



PERÚ

Ministerio  
del Ambiente

Instituto  
Geofísico del Perú



**IGP**

INSTITUTO GEOFÍSICO DEL PERÚ



## Informe de la evaluación de peligros geofísicos en el distrito de Miraflores

Lima - Perú  
Julio, 2019

**Evaluación de peligros geofísicos  
en el Distrito de Miraflores,  
Departamento de Lima**

## **Instituto Geofísico del Perú**

*Presidente Ejecutivo: Hernando Tavera*

*Director Científico: Danny Scipión*

*Coordinadores del Convenio: Alejandra Martínez y Juan Carlos Gómez*

## **Autores**

*Coordinación Evaluación Geofísica: Isabel Bernal*

*Equipo Evaluación Geofísica (ejecución): Kelly Pari / Liliana Torres / Wilfredo Suya / Fabiola Rosado*

*Personal de apoyo: Luz Arredondo / Javier Oyola / Jorge Salas / José Millones / Jesús Huarachi*

*Personal logístico: Robert Yupanqui / Augusto Cárdenas / Miguel Nizama*

*Personal administrativo: Marisol Enríquez*

*Coordinación Estabilidad de Acantilados: Mariana Vivanco*

*Equipo Estabilidad de Acantilados (ejecución): Mariana Vivanco / Gustavo Namay / Marcos Mattos / Victor Alarcón / Juan Carlos Gómez*

*Coordinación Zonas Críticas y Vulnerabilidad de la Población Flotante Turística: Luis Céspedes*

*Equipo Zonas Críticas y Vulnerabilidad de la Población Flotante Turística (ejecución): Luis Céspedes / Diana Ruiz / Erick Príncipe / Alejandra Martínez*

*Personal encuestas: Claudia Naganoma / Samuel Luján / Katerine Zevallos*

*Personal verificación de datos in situ: Luis Céspedes / Diana Ruiz / Erick Príncipe / Estela Torres*

*Personal administrativo: Estela Torres*

*Compilación: Alejandra Martínez*

## **Este informe ha sido producido por:**

*Instituto Geofísico del Perú*

*Calle Badajoz 169 Mayorazgo, IV Etapa - Ate*

*Teléfono (511) 3172300*

## Contenido

<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>8</b>
<b>EL DISTRITO DE MIRAFLORES</b> .....	<b>9</b>
<b>COMPONENTE 1: EVALUACIÓN GEOFÍSICA DE LOS SUELOS DEL DISTRITO</b> .....	<b>10</b>
RAZONES ESPECTRALES H/V .....	10
Procesamiento y análisis.....	13
TOMOGRAFÍA ELÉCTRICA (ERT) .....	16
Procesamiento y análisis.....	19
ANÁLISIS MULTICANAL DE ONDAS SUPERFICIALES MASW .....	19
Procesamiento y análisis.....	23
RESULTADOS .....	24
Frecuencias Predominantes.....	24
Cortes geo-eléctricos .....	38
Capas sísmicas .....	40
ZONIFICACIÓN GEOFÍSICA DE LOS SUELOS DE MIRAFLORES.....	43
REFERENCIAS COMPONENTE 1 .....	46
<b>COMPONENTE 2: ANÁLISIS DE ESTABILIDAD DE LOS ACANTILADOS DE LA COSTA VERDE UBICADOS EN EL DISTRITO</b> 47	
GEOMORFOLOGÍA.....	48
GEOLOGÍA .....	50
GEODINÁMICA .....	52
GEOTECNIA .....	53
Análisis geotécnico a partir de información secundaria .....	53
Análisis de estabilidad del talud del acantilado de Miraflores .....	56
Análisis de talud (estático y pseudoestático) .....	60
RESULTADOS .....	66
REFERENCIAS COMPONENTE 2 .....	67
<b>COMPONENTE 3: IDENTIFICACIÓN DE ZONAS CRÍTICAS</b> .....	<b>68</b>
IDENTIFICACIÓN DE ZONAS CRÍTICAS .....	68
RESULTADOS .....	74
Ubicación de puntos críticos .....	74
<b>COMPONENTE 4: VULNERABILIDAD DEL SECTOR TURÍSTICO Y POBLACIÓN FLOTANTE DEL DISTRITO</b> .....	<b>77</b>
CONCEPTOS UTILIZADOS.....	79
DESARROLLO DE ENCUESTAS Y DATOS GENERALES DE LOS TURISTAS ENCUESTADOS.....	81
RESULTADOS .....	84
PERCEPCIÓN DEL RIESGO DE LA POBLACIÓN FLOTANTE.....	86
CONOCIMIENTO DE SISTEMAS DE EVACUACIÓN ANTE UN SISMO Y/O TSUNAMI .....	87
PERCEPCIÓN DE FRAGILIDAD Y VULNERABILIDAD .....	88
PERCEPCIÓN DE EXPOSICIÓN Y VULNERABILIDAD.....	90
REFERENCIAS COMPONENTE 4.....	91
<b>CONCLUSIONES</b> .....	<b>94</b>

## Lista de figuras

Figura 1. Localización del distrito de Miraflores en la provincia de Lima	9
Figura 2. Distribución espacial de los puntos de registro de vibración ambiental en el distrito de Miraflores	11
Figura 3. Equipo sísmico utilizado para el registro de vibraciones ambientales en el distrito de Miraflores: sensor Lennartz (2N) y registradores CityShark II	12
Figura 4. Ejemplos de la disposición del equipo sísmico para el registro de vibraciones ambientales. Ejemplos de registros de vibración ambiental obtenidos sobre un punto con ruido de fondo constante (Huaca Pucllana, MI32 y otros con ruido de fondo variado (circuito de playa, MI-234; Av. Jose Pardo, MI-67)	13
Figura 5. Registro de vibración ambiental	14
Figura 6. Ejemplo de la ficha H/V para el punto MI-93. Arriba, señal registrada; Medio; razón espectral (H/V) en línea gruesa y su desviación estándar en líneas discontinuas. Abajo, resultados.	15
Figura 7. Adquisición de datos de tomografía eléctrica.	16
Figura 8. Distribución espacial de las líneas de tomografía eléctrica tomadas en el distrito de Miraflores: LE01-MF,... LE08-MF.	18
Figura 9. Valores de resistividad de algunos suelos, rocas y agua presentes en los primeros metros del subsuelo (Loke, 2004)	19
Figura 10. Generación de ondas Rayleigh usando una fuente artificial.	20
Figura 11. Distribución espacial de los arreglos lineales MASW, en el distrito d Miraflores: LS01-MI,..., LS12-MI.	22
Figura 12. Equipo sísmico para la toma de datos de MASW en el distrito de Miraflores, ejemplo de los registros obtenidos.	23
Figura 13. Distribución espacial de las frecuencias $F_0$ ( $F < 2.0$ Hz) y razones espectrales características de la zona.	25
Figura 14. Ejemplos de razones espectrales (H/V) en el rango $F_0$ ( $F < 2.0$ Hz). Puntos MI-01, MI-95 y MI-147, ubicados, el primero entre las Av. Arequipa y Aramburu; el segundo en el parque Malecón de la Marina y el tercero, en el parque Francisco de Zela. Las líneas continuas representan la razón espectral y las discontinuas su desviación estándar. Las barras grises, definen la frecuencia predominante	26
Figura 15. Distribución espacial de las frecuencias $F_1$ ( $F > 2.0$ Hz) y razones espectrales características para la zona. La línea discontinua delimita, el área con mayor amplificación en la zona céntrica.	27
Figura 16. Ejemplos de razones espectrales (H/V) en el rango $F_1$ ( $F > 2.0$ Hz). a) Puntos MI-113, MI-197 y MI-198, ubicados en los parques John F. Kennedy y 7 de Junio. Las líneas continuas representan la razón espectral y las discontinuas su desviación estándar. Las barras grises, definen la frecuencia predominante.	29
Figura 17. Ejemplos de razones espectrales (H/V), para puntos que definen el límite existente entre la terraza sobre la cual se encuentra el distrito y el acantilado. Los gráficos en recuadros interlineados corresponden a puntos ubicados a mayor distancia del acantilado. Las líneas continuas representan la razón espectral y las discontinuas su desviación estándar. Las barras grises, definen la frecuencia predominante.	32
Figura 18. Mapa con la distribución de periodos dominantes del suelo, para el distrito de Miraflores. La línea discontinua delimita el área con mayor amplificación de suelos.	37
Figura 19. Análisis e interpretación geofísica para la línea de tomografía eléctrica LE01-MF.	39
Figura 20. Resultados obtenidos con el método MASW y MAM para el arreglo sísmico LS01-MI	42
Figura 21. Vista de los depósitos aluviales en el corte del acantilado de la Costa Verde.	44
Figura 22. Mapa de Zonificación de los suelos en el distrito de Miraflores.	45
Figura 23. Abanico aluvial del río Rímac	48
Figura 24. Vista del acantilado en el distrito de Miraflores	49
Figura 25. Cárcava en el acantilado de la Costa Verde - Miraflores.	49
Figura 26. Vista de las playas en el distrito de Miraflores	50
Figura 27. Travertino en forma de cavernas en el acantilado de la Costa Verde - Miraflores parte media-baja).	51
Figura 28. Perfil del acantilado del distrito de Miraflores en donde se evidencian los lentes de arenas limo y arcillas intercalados con el conglomerado y el travertino.	51
Figura 29. Depósito marino en el distrito de Miraflores	52
Figura 30. Geomalla recubre el acantilado en el distrito de Miraflores.	53
Figura 31. Calicata #14, realiza en parte inferior del acantilado	57
Figura 32. Mapa de ubicación de las calicatas realizadas en el acantilado de Miraflores.	58
Figura 33. Ubicación de perfiles realizados en el acantilado de Miraflores para determinar su estabilidad.	59
Figura 34. Análisis Estático de la sección A-A' con factor de Seguridad de 1.535	61
Figura 35. Análisis Pseudoestático de la sección A-A' con factor de Seguridad de 1.037	61

Figura 36. Análisis Estático de la sección B-B' con factor de seguridad de 1.170	62
Figura 37. Análisis Pseudoestático de la sección B-B' con factor de seguridad de 0.801	63
Figura 38. Análisis Estático de la sección C-C' con factor de seguridad de 1.288	63
Figura 39. Análisis Pseudoestático de la sección C-C' con factor de seguridad de 0.906	64
Figura 40. Análisis Estático de la sección D-D' con factor de seguridad de 1.415	64
Figura 41. Análisis Pseudoestático de la sección D-D' con factor de seguridad de 0.961.	65
Figura 42. Análisis Estático de la sección E-E' con factor de seguridad de 1.115.	65
Figura 43. Análisis Pseudoestático de la sección E-E' con factor de seguridad de 0.792	66
Figura 44. Vista de la parte alta del acantilado sin cerco de seguridad	68
Figura 45. Vista de zona con caída de geomalla	69
Figura 46. Vista de zona con cerco bajo	69
Figura 47. Vista de zona con depósitos de desprendimientos de rocas	70
Figura 48a y 48b. En la figura de la derecha se visualiza la acumulación de rocas generando presión a las geomallas. La imagen de la izquierda corresponde a la parte alta del mismo punto y se aprecia el nivel de deterioro de la geomalla.	70
Figura 49. Vista de muro de protección deteriorado.	71
Figura 50. Vista de espigones en la Costa Verde sin señalización	71
Figura 51a y b. Vistas de las geomallas descosidas en la Vía Costa Verde	72
Figura 52. Vista de zona de estudio con mallas estropeadas por la acción de agentes externos.	72
Figura 53. Zona expuesta sin geomallas ni cubierta vegetal	72
Figura 54a, b y c. Vista de grietas, fracturas y desniveles en infraestructura pública latente en la parte alta del acantilado de Miraflores	73
Figura 55. Vistas de rocas suspendidas en media ladera de los acantilados	73
Figura 56. Puntos críticos en el Sector Costanera 1-2-3 del distrito de Miraflores	75
Figura 57. Puntos críticos en el Sector Costanera 4-9-10 del distrito de Miraflores	76
Figura 58. Sudeste asiático, 26/12/2004. Consecuencias del sismo y tsunami.	79
Figura 59. Tailandia, 26/12/2004. Minutos después de la ocurrencia del sismo, turistas extranjeras se acercaron al mar en retiro, pues desconocían que podría ocurrir un tsunami.	79
Figura 60. Registro fotográfico de la toma de encuestas realizadas entre el 19 de febrero y el 12 de marzo del 2019.	82
Figura 61. Sectores del Municipio de Miraflores	83
Figura 62. Número de encuestas realizadas por sector del distrito, incluyendo los sectores Costanera 4-9-10, y Costanera 1-2-3.	83
Figura 63. Estructura de edad de los turistas encuestados.	84
Figura 64. Grado de instrucción de los turistas encuestados.	84
Figura 65. Tiempo de visita de población flotante al distrito de Miraflores	85
Figura 66. Estimación de gasto de población flotante durante su estadía en la ciudad de Lima	85
Figura 67. Procedencia por país de los turistas encuestados.	86
Figura 68. Amenazas identificadas por la población flotante en el distrito de Miraflores	87
Figura 69. Conocimiento sobre información en caso de emergencia como terremoto y/o tsunami	88
Figura 70. Forma en que los turistas evacuarían ante la ocurrencia de un terremoto.	89
Figura 71. Forma en que la población flotante evacuaría frente a la ocurrencia de un tsunami.	89
Figura 72. Percepción de cercanía o lejanía de la zona de playa	90
Figura 73. Factores que podrían dificultar la evacuación de los turistas.	91

## Lista de tablas

Tabla 1. Coordenadas de las Líneas eléctricas (LE) ubicadas en el distrito de Miraflores-----	17
Tabla 2. Coordenadas y características de los arreglos lineales MASW realizados en Miraflores-----	21
Tabla 3. Clasificación de perfiles de suelo, según la norma E.030 -----	24
Tabla 4. Valores de espesor en velocidades ( $V_s$ ) de ondas en los perfiles sísmicos obtenidos para el distrito de Miraflores. -----	41
Tabla 5. Información de calicatas (expedientes técnicos) proporcionada por la municipalidad de Miraflores. -----	54
Tabla 6. Capacidad de carga admisible de los suelos Miraflores -----	55
Tabla 7. Ubicación UTM de las calicatas del acantilado de Miraflores-----	56
Tabla 8. Parámetros utilizados para el análisis de estabilidad de taludes. -----	59
Tabla 9. Niveles de estabilidad de taludes -----	60
Tabla 10. Valores obtenidos del análisis de estabilidad de taludes en el distrito de Miraflores. -----	66
Tabla 11. Llegadas de turistas internacionales a Perú durante el periodo enero – abril 2019 -----	78

## Introducción

Perú, por sus características físicas y condiciones naturales y ambientales, es altamente susceptible a la ocurrencia de múltiples eventos potencialmente peligrosos en todas sus regiones. Esta situación se ha incrementado en los últimos años, debido principalmente a la ocupación inadecuada del territorio, que no sólo incrementa las condiciones de vulnerabilidad de un individuo y/o un conjunto de individuos, sino también ocasionan conflictos de uso en el territorio. Estos conflictos provocan la exposición de la población, centros urbanos y rurales (viviendas) e infraestructuras (de salud, de comercio, transporte, líneas vitales, etc.) a zonas de alto peligro de origen natural y/o antrópico.

