultados de la simulación numérica mostrando las tendencias de la deformación del talud con el factor de seguridad en condiciones seudoestáticas

Dirección: Jacarandá 773 – Surco
Telef.:2751867 / 2751786
Cel: 998673123

Sección Transversal de Oeste a Este Prog. 0+060

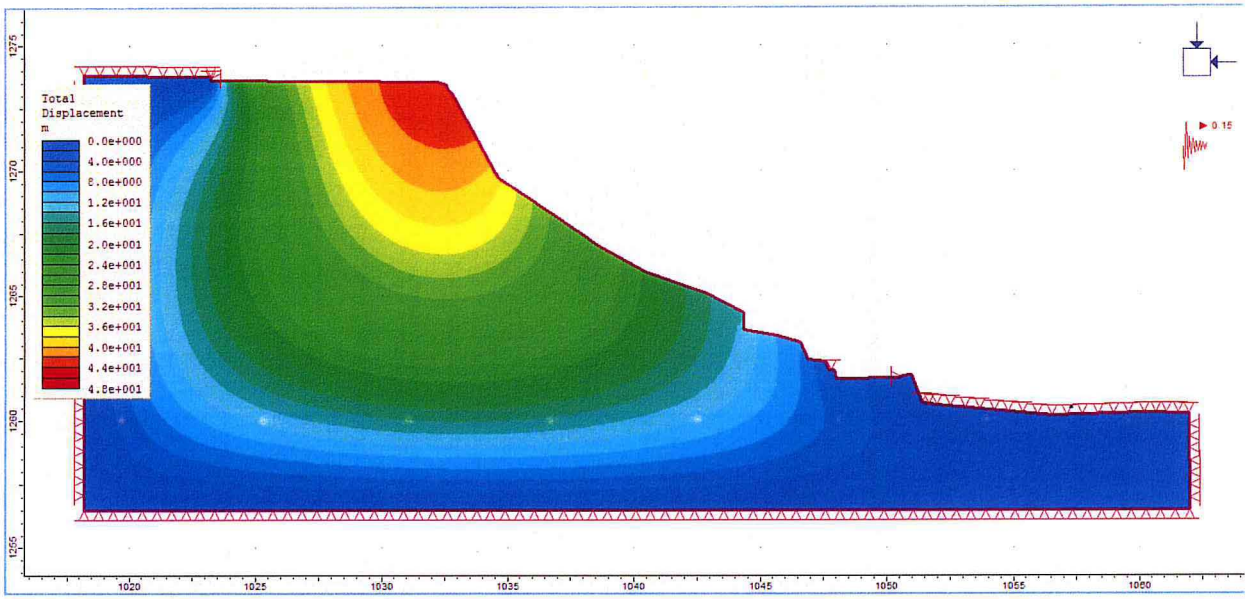


Figura 3.- Resultados de la simulación numérica mostrando las tendencias de la deformación y desplazamiento total del talud.