En la costa central del Perú han ocurrido eventos sísmicos de variada magnitud que han generado altos niveles de sacudimiento del suelo, puestos en evidencia con los daños observados post-sismo en la región Lima (Silgado, 1978; Bernal, et al., 2008; Tavera et al. 2016). Al ser los sismos cíclicos, es de esperarse que en el futuro, las mismas ciudades y/o áreas urbanas sean afectadas por nuevos eventos sísmicos con la misma o mayor intensidad. En este sentido, es necesario desarrollar actividades de investigación para reducir el riesgo, evaluando - por ejemplo -, el comportamiento dinámico de los suelos ante la incidencia de las ondas sísmicas.

El distrito de Miraflores ubicado en la franja costera de Lima (capital de Perú) se sitúa sobre una zona de silencio sísmico desde 1746 años, encontrándose expuesto a un sismo que podría superar la magnitud de M8.5 y posterior ocurrencia de tsunamis que ocasionaría pérdidas de infraestructura y vida humana, afectando el normal desarrollo de las actividades socioeconómicas del distrito. Por ello, es necesario que Miraflores cuente con información consolidada y confiable como la del presente informe que pueda servir como insumo para los instrumentos de gestión municipal vinculados a la gestión de riesgo ante desastres y la toma de decisiones tanto de las instituciones públicas como privadas, para afrontar eventos adversos a los que Miraflores está expuesta.

A fines del año 2018, el Instituto Geofísico del Perú y la Municipalidad Distrital de Miraflores suscribieron un convenio para la elaboración del estudio: "Evaluación de peligros geofísicos en el distrito de Miraflores y su aplicación para la Gestión de Riesgo de Desastres", cuyos objetivos incluyeron –convertidos en componentes–, realizar (i) la evaluación geofísica de los suelos del distrito, (ii) el análisis de estabilidad de los acantilados de la Costa Verde ubicados en el distrito, (iii) el análisis de zonas críticas de riesgo del distrito, y (iv) el análisis de vulnerabilidad del sector turístico y la población flotante en el distrito.

Para el logro de dichos objetivos, ambas instituciones asumieron los compromisos de prestarse mutuamente asesoramiento y apoyo, intercambiar información técnica, implementar mecanismos tecnológicos comunes para el intercambio de información, apoyar y promover la realización de actividades conjuntas vinculadas a la gestión de riesgo. Dichos compromisos fueron cumplidos con presteza y a cabalidad, y el presente informe presenta los resultados obtenidos para cada una de las componentes, que se espera sean de utilidad para las acciones vinculadas a la gestión de riesgos que la Municipalidad Distrital de Miraflores viene desarrollando.



## El distrito de Miraflores

El distrito de Miraflores forma parte de los 43 distritos de la provincia Lima, en el departamento de Lima. Se ubica en las coordenadas UTM: 279151 N – 8659142 E, cota 105 m, Datum WGS 84, Zona 18 S. Limita por el norte con el distrito de San Isidro, por el este con los distritos de Surquillo y Santiago de Surco, al sur con el distrito de Barranco y al oeste con el Océano Pacífico. El distrito cuenta con un total de 99 337 habitantes (INEI, 2017) y una superficie de 9.62 km<sup>2</sup> (Figura 01). Asimismo, presenta diversos atractivos turísticos, entre ellos, el acantilado de la Costa Verde, concurrido diariamente por turistas extranjeros, nacionales y vecinos.

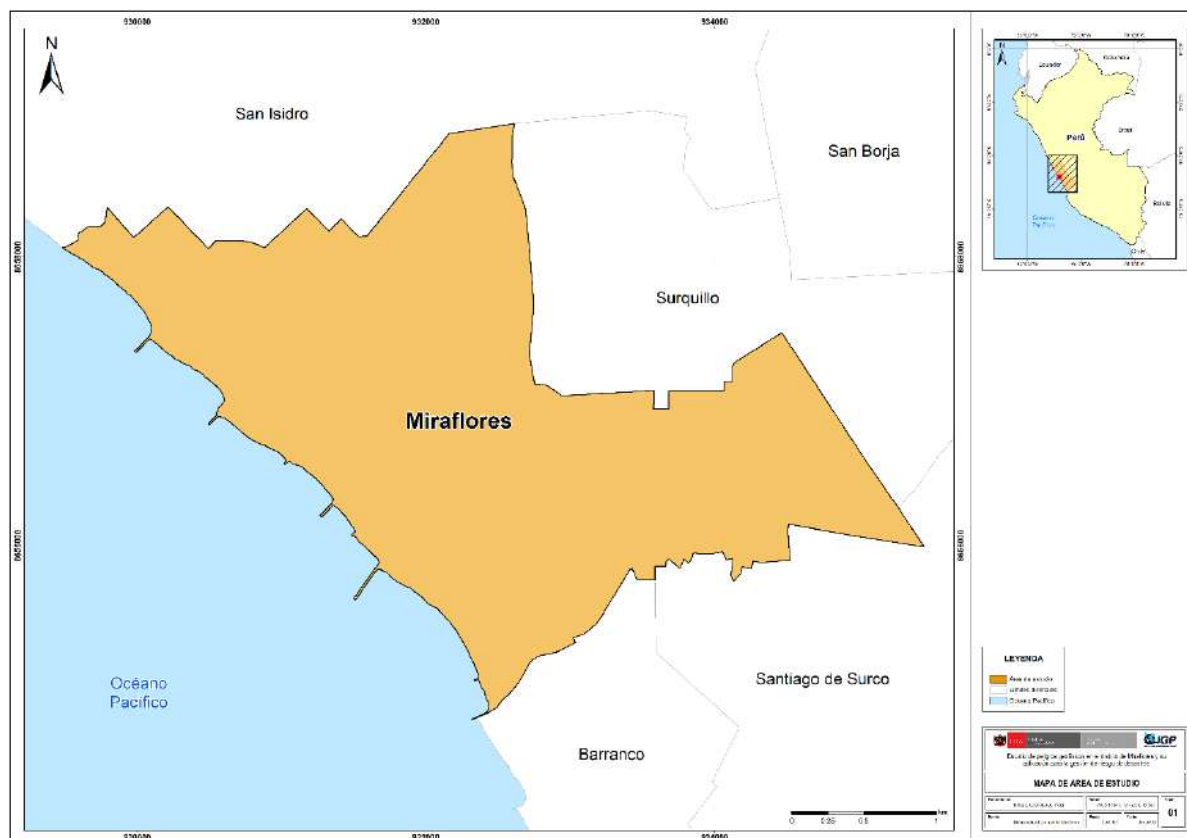


Figura 1. Localización del distrito de Miraflores en la provincia de Lima

El distrito presenta una topografía relativamente plana, donde el litoral y el acantilado muestran la mayor irregularidad topográfica, con la presencia de sectores erosionados como la Bajada de Armendáriz y Bajada Balta. En este sector es notoria la presencia de taludes formados por el riego de áreas verdes y la formación de cárcavas.

## Componente 1: Evaluación geofísica de los suelos del distrito

Para analizar el comportamiento dinámico de los suelos se aplican diferentes métodos geofísicos para la recolección de datos, que después de su análisis permiten elaborar el mapa de Zonificación Sísmica – Geotécnica del Suelo. En el caso del distrito de Miraflores, este conocimiento resulta de gran ayuda técnica para reducir el riesgo del distrito ante la ocurrencia probable de sismos de gran magnitud; por lo tanto, se constituye como información primaria a ser utilizada por los ingenieros civiles y arquitectos para el diseño y construcción de las estructuras apropiadas para cada tipo de suelos identificados en el distrito de Miraflores.

Las metodologías utilizadas para el desarrollo de esta componente fueron:

- Razones espectrales (H/V)
- Tomografía eléctrica (ERT)
- Análisis multicanal de ondas superficiales MASW

Los resultados obtenidos con cada método se presenta a continuación.

### Razones espectrales H/V

El método de razones espectrales (H/v) fue propuesto por Nakamura (1989) para caracterizar la respuesta dinámica del suelo y en algunos casos, estimar su amplificación, ante la sollicitación sísmica. El método hace uso de registros de vibración ambiental que contienen información sobre las características físicas de los suelos en sus primeras decenas de metros por debajo de la superficie. Debe entenderse que la variación de las propiedades físicas de cada capa estratigráfica superficial, de diferente espesor, geometría y composición litológica, causaran o no, la amplificación de las ondas sísmicas incidentes a la ocurrencia de un sismo de gran magnitud.

La adquisición de datos en campo se realizó en el mes de marzo del 2019. Durante este periodo se recolectaron 256 registros de vibración ambiental, utilizando sensores Lennartz y registradores CityShark II (Figura 3). Cada registro de vibración ambiental obtenido en campo, tiene una duración de 15 minutos, lo cual permite disponer de buena cantidad de datos para su posterior análisis. En la Figura 4, se muestra la disposición del equipo sísmico al momento del registro de datos, además de ejemplos de señales de vibración ambiental obtenido en un punto con ruido de fondo constante (Huaca Pucllana, MI-32) y otros dos en puntos con altos niveles de ruido debido a la congestión vehicular (circuitos de playa, MI-234; Av. Jose Pardo, MI-67). La diferente amplitud en la señal registrada es asociada a la comparación física del suelo y a la presencia de fuentes anómalas que puedan afectar al registro.

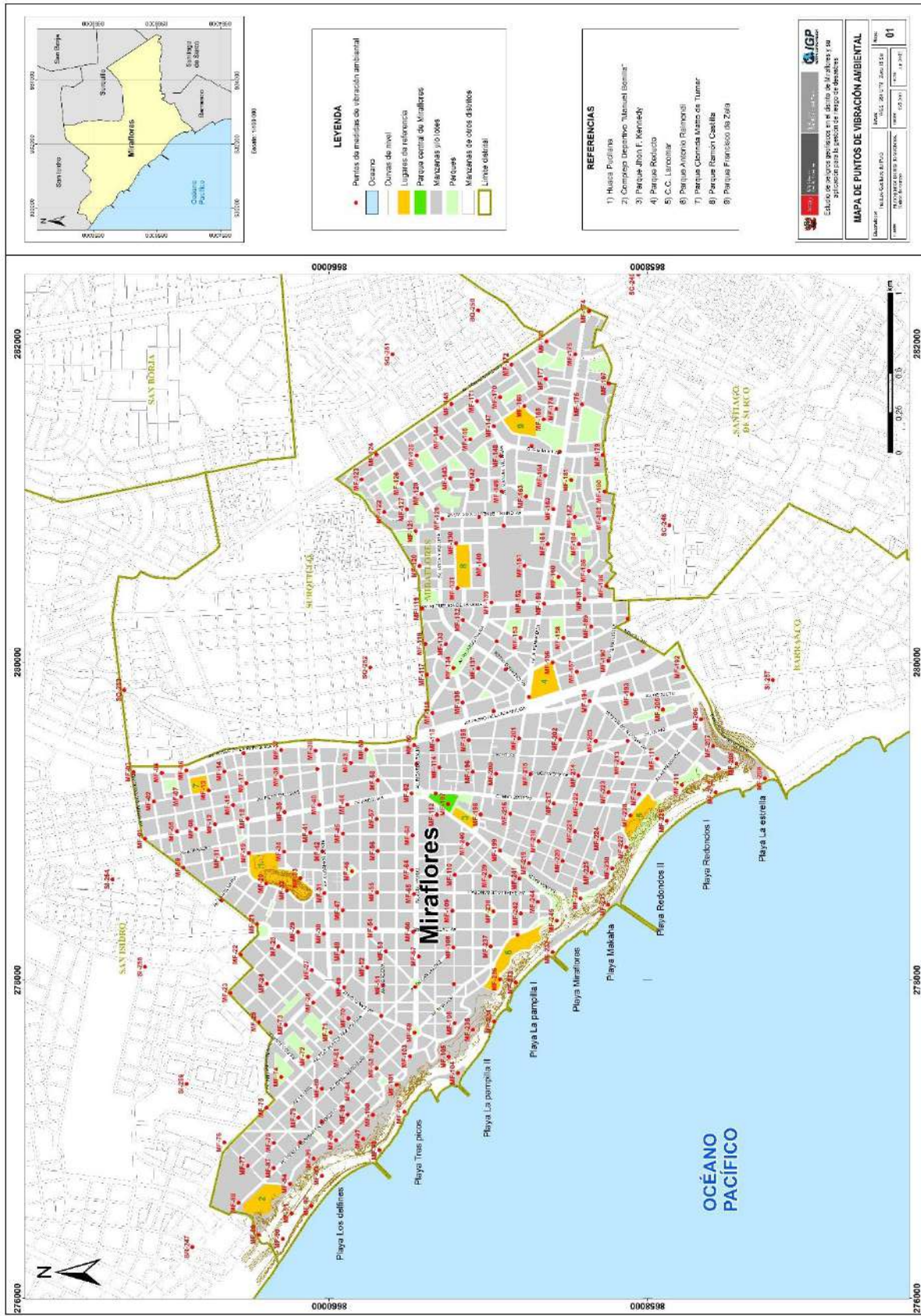


Figura 2. Distribución espacial de los puntos de registro de vibración ambiental en el distrito de Miraflores



Figura 3. Equipo sísmico utilizado para el registro de vibraciones ambientales en el distrito de Miraflores: sensor Lennartz (2N) y registradores CityShark II

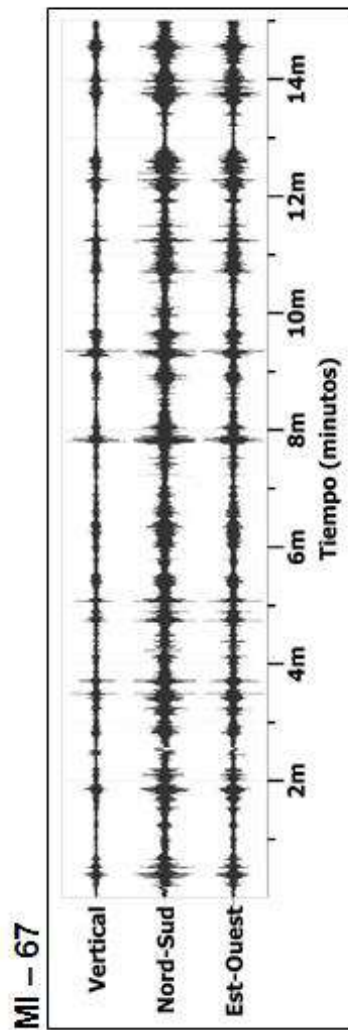
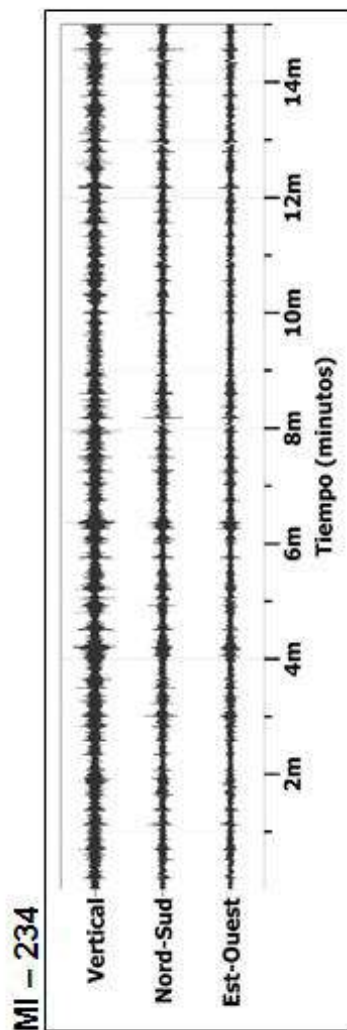
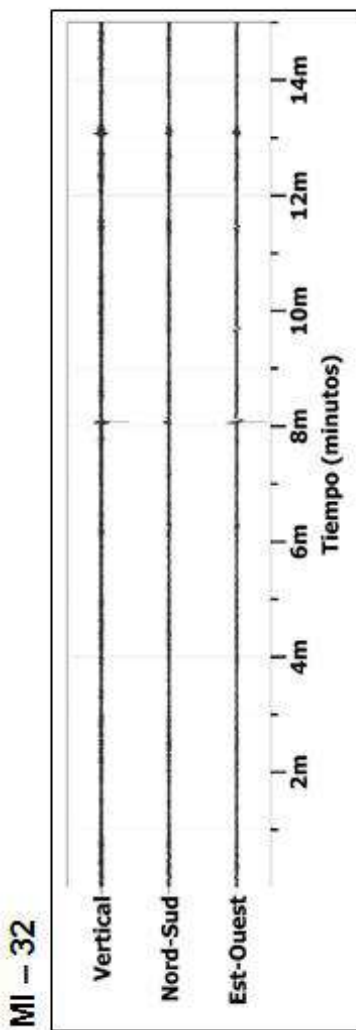


Figura 4. Ejemplos de la disposición del equipo sísmico para el registro de vibraciones ambientales. Ejemplos de registros de vibración ambiental obtenidos sobre un punto con ruido de fondo constante (Huaca Pucliana, MI32 y otros con ruido de fondo variado (circuito de playa, MI-234; Av. Jose Pardo, MI-67)

## Procesamiento y análisis

Para aplicar la técnica de razones espectrales H/V, los registros de vibración ambiental fueron tratados por ventanas de 20 segundos, para luego calcularse la Transformada Rápida de Fourier a fin de obtener espectros para cada componente de registro, para luego sumar las horizontales (H) antes de dividir las entre la vertical

(H/V). Finalmente, en cada señal se procedió a identificar la frecuencia predominante considerando un rango de interés que fluctúa entre 0.5 a 20 Hz y picos/rangos con amplificaciones relativas de al menos 2 veces (Figura 5).