Sección Transversal de Oeste a Este Prog. 0+060

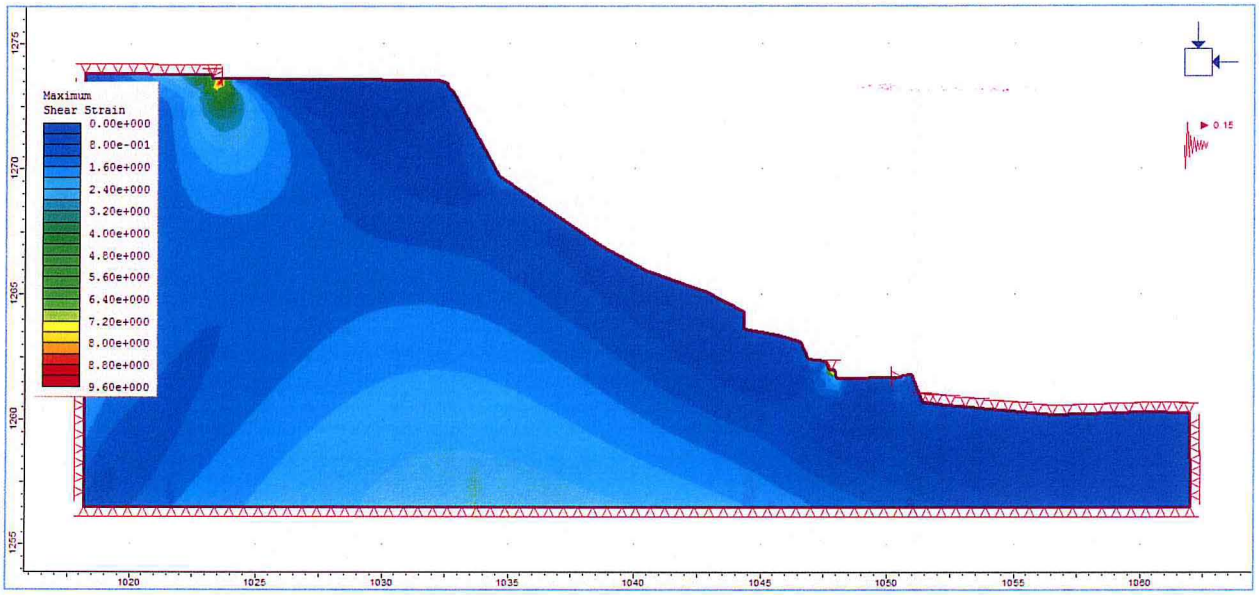


Figura 4.- Resultados de la simulación numérica mostrando las tendencias de deformaciones de la máxima tensión de rotura del talud

Dirección: Jacarandá 773 – Surco
Telef.:2751867 / 2751786
Cel: 998673123

Phase2 Analysis Information

Document Name

0+060 MURO

Project Settings

General
- Project Title: SECCION 0+60
- Author: A. PAREDES
- Single stage model
- Analysis Type: Plane Strain
- Solver Type: Gaussian Elimination
- Units: Metric, stress as kPa

Stress Analysis
- Maximum Number of Iterations: 100
- Tolerance: 0.002
- Number of Load Steps: Automatic
- Convergence Type: Absolute Energy
- Tensile Failure: Reduces Shear Strength

Groundwater
- Method: Piezometric Lines
- Pore Fluid Unit Weight: 9.81 kN/m3

Strength Reduction
- Inital Estimate of SRF: 1
- Step Size: Automatic
  - Tolerance (SRF): 0.01
- Limit SSR Search Area: No
- Apply SSR to Mohr-Coulomb Tensile Strength: Yes
- Convergence Parameters: User-Defined
  - Tolerance (Stress Analysis): 0.002
  - Maximum Number of Iterations: 100
  - Convergence Type: Square Root Energy

Field Stress

Field stress: gravity
Ground surface elevation: 0 m
Unit weight of overburden: 22.6 kN/m3
Total stress ratio (horizontal/vertical in-plane): 1
Total stress ratio (horizontal/vertical out-of-plane): 1
Locked-in horizontal stress (in-plane): 0
Locked-in horizontal stress (out-of-plane): 0

Seismic Loading

Horizontal seismic load coefficient: 0.15 (positive to the right)
Vertical seismic load coefficient: 0 (positive up)
Seismic load applied in: Stage 1

Mesh

Dirección: Jacarandá 773 – Surco
Telef.:2751867 / 2751786
Cel: 998673123

Mesh type: uniform
Element type: 6 noded triangles
Number of elements: 1917
Number of nodes: 3948

Mesh Quality

12 of 1917 Elements (0.6 % of elements) are poor quality elements
0 of 1917 Elements (0.0 % of elements) are poor quality elements because of the side length ratio
5 of 1917 Elements (0.3 % of elements) are poor quality elements because of the minimum interior angle
11 of 1917 Elements (0.6 % of elements) are poor quality elements because of the maximum interior angle
(elements can be of poor quality for more than one reason)

Mesh Quality Statistics
The worst element has (ratio = 5.72), (min angle = 7.97) (max angle = 138.45)
10.0% of elements have: (ratios > 1.6), (min angles < 38.2) (max angles > 89.1)
20.0% of elements have: (ratios > 1.5), (min angles < 42.2) (max angles > 81.2)
30.0% of elements have: (ratios > 1.4), (min angles < 44.6) (max angles > 77.5)
40.0% of elements have: (ratios > 1.3), (min angles < 46.8) (max angles > 75.0)
50.0% of elements have: (ratios > 1.3), (min angles < 48.4) (max angles > 72.8)
60.0% of elements have: (ratios > 1.2), (min angles < 49.9) (max angles > 71.0)
70.0% of elements have: (ratios > 1.2), (min angles < 51.3) (max angles > 69.5)
80.0% of elements have: (ratios > 1.2), (min angles < 52.8) (max angles > 67.7)
90.0% of elements have: (ratios > 1.1), (min angles < 54.3) (max angles > 65.9)
100.0% of elements have: (ratios > 1.1), (min angles < 56.1) (max angles > 63.8)

Poor quality elements are those with:
(maximum side length) / (minimum side length) > 10.00
Minimum interior angle < 20.0 degrees
Maximum interior angle > 120.0 degrees

Material Properties

Material: GP
Initial element loading: field stress & body force
Unit weight: 22.6 kN/m3
Elastic type: isotropic
Young's modulus: 50 kPa
Poisson's ratio: 0.2
Failure criterion: Mohr-Coulomb
Tensile strength: 0 kPa
Peak friction angle: 33 degrees
Peak cohesion: 0 kPa
Material type: Elastic
Piezo to use: None
Ru value: 0

ING. LINDBERGH MEZA CARDENAS
Representante Legal

Dirección: Jacarandá 773 – Surco
Telef.:2751867 / 2751786
Cel: 998673123

ANEXOS

Dirección: Jacarandá 773 – Surco
Telef.:2751867 / 2751786
Cel: 998673123

L. MEZA ASOCIADOS SAC

ANEXO DE SUELOS

Dirección: Jacarandá 773 – Surco
Telef.:2751867 / 2751786
Cel: 998673123

MEMORIA DESCRIPTIVA

ESTUDIO DE SUELOS DEL TALUD DEL MALECON BALTA

Introducción

El malecón Balta se encuentra ubicado en el distrito de Miraflores, en la margen derecha de la quebrada que conduce al mar. En el talud de éste malecón se ha producido un deslizamiento.

Objetivo

El presente estudio tiene como objetivo determinar las características del suelo del sector del malecón afectado por el deslizamiento.

Desarrollo

Reconocimiento del lugar.- El día 5 de julio de 2012 se efectuó la visita al terreno observando el deslizamiento del talud comprometiendo un muro de contención de ladrillos, la vereda y parte de la calzada adyacente, ubicados en la corona del talud.

Estado Actual.- Se observa restos del muro de ladrillo colapsado, mas atrás se encuentra un muro antiguo. El material suelto corresponde al relleno que estuvo colocado entre los dos muros debajo de la vereda. El muro de ladrillos tiene una cimentación muy superficial.

Metodología de Trabajo.- Se efectuó una calicata en la ladera del talud junto a la zona de deslizamiento para determinar los espesores de las capas constituyentes del perfil del suelo, tomar muestras para ensayos de clasificación y determinación del peso unitario del material del talud.

Resultados.- Se presenta el perfil estratigráfico del suelo, los análisis granulométricos de las muestras representativas del suelo y el ensayo de densidad de campo efectuado a 1.50 m de profundidad.

Interpretación de resultados.- La superficie del talud se encuentra recubierta con plantas de tipo cubresuelos,

Conclusiones

La primera capa del talud corresponde a 20 cm de suelo vegetal cubierto con vegetación de tipo plantas cubresuelos, con abundantes raíces. La segunda capa de 35 cm de espesor corresponde a grava redondeada de tamaño máximo 3 pulgadas, mal graduada, suelta, húmedo (GP). la tercera capa corresponde a grava redondeada de tamaño máximo 3 pulgadas mal graduada, medianamente densa, húmedo, suelo natural (GP).

F-12-01/V01

C.P.S. DE INGENIERIA
CONSULTORIA · PROYECTOS · SUPERVISION S.A.C.

LAMINA N° :

PERFIL DE SUELOS

Proyecto: Talud Malecon Balta **Estructura:** Talud **Calicata N°** 1

Progresiva: **Coordenadas:** **Cota:** **Nivel Freatico:** No encontrado

Fecha excavación: 07/07/2012 **Reportado por: J.M.**

PROFUNDIDAD (m)	MUESTRAS	SIMBOLO	DESCRIPCION DEL ESTRATO	CLASIFICACION		ENSAYOS IN SITU
				SUCS	AASHTO	
0.20			Suelo organico superificie inclinada cubierta con pantas cubresuelos, suelo de composisiòn arena con grava			
0.55	1		Grava aluvial de redondeada, tamaño máximo 3", mal graduada, suelta, ligeramente húmedo, color marron claro. Relleno	GP	A-1-b (0)	
1.00	2		Grava aluvial de redondeada, tamaño máximo 3", mal graduada, medianamente denso, ligeramente húmedo, color marron claro. Suelo natural	GP	A-1-a (0)	Densidad de campo
1.50						
2.00						
OBSERVACIONES						