Para el análisis de la información sísmica se debe considerar los siguientes criterios: 1) Las frecuencias predominantes menores a 1 Hz corresponden a vibraciones generadas por el oleaje del mar y/o cambios meteorológicos (periodos muy largos); 2) Las bajas frecuencias o periodos largos son debidas a la presencia de depósitos profundos; y 3) Las frecuencias altas o periodos cortos son debidos a depósitos superficiales blandos y de poco espesor (SESAME, 2006; Bernal, 2006).



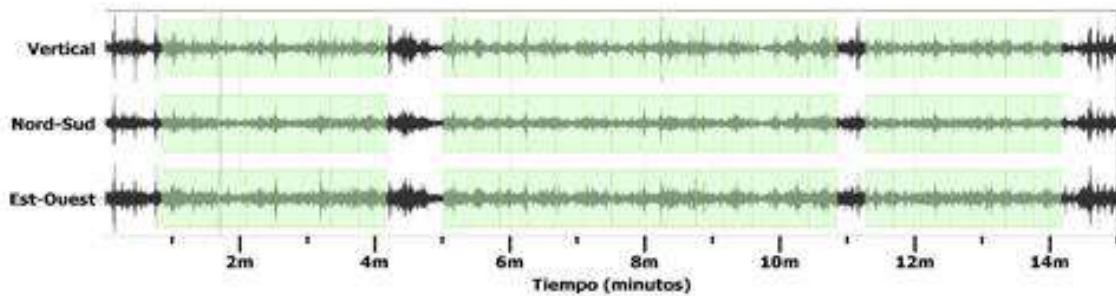
Figura 5. Registro de vibración ambiental

En la Figura 6, se muestra un ejemplo del análisis, procesamiento y resultados obtenidos para el punto MF-93. Aquí el registro es sectorizado en ventanas de 20 segundos y analizado individualmente, para luego obtener un promedio espectral para las curvas, y así identificar el rango de las frecuencias y/o periodos predominantes, que caracterizan al suelo bajo el punto de observación. También es visible el factor de amplificación del suelo ante la incidencia de las ondas sísmicas.

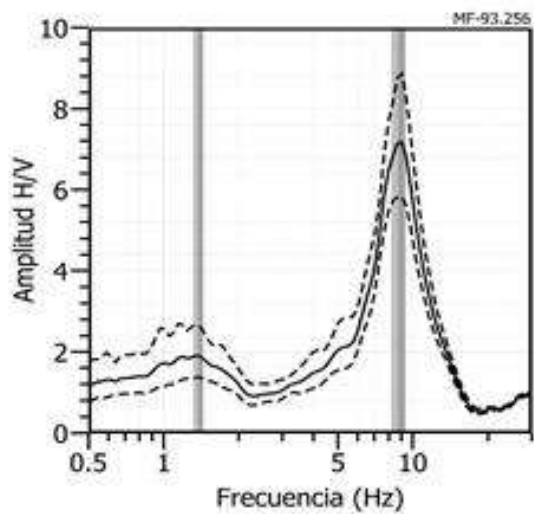
**Zonificación Sísmica**  
**DISTRITO DE MIRAFLORES**  
**Frecuencias predominantes del Suelo**

MF-93

**Señal registrada y ventanas seleccionadas para el procesamiento**



**Curva H/V**



**Recolección de Datos**



**Interpretación de resultados**

Dudoso	Pico(s) H/V (Hz)	<input checked="" type="checkbox"/>	f0	f1	f2
Ningún pico					1.35
Observaciones					
Var. azimutal	Homogénea		Amplitud max. Entre y*		

Figura 6. Ejemplo de la ficha H/V para el punto MI-93. Arriba, señal registrada; Medio; razón espectral (H/V) en línea gruesa y su desviación estándar en líneas discontinuas. Abajo, resultados.

## Tomografía Eléctrica (ERT)

Este método permite conocer el nivel freático de los suelos a partir de la recolección de datos de resistividad y conductividad eléctrica en las rocas y suelos. En general, los materiales que conforman el subsuelo muestran ciertos rangos de valores de resistividad que dependen de la composición del material que atraviesa la corriente eléctrica, como el agua o sales disueltas en las fracturas de rocas o en la porosidad del suelo (Figura 7). Actualmente, existen diferentes dispositivos eléctricos para la toma de datos en campo, y por las condiciones del terreno, en el presente estudio se hace uso del dispositivo Polo - Dipolo.

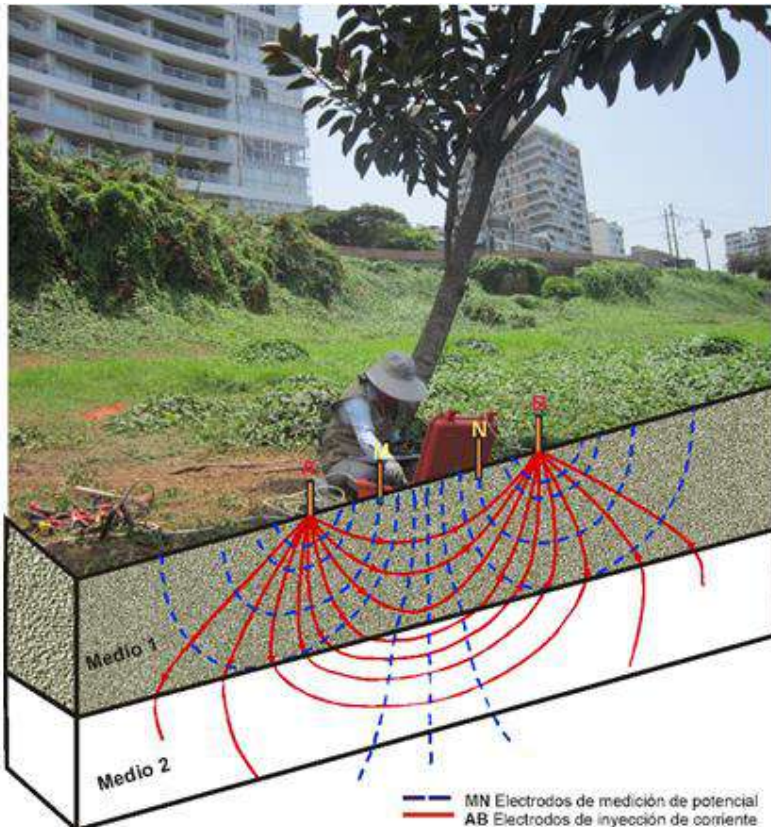


Figura 7. Adquisición de datos de tomografía eléctrica.

Los datos recolectados en campo corresponden al registro de valores de resistividad en 08 líneas de ERT distribuidas en la zona de estudio de manera equidistante para lograr la mayor caracterización del suelo (Figura 8 y Tabla 1). Para la adquisición de los datos se utilizó el equipo de Resistividad IP Syscal Pro y tendidos de hasta 290 metros con electrodos separados entre sí, por 10 metros.

Para el registro de los datos, en cada inducción de corriente al subsuelo se realizó las lecturas de las diferencias de potencial observadas entre las estaciones que se ubican posteriores al punto de emisión. Luego se verifica mediante la unidad central, que todas las conexiones funcionen correctamente, y que la resistividad entre electrodo-suelo sea suficientemente baja para garantizar buenos resultados. Durante la adquisición de los datos se realizó un testeó de la respuesta del suelo y para evaluar el voltaje que se obtendrá, producto que permitirá lograr respuestas confiables del suelo.



Tabla 1. Coordenadas de las Líneas eléctricas (LE) ubicadas en el distrito de Miraflores

Línea Eléctrica	Este (m)	Norte (m)	Cota (m)	Espaciamiento entre electrodos (m)	Longitud total (m)
LE01-MF	276527	8660199	26	10	290
	276750	8660003	27		
LE02- MF	278031	8658953	87	10	290
	278250	8658758	87		
LE03- MF	279710	8657663	87	10	220
	279494	8657592	82		
LE04- MF	278699	8658828	116	10	240
	278558	8658607	91		
LE05- MF	279080	8660027	102	10	190
	279121	8659811	105		
LE06- MF	280468	8659187	115	10	240
	280715	8659204	120		
LE07- MF	277745	8660144	91	10	140
	277642	8660053	91		
LE08- MF	281521	8658899	125	10	240
	281411	8658682	122		



Figura 8. Distribución espacial de las líneas de tomografía eléctrica tomadas en el distrito de Miraflores: LE01-MF, ... LE08-MF.

## Procesamiento y análisis

Para realizar el análisis y procesamiento de los datos, se debe tener en cuenta que son varios los factores que influyen para definir las propiedades físicas de los suelos (grado de saturación, porosidad y forma del poro, salinidad del fluido, tipo y composición de la roca, temperatura, procesos geológicos que afectan a los materiales) y en conjunto, facilitan el incremento de fluidos en el terreno produciendo la disminución en los valores de resistividad. En la Figura 9, se presentan algunos valores de Resistividad relacionados a los distintos tipos de suelos y rocas distribuidas en los primeros metros del subsuelo.

Material	Resistividad (ohm.m)
Granito	$5 \times 10^3 - 10^6$
Basalto	$10^3 - 10^6$
Pizarra	$6 \times 10^2 - 4 \times 10^7$
Mármol	$10^2 - 2.5 \times 10^8$
Cuarcita	$10^2 - 2 \times 10^8$
Yeso	$10^4 - 10^6$
Arenisca	$8 - 4 \times 10^3$
Esquistos	$20 - 2 \times 10^3$
Caliza	$50 - 4 \times 10^2$
Arcilla	1 - 100
Aluvión	10 - 800
Agua dulce	10 - 100
Agua de mar	0.2

Figura 9. Valores de resistividad de algunos suelos, rocas y agua presentes en los primeros metros del subsuelo (Loke, 2004)

### Análisis Multicanal de ondas Superficiales MASW

El método indirecto MASW permite determinar la estratigrafía del subsuelo bajo un punto a partir de la velocidad de propagación de las ondas de corte  $V_s$  en el subsuelo. Para la generación de las ondas se usa una fuente de energía impulsiva que es registrada por arreglos lineales de sensores sísmicos, tal como muestra la Figura 10.

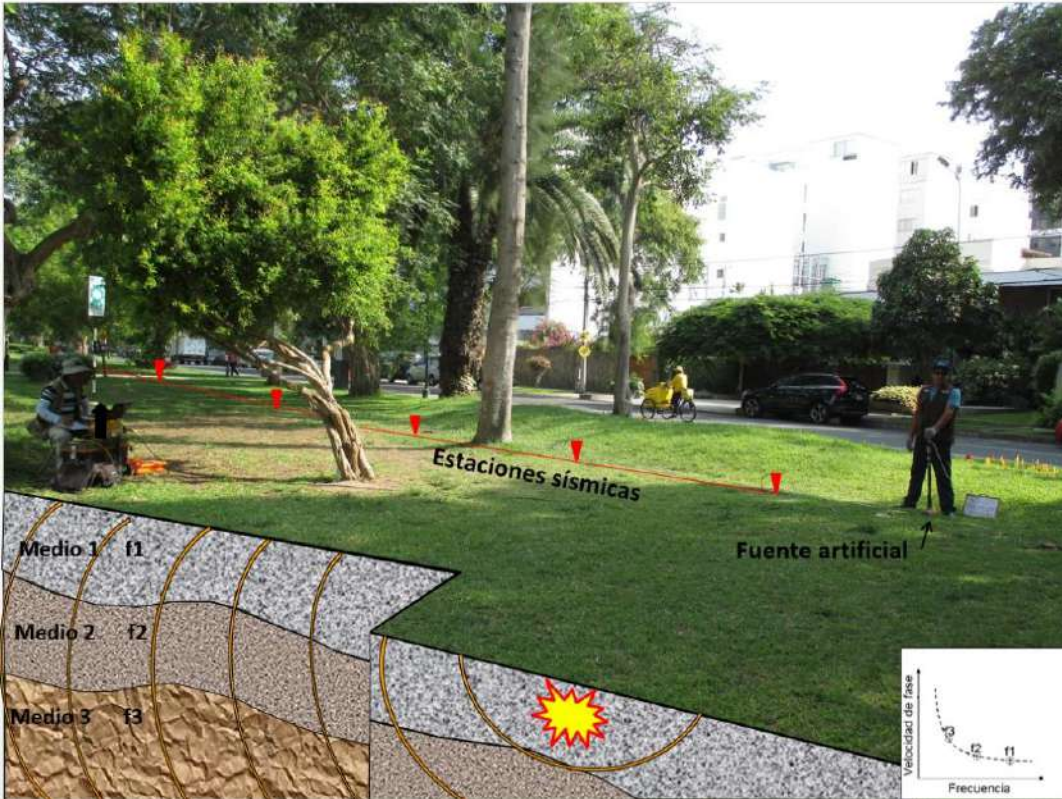


Figura 10. Generación de ondas Rayleigh usando una fuente artificial.

En el distrito de Miraflores se realizaron 12 líneas sísmicas distribuidas de acuerdo a la Figura 11 y codificadas como LS01-MF, ..., LS12-MF (ver Tabla 2). Para el registro de datos se ha utilizado un equipo sísmico multipropósito, modelo GEODE (Geometrics) de 24 sensores o geófonos de baja frecuencia (4.5 Hz) y un muestreo de 4000Hz (0.25 ms). Como fuente para generar las ondas sísmicas, se utilizó un martillo de 20 lbs (Figura 12). Los parámetros de registro, tales como la geometría del tendido, espaciamiento entre geófonos, fue variable ya que dependió de la geomorfología de la zona de estudio.