C.P.S. DE INGENIERIA
CONSULTORIA - PROYECTOS - SUPERVISION SAC

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO

ASTM D422 (MTC E107-2000)

F-12-03/V01.1

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

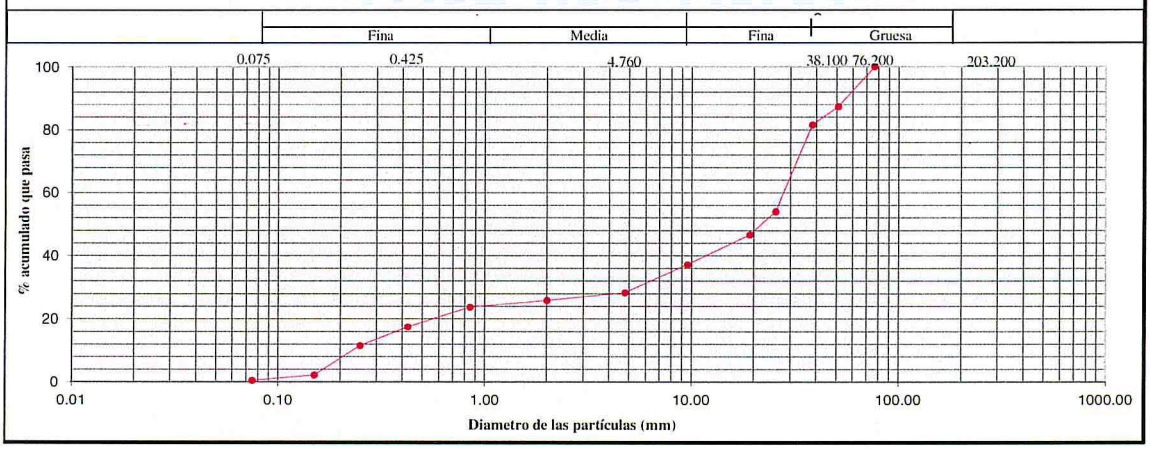
Proyecto	: Talud Malecón Balta			**Estructura**	: Talud
Progresiva	:	**Calicata :**	1	**Muestra**	: 2
Profundidad	: 0.55 - 1.50 m	**Realizado :**	J.M.	**Fecha de Muestreo**	: 07/07/2012
Material	: Suelo Natural			**Fecha de Ensayo**	: 10/07/2012

DATOS DE LA MUESTRA

Material : Integral

TAMIZ	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO	% RETENIDO	RETENIDO ACUMULA.	% QUE PASA	ESPECIFICACION	DESCRIPCION
							P. INIC. SECO 5,156 g
3"	76.200	0	0.0	0.0	100.0		Fracción Seca 1455.0 g
2"	50.800	654	12.7	12.7	87.3		Fracción Lavada 1434.0 g
1 1/2"	38.100	299	5.8	18.5	81.5		
1"	25.400	1,420	27.5	46.0	54.0		BOLONERIA 0.0 %
3/4"	19.050	380	7.4	53.4	46.6		
3/8"	9.525	489	9.5	62.9	37.1		
Nº 4	4.760	459	8.9	71.8	28.2		Peso > #4 3,701
Nº 10	2.000	125.0	2.4	74.2	25.8		Peso < #4 1,455
Nº 20	0.850	110.0	2.1	76.3	23.7		
Nº 40	0.425	321.0	6.2	82.6	17.4		
Nº 60	0.250	307.0	6.0	88.5	11.5		SUCS: GP
Nº 100	0.150	483.0	9.4	97.9	2.1		AASHTO: A-1-a (0)
Nº 200	0.075	88.0	1.7	99.6	0.4		
< Nº 200	FONDO	21.0	0.4	100.0	0.0		

CURVA GRANULOMETRICA



C.P.S. DE INGENIERIA
CONSULTORIA - PROYECTOS - SUPERVISION S.A.C.