Durante la adquisición de datos se visualizan los sismogramas para verificar la calidad del registro y los niveles de ruido, tal como se observa en la Figura 12. En la misma figura, también se muestra ejemplos de los registros obtenidos con un golpe a 0.5 metros del inicio del arreglo lineal de geófonos.

Tabla 2. Coordenadas y características de los arreglos lineales MASW realizados en Miraflores

Arreglo Lineal	Este	Norte	Cota (m.s.n.m.)	Espaciamiento geófonos (m)	Longitud total (m)
LS01-MI	276713	8660374	73	4	92
	276709	8660287	77		
LS02-MI	277691	8660059	84	4	92
	277748	8660129	85		
LS03-MI	278931	8660895	109	4	92
	278915	8660984	110		
LS04-MI	277946	8658880	15	4	92
	278005	8658846	16		
LS05-MI	278240	8658853	78	4	92
	278279	8658773	79		
LS06-MI	279109	8659881	90	4	92
	279092	8659970	96		
LS07-MI	279084	8659236	89	4	92
	279145	8659205	96		
LS08-MI	279259	8657331	13	4	92
	279261	8657262	15		
LS09-MI	279682	8657910	81	4	92
	279659	8657997	85		
LS10-MI	279956	8658703	98	4	92
	279995	8658620	93		
LS011-MI	280706	8659124	112	4	92
	280615	8659119	111		
LS012-MI	281508	8658832	109	4	92
	281575	8658765	111		



Figura 11. Distribución espacial de los arreglos lineales MASW, en el distrito d Miraflores: LS01-MI, ..., LS12-MI.

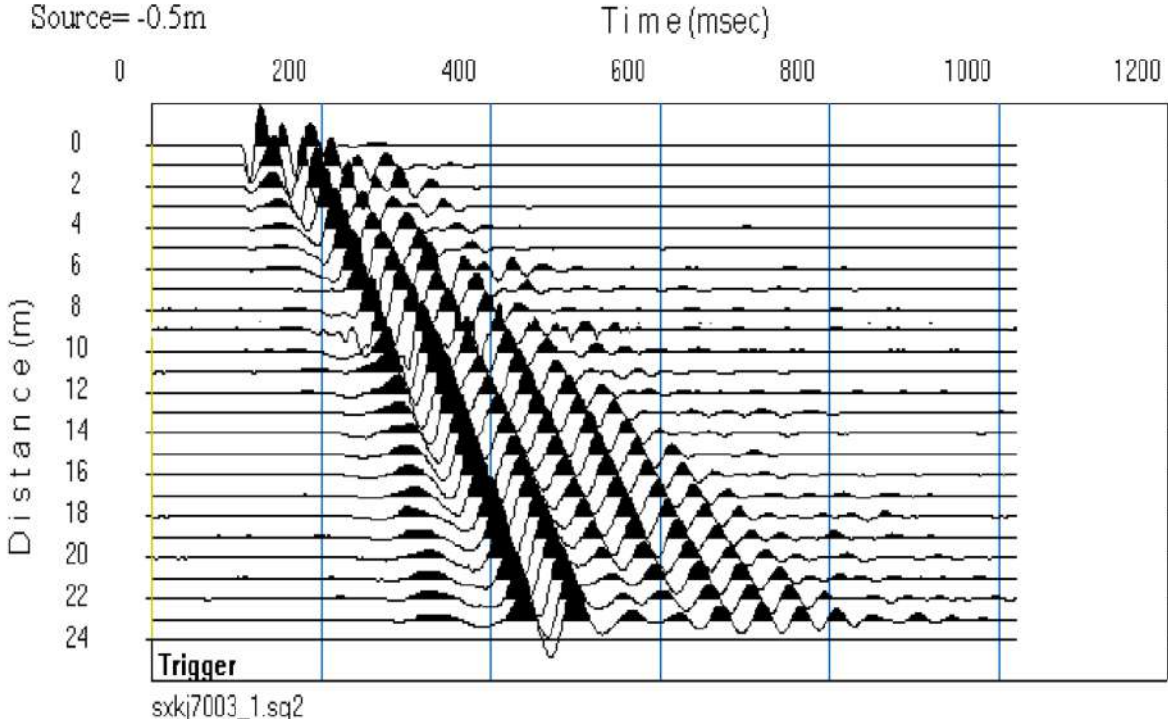
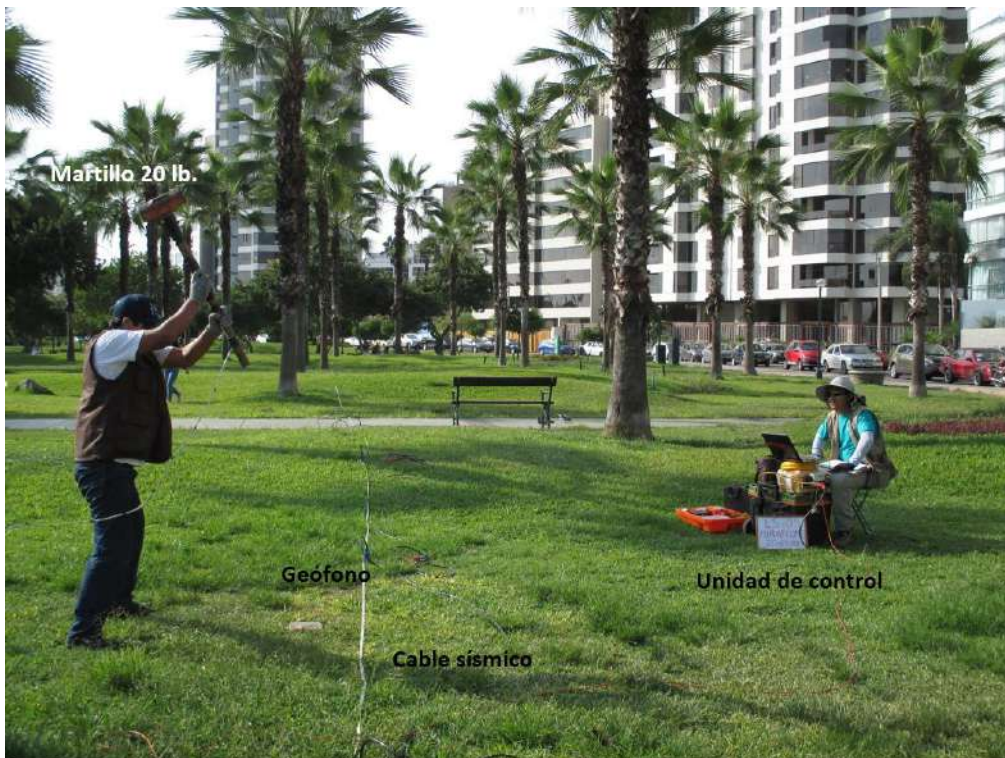


Figura 12. Equipo sísmico para la toma de datos de MASW en el distrito de Miraflores, ejemplo de los registros obtenidos.

**Procesamiento y análisis**

Los registros de MASW permiten obtener la curva de dispersión de las ondas Raleigh, y mediante su inversión, el perfil de velocidad para cada tendido. Para el análisis e interpretación de los resultados obtenidos en este ítem se considera la clasificación de suelos según la Norma E.030. En este caso, el rango de velocidad de los

perfiles de suelo S1 y S2 se subdividen a fin de considerar dos clasificaciones adicionales, todos representados por los colores definidos en la Tabla 3.

Tabla 3. Clasificación de perfiles de suelo, según la norma E.030

Clasificación de los perfiles de Suelo				
N°	Vs	Norma E030		Descripción
1	< 180 m/s	S <sub>3</sub>	Suelo blando	
2	180 m/s a 350 m/s	S <sub>2</sub>	Suelo rígido	Suelo moderadamente rígido
3	350 m/s a 500 m/s			Suelo rígido
4	500 m/s a 800 m/s	S <sub>1</sub>	Roca o suelo muy rígido	Suelo muy rígido o roca blanda
5	800 m/s a 1500 m/s			Roca moderadamente dura
6	> 1500 m/s	S <sub>0</sub>	Roca dura	

Finalmente, se realizó la correlación entre los resultados obtenidos para las capas sísmicas con la geología de la zona de estudio; así como con el contenido de humedad o nivel freático, parámetros que influyen en la variación de velocidad de ondas Vs.

## Resultados

La correlación de los resultados obtenidos a partir de la aplicación de los métodos sísmicos y geofísicos, ha permitido conocer las características físicas y dinámicas del suelo en el distrito de Miraflores.

### Frecuencias Predominantes

Los resultados obtenidos a partir de las razones espectrales H/V, evidencian que los suelos del distrito de Miraflores responden, por sectores, en uno o dos rangos de frecuencias. Las frecuencias menores a 2.0 Hz (F<sub>0</sub>) predominan hacia los sectores Norte y Este del distrito y los valores mayores, se distribuyen de manera uniforme sobre todo el distrito. A continuación, se describe y analiza la distribución espacial de los diferentes rangos de frecuencias.

- Frecuencia predominante (F<sub>0</sub>): En la Figura 13, se muestra el mapa con la distribución espacial de F<sub>0</sub>, con valores entre 0.8 a 2.0 Hz (1.25 y 0.5 segundos), los cuales se concentran principalmente en los extremos NE y SE del área de estudio; entre la Av. Arequipa y Paseo de la Republica, y hacia el SE entre la Av. Ricardo Palma y el límite con Surquillo. De manera dispersa, estas frecuencias también se encuentran hacia el NO de la Av. José Pardo.

En la Figura 14, se muestra ejemplos de razones espectrales obtenidas para los puntos MI-01, MI-95 y MI-147, ubicados en los extremo NE, NO y SE del distrito, con frecuencias a 1.3, 1.4 y 0.8 Hz respectivamente, además de amplificaciones de 3 y 2 veces. En el Punto MI-95, ubicado en el parque Malecón de la Marina, sobre el acantilado, sobresale adicionalmente un pico a 6.0 Hz con mayores amplificaciones (4 veces). Estos resultados sugieren que los suelos del área de estudio muestran sensibilidad, de manera sectorizada a bajas frecuencias (<2.0 Hz), pero con moderadas a bajas amplificaciones.



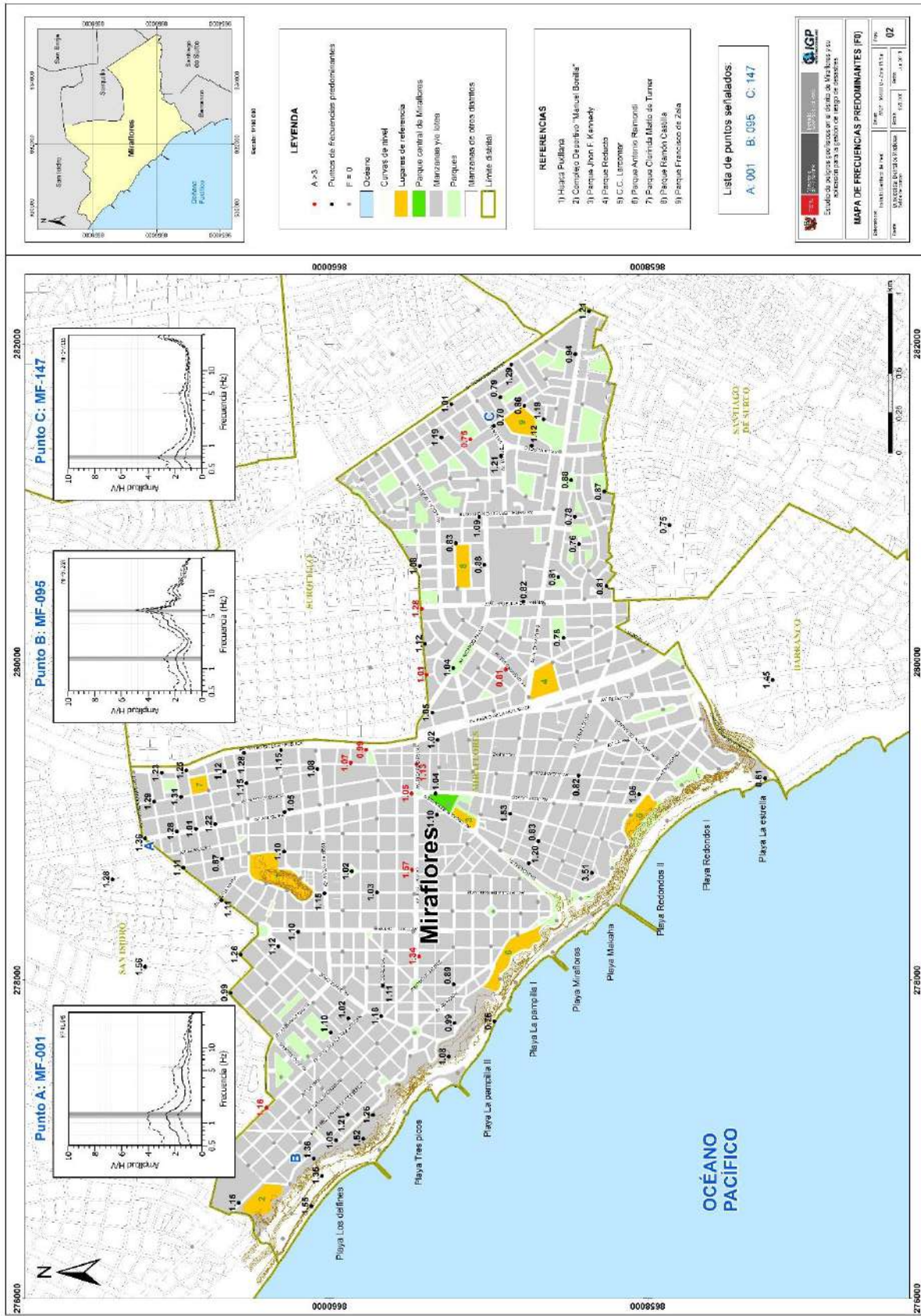
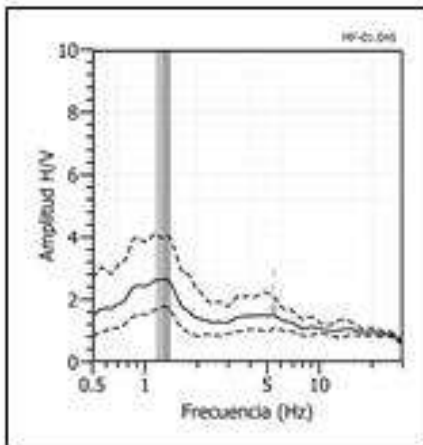
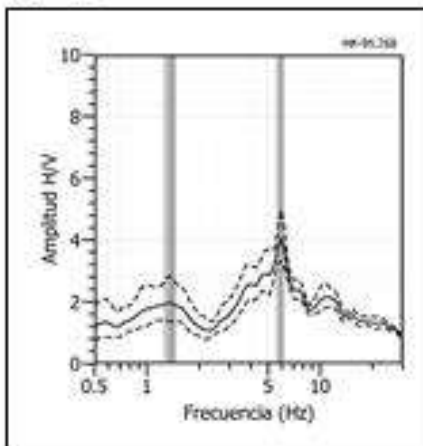


Figura 13. Distribución espacial de las frecuencias Fo (F<2.0 Hz) y razones espectrales características de la zona.