DENSIDAD DE CAMPO

ASTM D 1556 (MTC E117-2000)

F-12-07/V01

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

Proyecto :	*Malecón Balta*		**Estructura**	:	*Talud en corte*
Progresiva :		**Calicata** : 1	**Muestra**	:	1
Profundidad: :	*1.30 m*	**Realizado** : **J.M.**	**Fecha de Ensayo**	:	07/07/2012
Material :	*Natural*				

Punto	1	2	3	4	5	6
Ubicación:						
1) Peso de material + recipiente	5483					
2) Peso Recipente (g)	20					
3) Peso de material (g)	5463					
4) Peso de arena + frasco (g)	5896					
5) Arena que queda + frasco (g)	676					
6) Peso arena en el cono (g)	1618					
7) Diferencia de peso (g)	5220					
8) Arena en el hueco (g)	3602					
9) Densidad de la arena (g/cc)	1.49					
10) Volumen del hueco (cc)	2417					
11) Densidad húmeda global	2.260					
12) Densidad seca global	**2.124**					
13) Tamaño de malla	3/4"					
14) Peso retenido en (13)	2753					
15) %Sobretamaño	50					
16) % menor de (13)	50					
17) G a.grueso (ASTM C 127)	2.71					
18) Densidad corregida	**1.741**					
19) Humedad corregida	12.3					
20) MDS Proctor sin corregir	N/A					
21) % Compactación	N/A					

CONTENIDO DE HUMEDAD

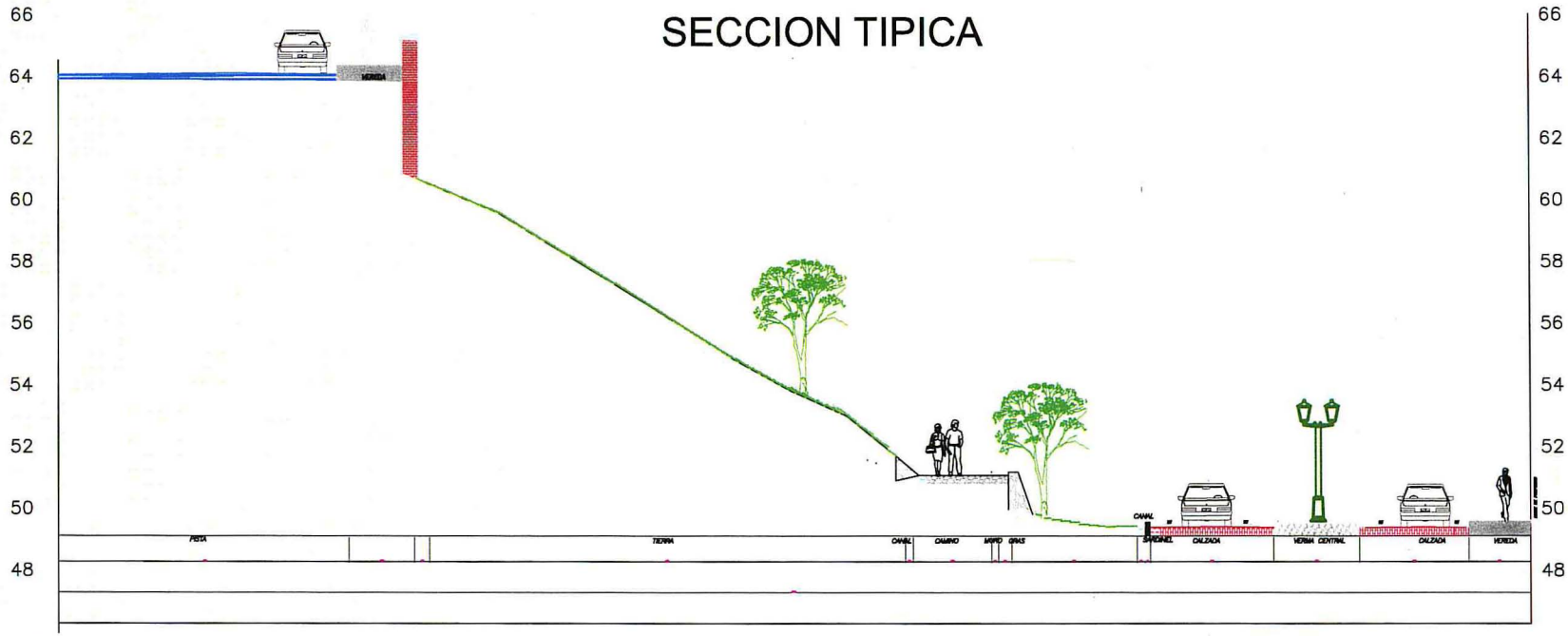
Capsula	Total	>3/4"										
Peso capsula + suelo humedo	12281	1582										
Peso capsula + suelo seco	11950	1574										
Peso agua	331	8										
Peso capsula	6809	289										
Peso suelo seco	5141	1285										
% Humedad	6.4	0.6										