### MI - 01



### MI - 95



### MI - 147

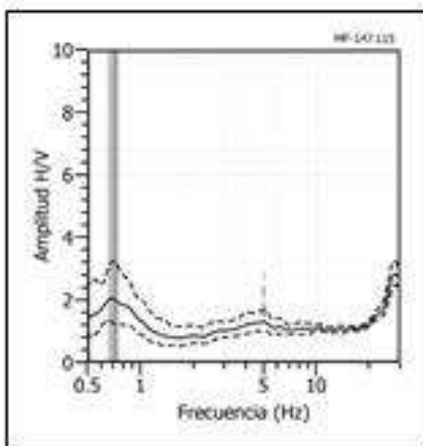


Figura 14. Ejemplos de razones espectrales (H/V) en el rango F0 ( $F < 2.0\text{Hz}$ ). Puntos MI-01, MI-95 y MI-147, ubicados, el primero entre las Av. Arequipa y Aramburu; el segundo en el parque Malecón de la Marina y el tercero, en el parque Francisco de Zela. Las líneas continuas representan la razón espectral y las discontinuas su desviación estándar. Las barras grises, definen la frecuencia predominante

Frecuencia predominante (F<sub>1</sub>): En la Figura 15, se muestra la distribución espacial de los valores de F<sub>1</sub>, con el predominio de valores entre 3.0 y 10 Hz (0.1 y 0.3 segundos), valores que se distribuyen de manera uniforme sobre todo el distrito de Miraflores.

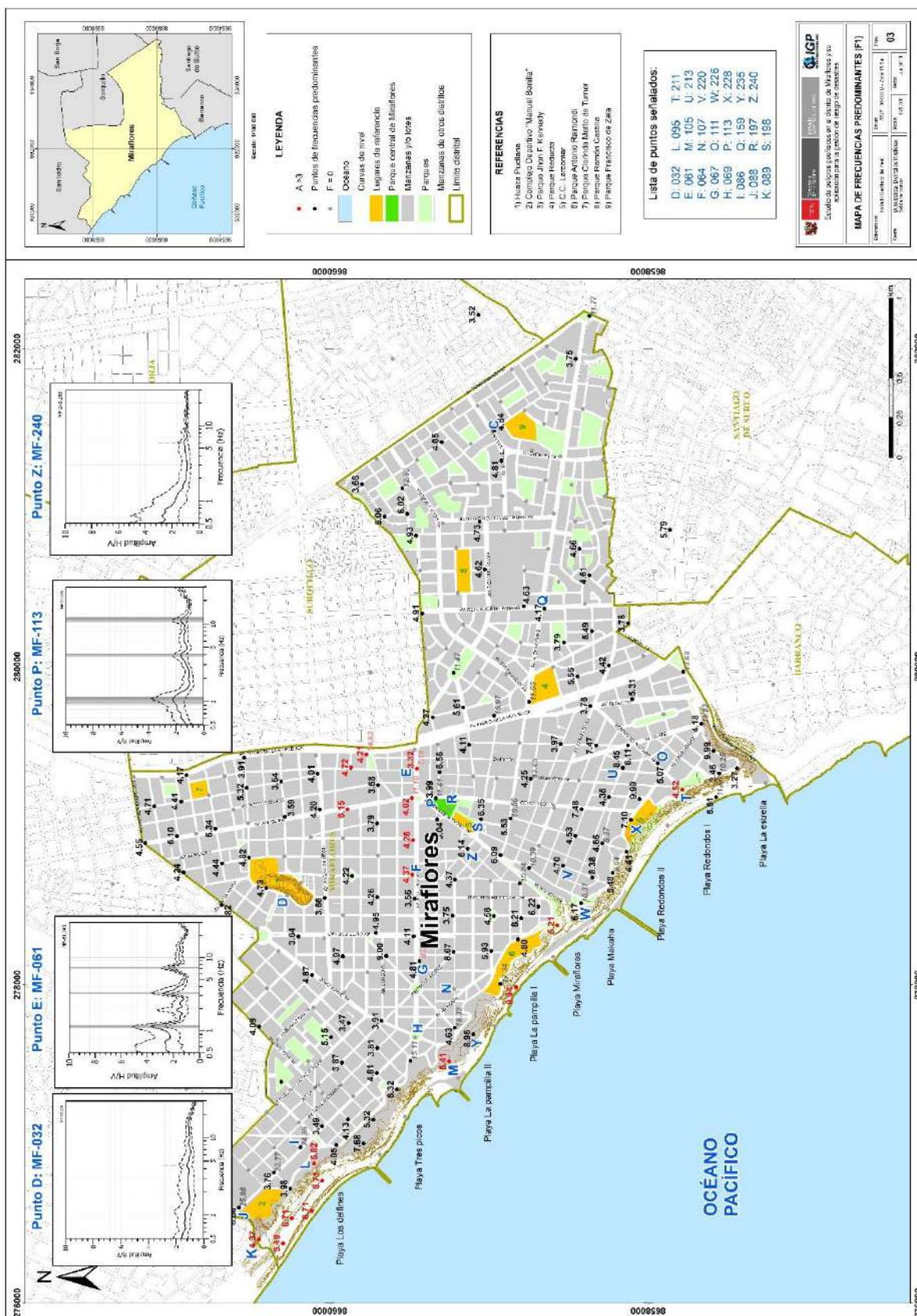


Figura 15. Distribución espacial de las frecuencias F<sub>1</sub> (F>2.0 Hz) y razones espectrales características para la zona. La línea discontinua delimita, el área con mayor amplificación en la zona céntrica.

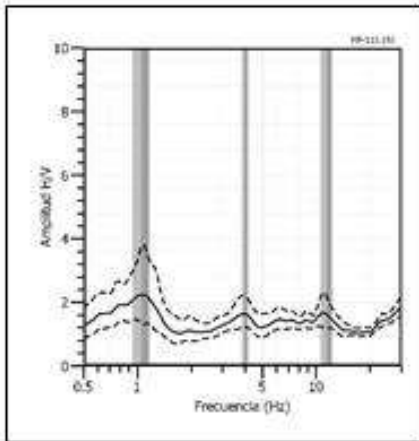
Las curvas de razones espectrales muestran diferentes características de acuerdo a su ubicación, tanto en el sector plano de la Terraza de Miraflores, en la zona alta y baja del acantilado de Miraflores. A continuación, se describe cada uno de estos sectores:

**Sector: Terraza de Miraflores.** *En este sector sobresalen principalmente frecuencias alrededor de 1.0 y 4.0 Hz, con bajas amplificaciones (<2 veces). La Figura 16a, muestra ejemplos de razones espectrales para los puntos MI-113, MI-197, MI-198, obtenidos en el parque John F. Kennedy de Miraflores. En todos sobresalen frecuencias a 1.0, 4.0 y 10 Hz respectivamente, con amplificaciones menores a 2 veces. Próximos a estos puntos, hacia el extremo NE del parque Kennedy, los valores observados en los puntos MI-61, MI-64, MI-67 (Figura 16c) muestran sensibilidad a similares frecuencias, pero con un incremento en su factor de amplificación. Asimismo, en este sector, las curvas de H/V presentan una forma particular para un área de menor dimensión (en el mapa, recuadro de líneas discontinuas), siendo necesario realizarse análisis más detallados.*

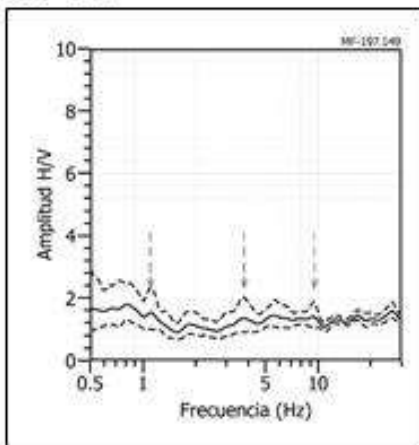
*En la Figura 16, se muestra ejemplos de razones espectrales obtenidos para los puntos MI-32, MI-159, MI-240 ubicados próximos a la Huaca Pucllana (extremo Norte), Av. Benavides (extremo sur), y Av. O. Benavides (zona céntrica) respectivamente, en todos se observa picos de frecuencias a 4.0 y 6.0 Hz con amplificaciones menores que 2 veces.*

*Estos resultados evidencian que los suelos, bajo el distrito de Miraflores, muestran sensibilidad principalmente para frecuencias entre 1.0 y 4.0 Hz (0.25 y 1.0 segundos), pero con bajos factores de amplificación.*

MI - 113



MI - 197



MI - 198

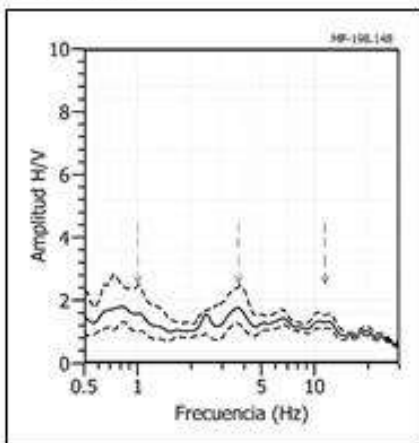
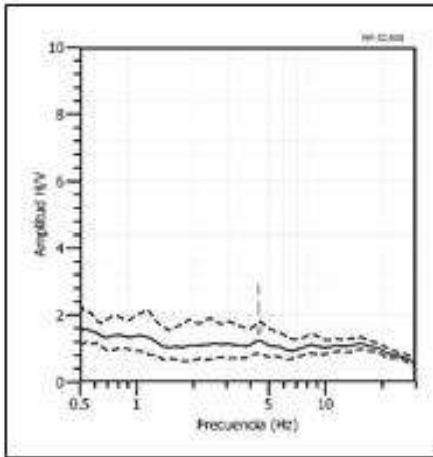
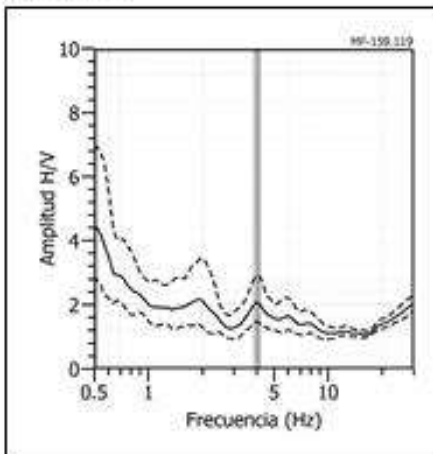


Figura 16. Ejemplos de razones espectrales (H/V) en el rango F1 ( $F > 2.0\text{Hz}$ ). a) Puntos MI-113, MI-197 y MI-198, ubicados en los parques John F. Kennedy y 7 de Junio. Las líneas continuas representan la razón espectral y las discontinuas su desviación estándar. Las barras grises, definen la frecuencia predominante.

### MI - 32



### MI - 159



### MI - 240

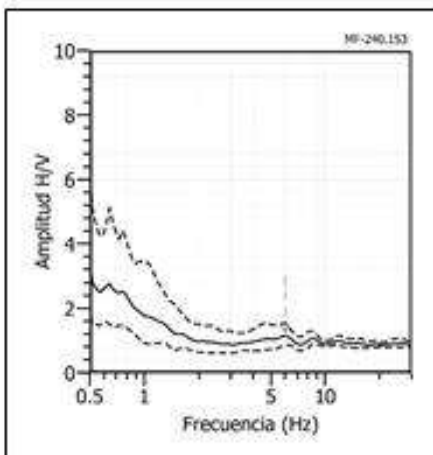
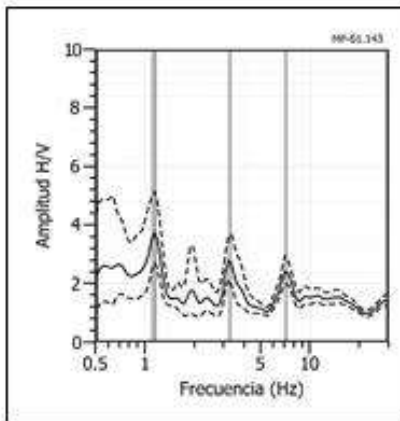
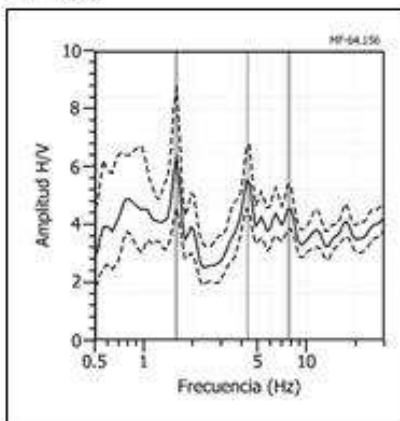


Figura 16. ...Continuación.../ Ejemplos de razones espectrales (H/V) en el rango F1 ( $F > 3.0\text{Hz}$ ). b) Puntos MI-19, MI-31 y MI-32, ubicados el primero en la Huaca Pucllana, el segundo en el cruce de las Av. Alfredo Benavides con República de Panamá y el tercero en la calle Berlín. Las líneas continuas representan la razón espectral y las discontinuas su desviación estándar. Las barras grises, definen la frecuencia predominante.

MI - 61



MI - 64



MI - 67

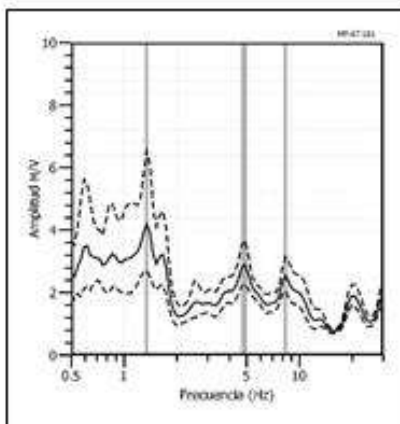


Figura 16. ...Continuación.../ Ejemplos de razones espectrales (H/V) en el rango F1 ( $F > 3.0\text{Hz}$ ): c) Puntos MI-61, MI-64 y MI-67 ubicados en la avenida José Pardo. Las líneas continuas representan la razón espectral y las discontinuas su desviación estándar. Las barras grises, definen la frecuencia predominante.

**Sector: Acantilado de Miraflores.** En este sector hay un cambio claro en el factor de amplificación del suelo, llegando a incrementarse en dirección de la zona de pendiente, en donde los valores son muy irregulares. En la Figura 17, se presenta las razones espectrales obtenidas sobre una línea perpendicular al acantilado, en los

cuales sobresalen frecuencias que fluctúan entre 4 y 10 Hz (0.1 y 0.25 segundos), con una clara diferencia en su factor de amplificación. Este incremento es notorio a intervalos de aproximadamente ~150 metros, pasando de 0.5 a 4 veces en dirección del acantilado. Estos resultados evidencian el cambio en la rigidez del suelo a cortas distancias.

**-Sector: Pie del acantilado y circuito de playa.** En la Figura 18, se muestra las razones espectrales obtenidas para los puntos MI-93, MI-229 y MI-234, ubicados en el circuito de playas, con el predominio de frecuencias a 8, 10 y 11 Hz; y amplificaciones de hasta 7 veces. Estos resultados se asocian a la baja consistencia del suelo y el alto nivel freático por la cercanía al mar.

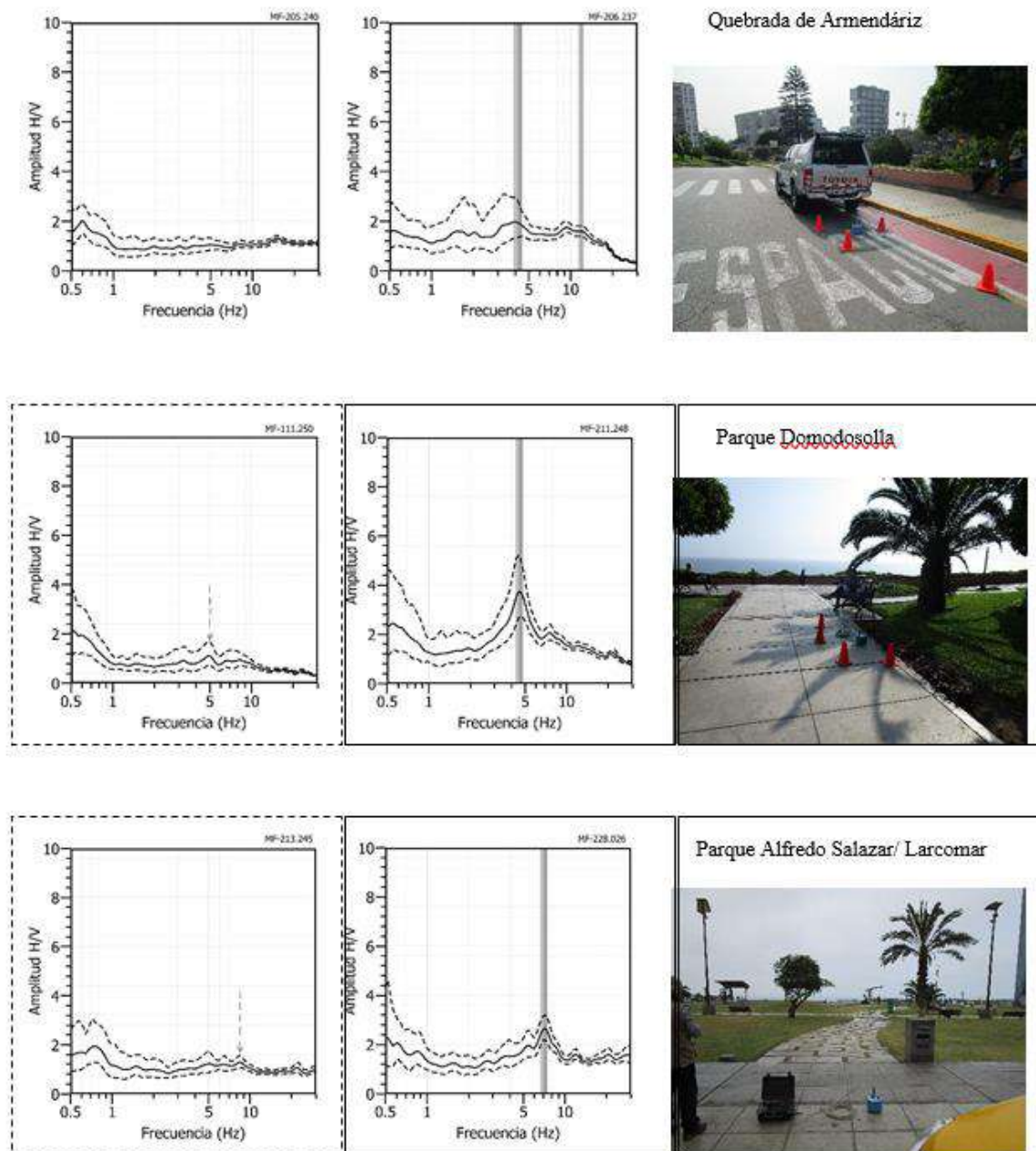


Figura 17. Ejemplos de razones espectrales (H/V), para puntos que definen el límite existente entre la terraza sobre la cual se encuentra el distrito y el acantilado. Los gráficos en recuadros interlineados corresponden a puntos ubicados a mayor distancia del acantilado. Las líneas continuas representan la razón espectral y las discontinuas su desviación estándar. Las barras grises, definen la frecuencia predominante.



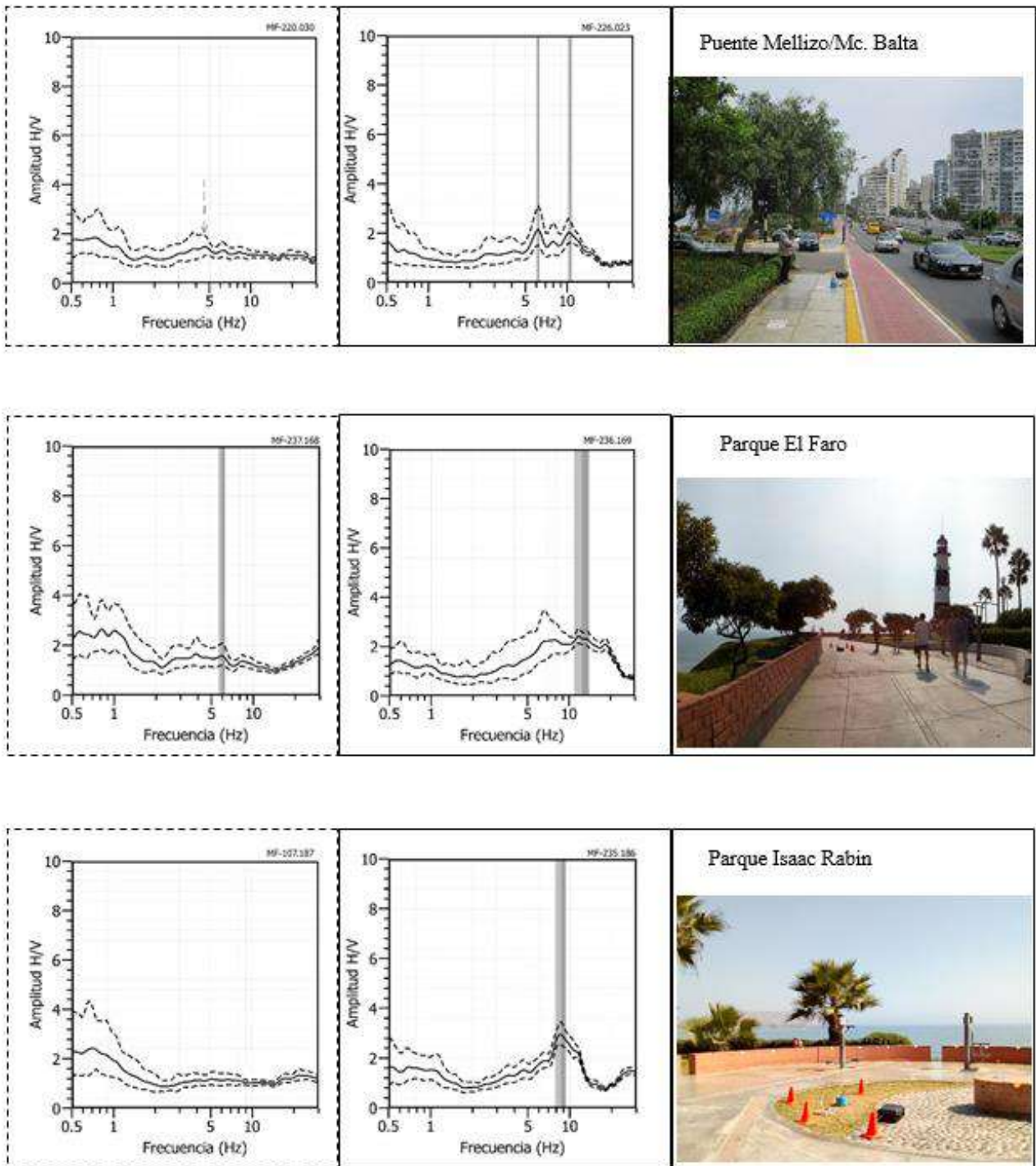


Figura 17. ...Continuación.../ Ejemplos de razones espectrales (H/V), para puntos que definen el límite existente entre la terraza sobre la cual se encuentra el distrito y el acantilado. Los gráficos en recuadros interlineados corresponden a puntos ubicados a mayor distancia del acantilado. Las líneas continuas representan la razón espectral y las discontinuas su desviación estándar. Las barras grises, definen la frecuencia predominante.

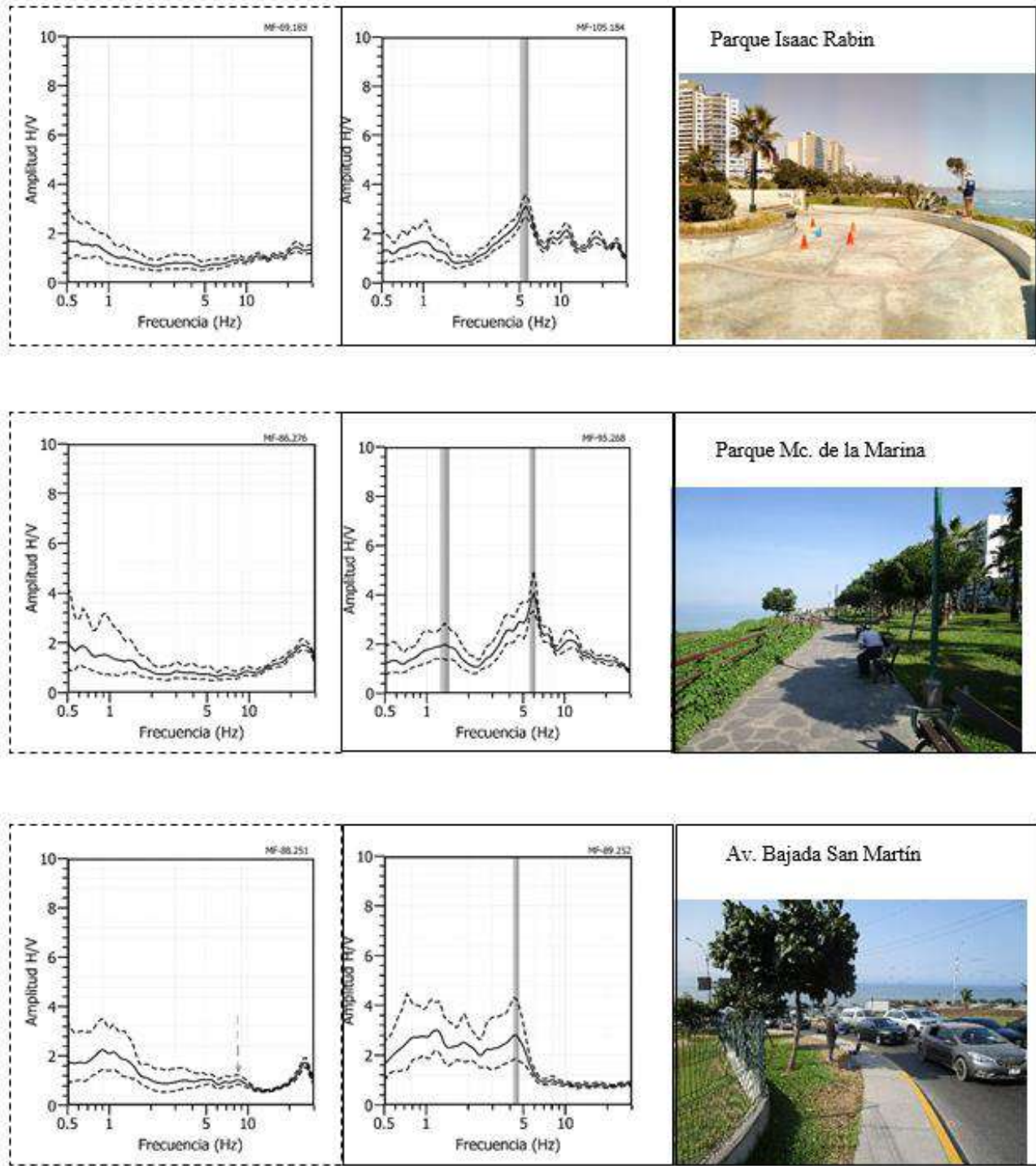
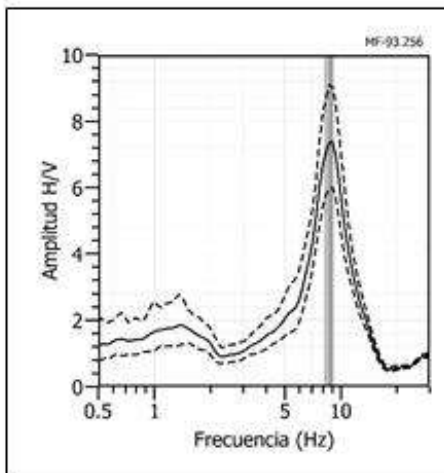
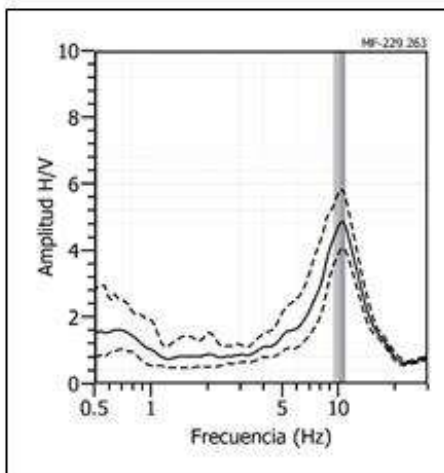


Figura 17. ...Continuación.../ Ejemplos de razones espectrales (H/V), para puntos que definen el límite existente entre la terraza sobre la cual se encuentra el distrito y el acantilado. Los gráficos en recuadros interlineados corresponden a puntos ubicados a mayor distancia del acantilado. Las líneas continuas representan la razón espectral y las discontinuas su desviación estándar. Las barras grises, definen la frecuencia predominante.

### MI - 93



### MI - 229



### MI - 234

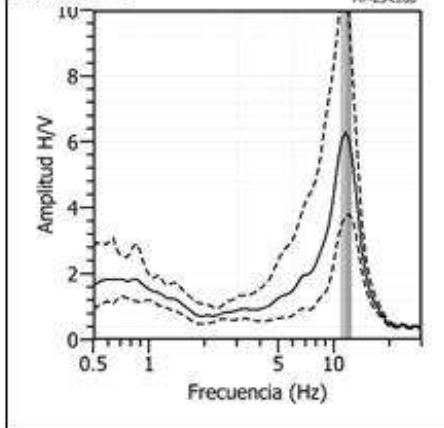


Figura 17. ...Continuación... / Ejemplos de razones espectrales (H/V) para F1 ( $F > 3.0$ Hz): Puntos MI-93, MI-229 y MI-234, ubicados en el circuito de playas; el primero en la playa los Delfines, el segundo debajo del C.C. Larcomar y el tercero debajo del parque del faro. Las líneas continuas representan la razón espectral y las discontinuas su desviación estándar. Las barras grises, definen la frecuencia predominante.

Los resultados muestran que en un 70% del área que corresponde al distrito de Miraflores, los suelos responden principalmente a frecuencias entre 3 y 10 Hz (periodos de 0,1 y 0,3 segundos) con bajas amplificaciones (Figura 18), evidenciando la existencia de suelos con un comportamiento dinámico homogéneo; pero que varía en rigidez conforme se avanza en dirección de la zona del acantilado. En esta dirección, las amplificaciones se incrementan hasta valores mayores 3 veces. En la zona del acantilado y zona de playa, las frecuencias predominantes tienen a valores mayores (periodos a 0,2 segundos) con amplificaciones que superan las 5 veces.

En general, en el área plana del distrito, se identifica la presencia de sectores que muestran sensibilidad en más de una frecuencia, pero por la rigidez del suelo, estos presentan baja amplificaciones. Estas zonas corresponden al parque María Reiche; al noreste de la Huaca Pucllana; parque Clorinda Matto de Turner y por el parque Francisco de Miranda.