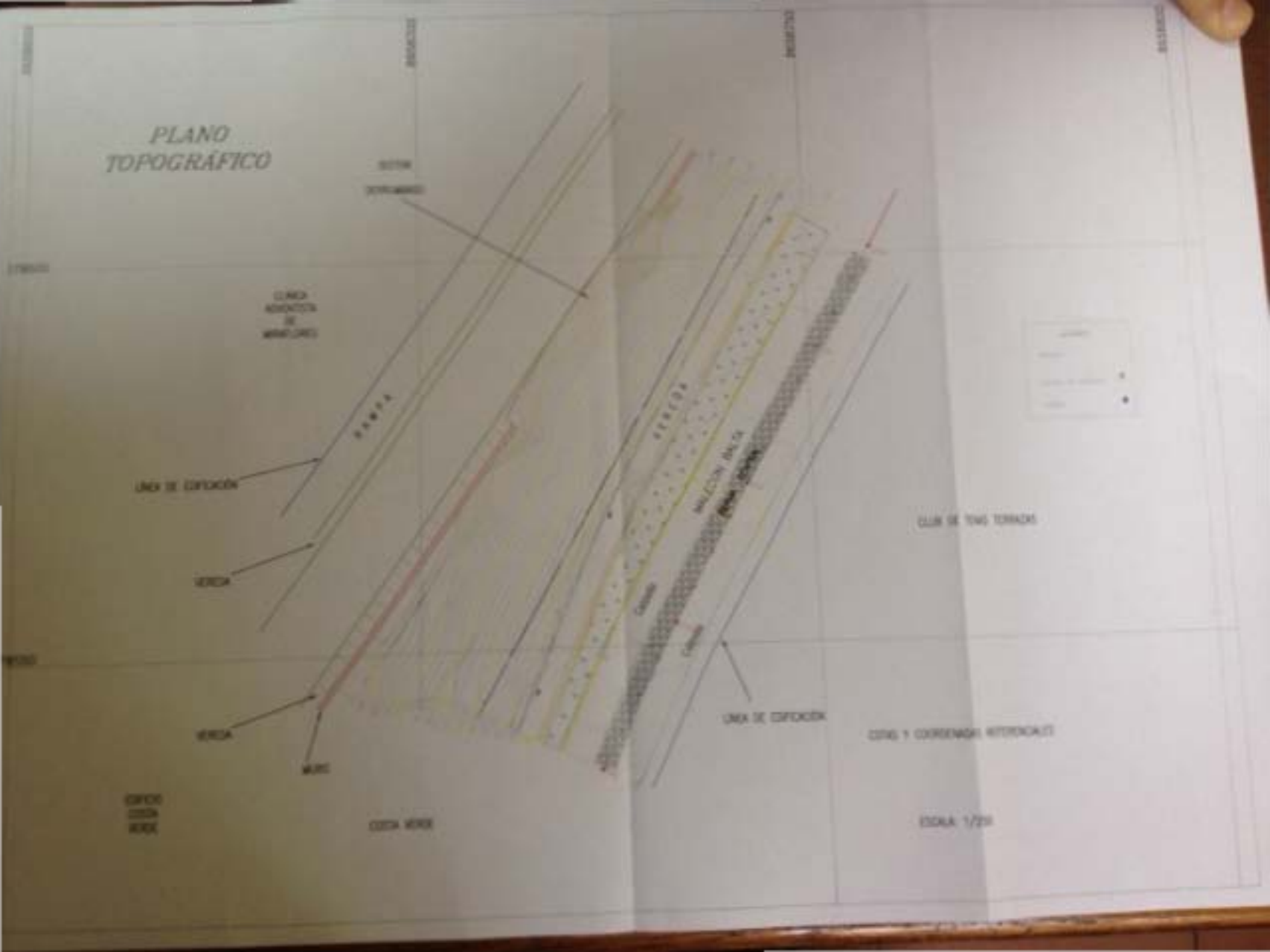
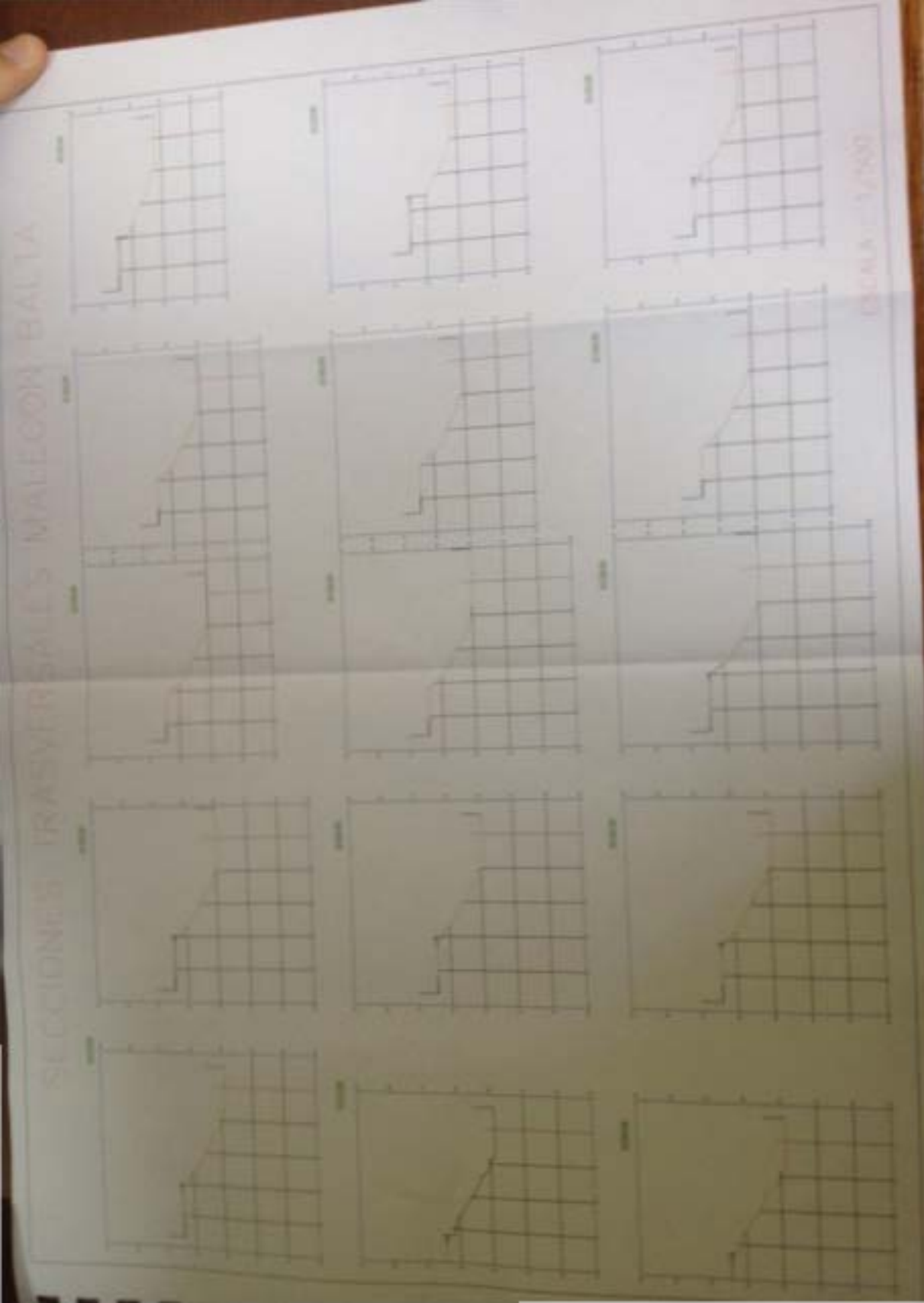
L. MEZA ASOCIADOS SAC

ANEXO DE TOPOGRAFÍA

Dirección: Jacarandá 773 – Surco
Telef.:2751867 / 2751786
Cel: 998673123

SECCION TIPICA




PLANO
TOPOGRÁFICO
LÍNEA DE EDIFICACIÓN
VEREDA
VEREDA
LÍNEA DE EDIFICACIÓN
ESCALA 1/250