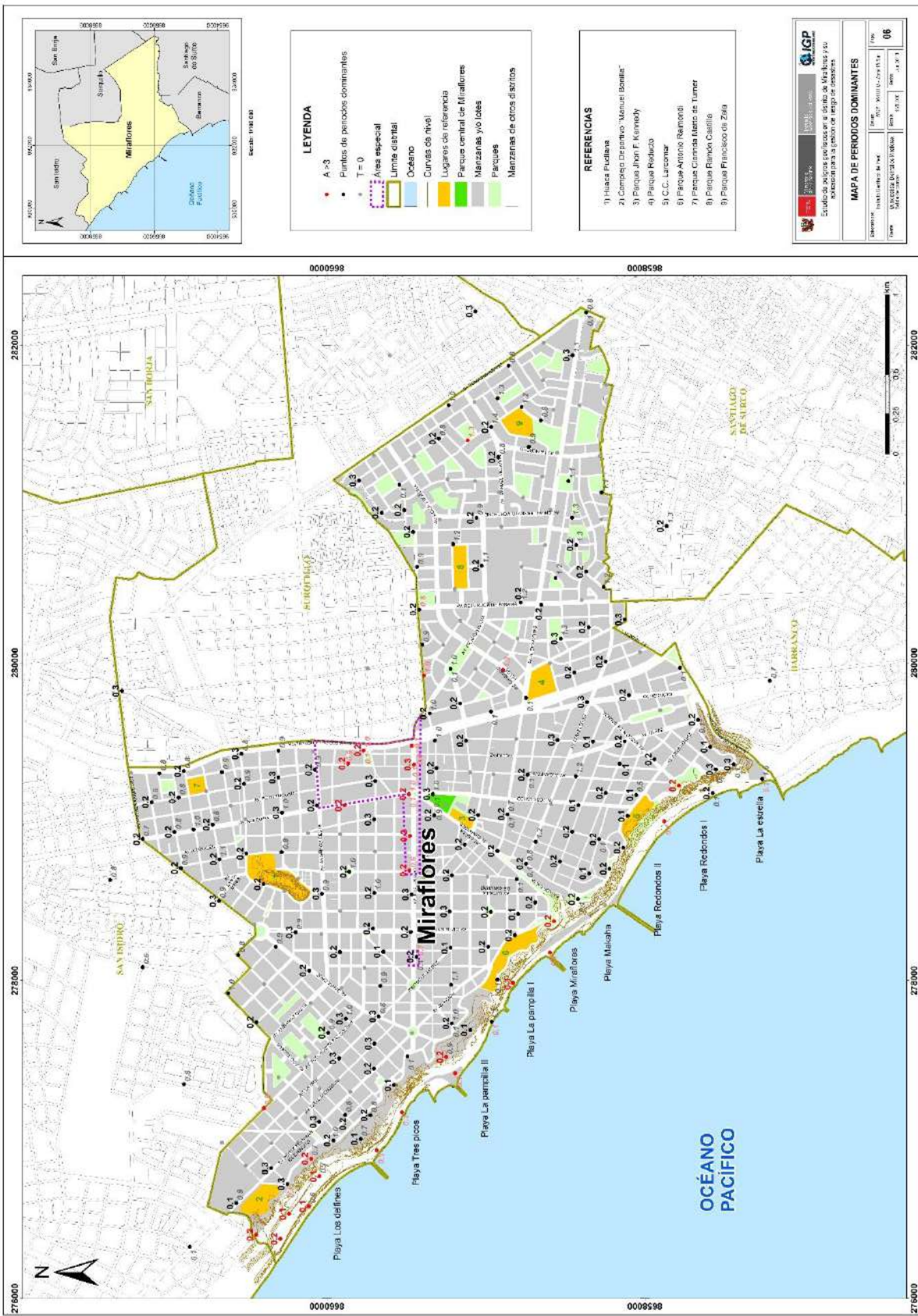


Figura 18. Mapa con la distribución de periodos dominantes del suelo, para el distrito de Miraflores. La línea discontinua delimita el área con mayor amplificación de suelos.

## Cortes geo-eléctricos

Los resultados obtenidos para los cortes geo-eléctricos de 08 líneas de tomografía distribuidas en el área del distrito de Miraflores se presentan en el Anexo I y sus principales características por sectores son:

### **Sector: Terraza de Miraflores:**

-La línea eléctrica LE05-MF ubicada al Norte del ovalo de Miraflores, cuadra 49 de la Av. Arequipa, presenta el predominio de valores medianamente resistivos en superficie ( $>100 \Omega.m$ ) y a profundidades mayores a los 10 metros, predominan valores bajos resistivos ( $<100 \Omega.m$ ), ver Figura 14. Los valores bajos, podrían asociarse a la presencia de limos y/o filtración del agua de un canal o tubería.

-Las líneas eléctricas LE06-MF y LE08-MF ubicadas al Este del Ovalo de Miraflores, parques Ramón Castilla y Francisco de Zela, presentan el predominio de valores medianamente resistivos a resistivos ( $>100 \Omega.m$ ), y a profundidades entre 15 a 20 metros, estos cambian de manera progresiva a valores bajos resistivos.

-La línea eléctrica LE07-MF ubicada en el parque Eduardo Villena Rey, sigue el patrón observado en la LE06-MF, pero con el predominio de valores altos resistivos a niveles superficiales y por debajo de los 20 metros de profundidad, estos tiene a disminuir ( $<100 \Omega.m$ ).

### **Sector: Acantilado de Miraflores**

-Las líneas LE02-MF y LE04-MF se ubican en el parque Antonio Raimondi y Malecón Balta, lugares en donde se observa el predominio de valores bajos a medianamente resistivos a niveles superficiales, y a profundidades mayores a los 15 metros, estos valores tienden a ser muy resistivos ( $>600 \Omega.m$ ). En la línea LE04-MF, los valores de resistividad son más altos en superficie, especialmente en su extremo NE. Los valores bajos resistivos probablemente se asocien a la filtración del agua por el riego de las áreas verdes.

-La línea eléctrica LE03-MF ubicada al Sur del Ovalo de Miraflores, en la bajada de Armendáriz, presenta valores medianamente resistivos a muy resistivos ( $>100 \Omega.m$ ) en casi la totalidad de la línea y valores bajos a muy bajos resistivos al extremo SO; es decir, cerca del acantilado y que podría deberse a la presencia de materiales calcáreos en proceso de saturación.

### **Sector: Pie del acantilado y circuito de playa**

-La línea eléctrica LE01-MF, se ubica en la playa Los Delfines. Aquí los valores obtenidos son medianamente resistivos a niveles superficiales y bajos resistivos ( $<100 \Omega.m$ ) a niveles más profundos. Esta distribución de valores de resistividad se asocia a la presencia de cantos rodados a niveles superficiales y a la saturación de las arenas debido a su proximidad con el mar.

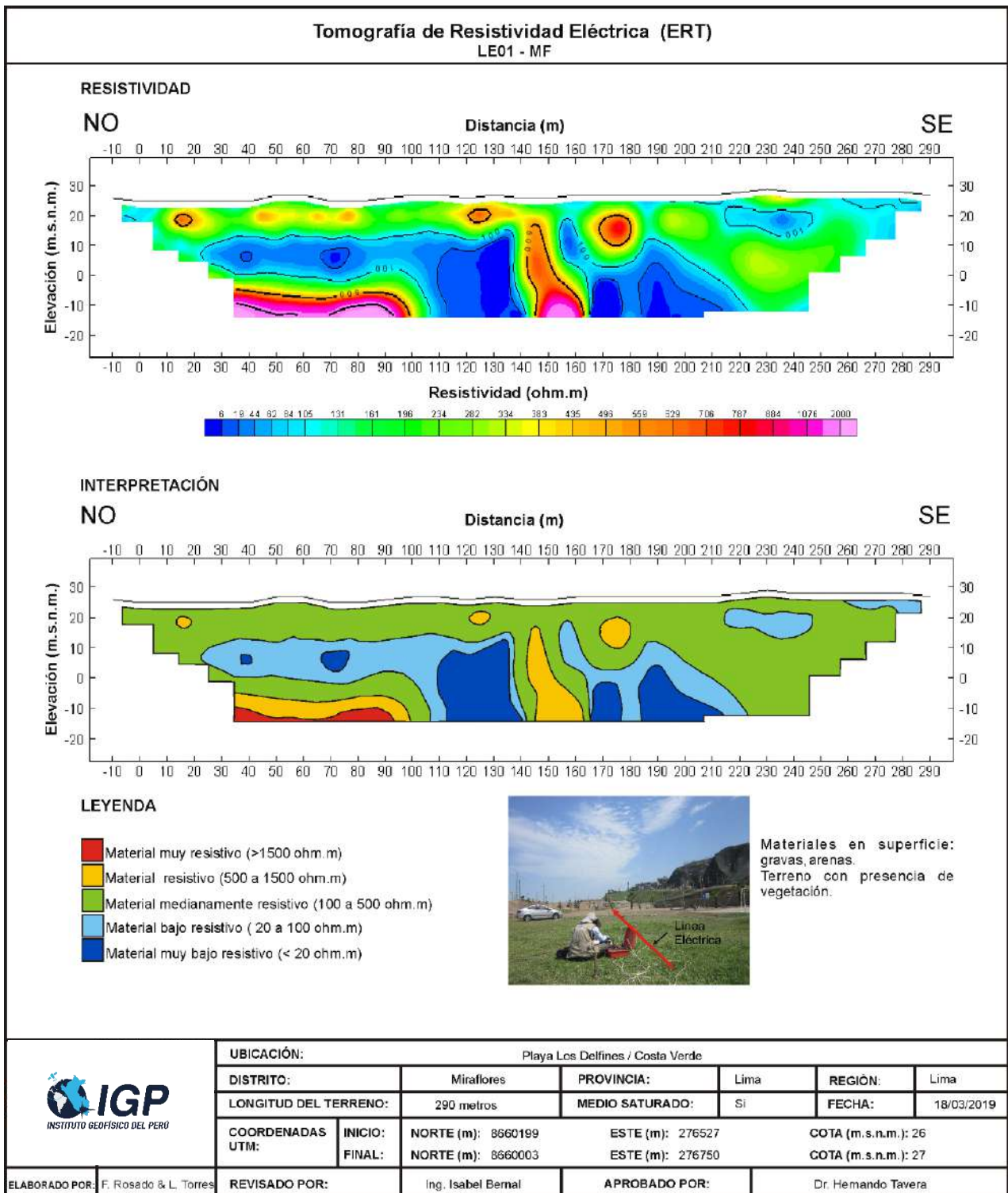


Figura 19. Análisis e interpretación geofísica para la línea de tomografía eléctrica LE01-MF.

De acuerdo a los resultados obtenidos, se define que los suelos saturados se encuentran al pie del acantilado debido a la presencia del mar. En la parte alta del acantilado, se identifica la presencia de zonas con bajos valores de resistividad, probablemente asociados a lentes de limo y/o suelos saturados por la filtración del agua de regadío en las áreas verdes y/o parques.

## Capas sísmicas

A continuación, se describen las características observadas en los perfiles de velocidad de ondas de corte ( $V_s$ ) obtenidos con el método sísmico –MASW (Anexo II). Para su interpretación, estos perfiles son agrupados según su similitud en los valores de de velocidad  $V_s$  y por su ubicación:

- Las líneas sísmicas LS01-MI y LS09-MI, realizadas próximas al estadio Manuel Bonilla y al parque Melitón Porras, evidencian la presencia de suelos conformados por tres capas sísmicas (Figura 20): la primera de 2 a 4 metros de espesor y velocidades  $V_s$  entre 200 a 260 m/s debido a la presencia de suelos moderadamente rígidos; la segunda con espesores de 5 a 7 metros y velocidades de 430 a 450 m/s que corresponderían a suelos rígidos y la tercera, con espesores de 14 a 37 metros y velocidades de 600 a 750m/s que corresponden a suelos muy rígidos o roca blanda. La superficie de contacto con el semiespacio presenta velocidades  $V_s > 850$  m/s, lo cual sugiere la presencia de roca moderadamente dura.
- Las líneas sísmicas LS02-MI, LS03-MI, LS06-MI, LS10-MI, LS11-MI y LS12-MI, realizadas en el parque Eduardo Villena Rey (LS02), en la Av. Arequipa (LS03), Colegio de Ingenieros del Perú - CIP (LS06), y en los parques Reducto N°2 (LA10), Ramón Castilla (LS11) y Francisco de Zela (LS12); muestran la presencia de suelos conformados por tres capas sísmicas. La primera capa presenta espesores de 4 a 7 metros y velocidades  $V_s$  de 360 a 440 m/s que corresponden a suelos rígidos, la segunda capa con espesores de 5 a 16 metros y  $V_s$  de 570 a 730m/s correspondientes a suelos muy rígidos o roca blanda y la tercera capa, con espesores de 14 a 30 metros y  $V_s$  de 800 a 1000 m/s, que junto con la superficie de contacto o semiespacio ( $V_s > 1000$  m/s), sugieren la presencia de rocas moderadamente duras.
- Las líneas sísmicas LS04-MI y LS08-MI: realizadas en el circuito de playas, playa la Pampilla I (LS04) y playa La Estrella (LS08); evidencian que los suelos están conformados por dos capas sísmicas. La primera capa con 7 metros de espesor y velocidad  $V_s$  de 310 m/s correspondiente a suelos moderadamente rígidos; la segunda con espesores de 8 a 24 metros, con velocidad  $V_s$  de 670 a 970 m/s, sugieren suelos muy rígidos o roca blanda y la tercera capa, junto a la superficie de contacto con el semi-espacio, sugieren la presencia de roca moderadamente dura con velocidades  $V_s > 1100$  m/s.
- Las líneas sísmicas LS05-MI y LS07-MI, realizadas en los parques Antonio Raimondi (LS05) y 7 de Junio cerca del parque Kennedy (LS07), permiten identificar la presencia de suelos conformados por tres capas sísmicas: la primera de 5 a 7 metros de espesor y velocidad  $V_s$  de 310 a 340 m/s correspondiente a suelos moderadamente rígidos; la segunda con espesores de 10 a 21 metros, con velocidad  $V_s$  de 570 a 680 m/s que sugieren suelos muy rígidos o roca blanda y la tercera capa, con espesores de 15 a 18 metros y  $V_s$  de 890 a 930m/s correspondientes a rocas moderadamente duras. La superficie de contacto con el semi-espacio presenta velocidades  $V_s > 1100$  m/s, lo cual sugiere la presencia de roca moderadamente dura.

En la Tabla 4, se resumen los valores de velocidades de ondas de corte  $V_s$  obtenidos en los distintos tipos de perfiles de suelo. En general, se observa la presencia de una capa superficial con espesor entre 2 y 5 metros y velocidades que varían entre 250 y 400 m/s; esta se asienta sobre capas cuyas velocidades varían de 400 a 800m/s, correspondiendo a suelos rígidos a muy rígidos.



Tabla 4. Valores de espesor en velocidades ( $V_s$ ) de ondas en los perfiles sísmicos obtenidos para el distrito de Miraflores.

Línea Sísmica	Superficie $\longrightarrow$ Profundidad								VS30 (m/s)
	N° DE CAPA								
	1		2		3		Semiespacio		
$V_s$ (m/s)	Esp. (m)	$V_s$ (m/s)	Esp. (m)	$V_s$ (m/s)	Esp. (m)	$V_s$ (m/s)	Esp. (m)		
LS01-MF	268	2	458	5	740	37	1028	-	599
LS02-MF	415	5	726	15	1078	34	1298	-	690
LS03-MF	434	5	699	8	900	18	1225	-	697
LS04-MF	311	7	669	8	1199	-	-	-	622
LS05-MF	336	7	674	21	895	15	1109	-	548
LS06-MF	393	4	660	7	872	20	1034	-	705
LS07-MF	311	5	576	10	928	18	1304	-	588
LS08-MF	310	7	967	24	1175	-	-	-	639
LS09-MF	216	4	435	7	610	14	861	-	476
LS10-MF	366	4	641	16	977	27	1178	-	639
LS11-MF	375	4	575	5	813	14	1058		685
LS12-MF	444	7	728	13	1065	38	1259	-	686

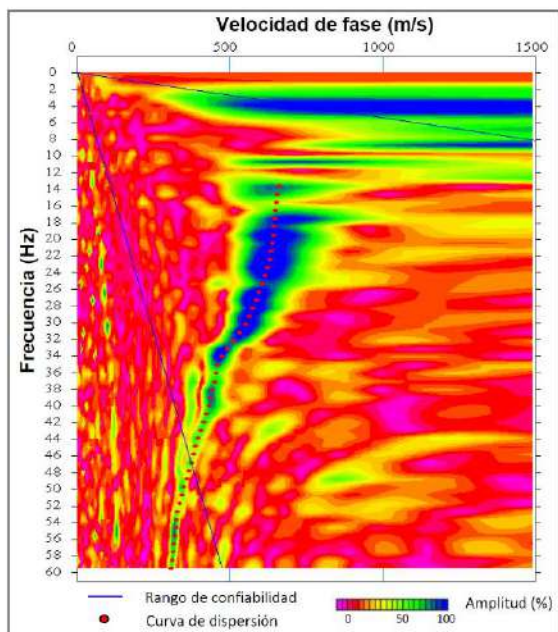
  

<span style="display:inline-block; width:15px; height:10px; background-color: #f08080; border:1px solid black;"></span>	Suelo blando ( $V_s < 180$ m/s)
<span style="display:inline-block; width:15px; height:10px; background-color: #ffcc99; border:1px solid black;"></span>	Suelo moderadamente rígido (180 – 350 m/s)
<span style="display:inline-block; width:15px; height:10px; background-color: #ffff99; border:1px solid black;"></span>	Suelo rígido (350 – 500 m/s)
<span style="display:inline-block; width:15px; height:10px; background-color: #99ff99; border:1px solid black;"></span>	Suelo muy rígido o roca blanda (500 – 800 m/s)
<span style="display:inline-block; width:15px; height:10px; background-color: #66ff66; border:1px solid black;"></span>	Roca moderadamente duro (800 – 1500 m/s)
<span style="display:inline-block; width:15px; height:10px; background-color: #00ff00; border:1px solid black;"></span>	Roca dura ( $V_s > 1500$ m/s)

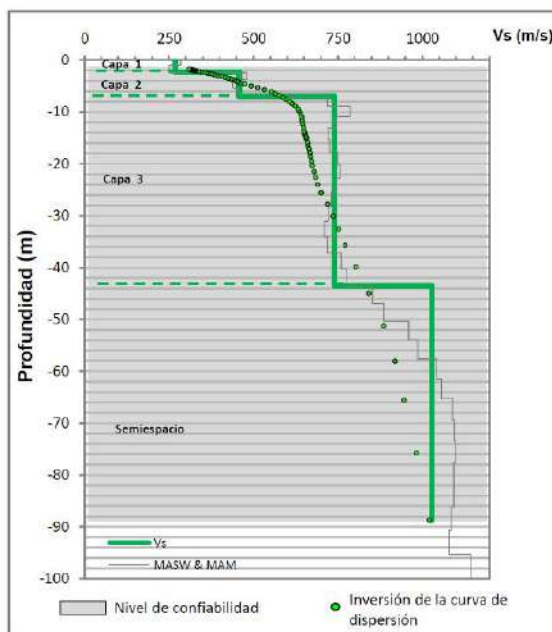
Análisis Multicanal de Ondas Superficiales y Microtremores (MASW y MAM 1D)

LS01-MF

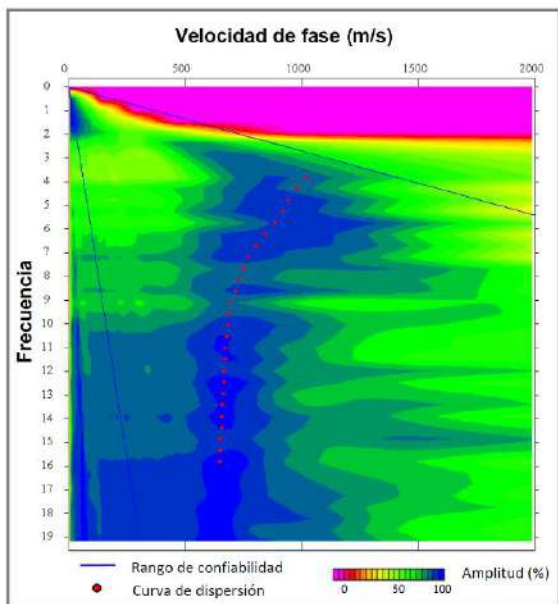
Curva de dispersión



Perfil de velocidad Vs



Curva de dispersión MAM



Resultados

Capa sísmica	Espesor (m)	Vs (m/s)
1	2	268
2	5	458
3	37	740
Semi-espacio	-	1028

*Vs=Velocidad de ondas de corte.*



Zonificación Sísmica - Geotécnica

	UBICACIÓN:	Costado del estadio Manuel Bonilla				
	DISTRITO:	Miraflores	PROVINCIA:	Lima	REGIÓN:	Lima
	LONGITUD DEL TENDIDO:	92 mts.	MEDIO SATURADO:	-	FECHA:	27/05/2019
	COORDENADAS UTM:	NORTE (m) : 8660330		ESTE (m) : 276713		COTA (m.s.n.m) : 74
	ELABORADO POR:	Ing. Wilfredo Sullá	REVISADO POR:	Dra. Isabel Bernal	APROBADO POR:	Dr. Hernando Tavera

Figura 20. Resultados obtenidos con el método MASW y MAM para el arreglo sísmico LS01-MI

## Zonificación geofísica de los suelos de Miraflores

El área urbana de Miraflores está asentada sobre una terraza plana de gran espesor conformada por depósitos aluviales, siendo el accidente topográfico más resaltante, el acantilado de la costa verde (Figura 16). En este escenario y de acuerdo con los resultados obtenidos a partir de la distribución espacial de las frecuencias predominantes y/o periodos dominantes del suelo y métodos sísmicos – eléctricos aplicados, en el distrito de Miraflores se define la existencia de dos zonas con diferente comportamiento dinámico, siendo sus principales características, las siguientes (Figura 17):

-ZONA I. Esta zona abarca el 90% del área urbana de Miraflores, y aquí predominan los periodos entre 0,2 y 0,3 segundos, con amplificaciones máximas relativas menores a 2 veces y velocidades de ondas de corte que varían entre 500 y 700 m/s a niveles superficiales (correspondiendo a suelos de medianamente rígidos a rígidos). Según la Norma E.030, corresponden a suelos Tipo S1.

Sin embargo, en esta zona se identifica dos peculiaridades importantes:

- 1) En diversos sectores del área urbana se identifica un segundo pico de respuesta del suelo a periodos mayores a 0,6 segundos (áreas con líneas inclinadas en naranja), pero con bajas amplificaciones. Estas áreas se ubican entre las Av. Paseo de la Republica y Av. Arequipa; Av. Angamos Oeste y Av. Oscar Valdez; entre la Av. Roca y Boloña y Av. A. Benavides.
- 2) Existe un área en la zona céntrica del distrito, donde los suelos responden a periodos alrededor de 0.1, 0.25 y 1.0 segundos, con amplificaciones máximas relativas mayores a 2 veces; además de bajas resistividades a aproximadamente los ~10 metros de profundidad. Las velocidades de ondas de corte varían entre 300 a 600 m/s, que corresponde a suelos consistentes. Esta área se ubica entre las Avenidas Angamos Oeste y Ricardo Palma; y Avenidas Paseo de la Republica y Arequipa.

-ZONA II. Esta zona se encuentra ubicada en el extremo Oeste del área de estudio y considera a la zona del acantilado de Miraflores. En esta zona, los suelos responden principalmente a periodos entre 0.2 y 0.3 segundos, con velocidades de ondas de corte que varían entre 200 y 400 m/s para la capa superficial, correspondiendo a suelos moderadamente rígidos, pero se observa un claro incremento en su amplificación máximas relativas conforme se tiene al acantilado (~4 veces). Debido a sus irregularidades topográficas e inestabilidad dinámica, esta zona se considera como suelos Tipo S4 o excepcionales. La continua erosión que afecta a los suelos genera cambios en su rigidez y respuesta dinámica ante la ocurrencia de sismos.

En general, la terraza sobre la cual se asienta el distrito de Miraflores, presenta suelos medianamente rígidos a rígidos en superficie que se superponen a suelos muy rígidos por debajo de los 15 a 20 metros de profundidad. Cerca del acantilado, se identifica la presencia de una zona de transición antes de llegar a la zona de pendiente, presentando gran irregularidad debido a que viene siendo continuamente erosionado (Figura 21).



Figura 21.  
Vista de los depósitos aluviales en el corte del acantilado de la Costa Verde.

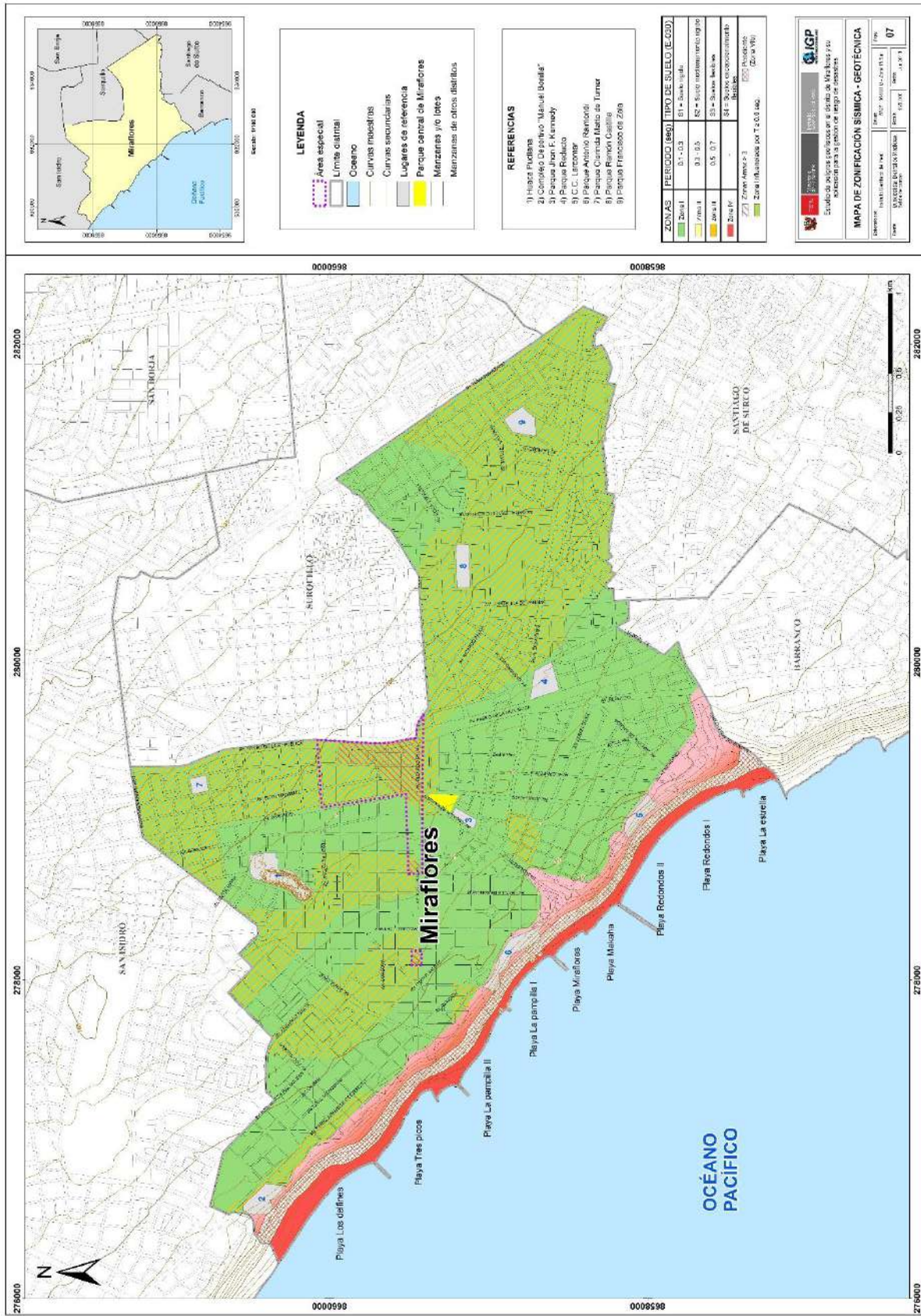


Figura 22. Mapa de Zonificación de los suelos en el distrito de Miraflores.

## Referencias Componente 1

Bernal Isabel. (2006), "Microzonificación sísmica de la ciudad de Tlaxcala, México", Tesis de Maestría, Posgrado en Ciencias de la Tierra, UNAM.

Loke, M. (2004). Tutorial: 2-D and 3-D electrical imaging surveys.

Nakamura, Y. (1989). A method for dynamic characteristics estimation of subsurface using microtremor on the ground surface. QR Railway Tech. Res. Inst., 30(1), 25-33.

Sesame (2004). Guidelines for the Implementation of the H/V Spectral Ratio Technique on Ambient Vibrations Measurements Processing and Interpretation. European Commission- Research General Directorate.

## Componente 2: Análisis de estabilidad de los acantilados de la Costa Verde ubicados en el distrito

Geomorfológicamente, el distrito de Miraflores está conformado por el abanico aluvial del río Rímac donde se desarrolla el casco urbano, el acantilado de la Costa Verde, cárcavas y playas. Geológicamente, se asienta sobre el depósito aluvial proveniente de la dinámica del río Rímac conformado por clastos redondeados soportados en matriz areno limosa arcillosa. En la parte media y baja del acantilado se evidencia la presencia de una capa de travertinos (disolución de roca caliza) que cubren a los clastos dando cierta estabilidad al acantilado, y depósitos marinos.

El evento geodinámico usualmente identificado en el distrito de Miraflores, es la caída de rocas que se producen en la parte superior del acantilado, por lo que esta componente tuvo como metas contar con la caracterización geológica, geomorfológica y geodinámica en el acantilado del distrito de Miraflores; así como realizar la caracterización geotécnica del distrito de Miraflores: Mapa de tipo de suelos (SUCS) y capacidad de carga admisible, a partir de información secundaria (expedientes técnicos de construcciones) proporcionada por la municipalidad de Miraflores, y finalmente, analizar la estabilidad del talud en el acantilado de Miraflores en condición estática y dinámica. Así, las actividades realizadas para el desarrollo de esta componente fueron:

- Recopilación y revisión de estudios técnicos realizados en el distrito de Miraflores (acantilado de la Costa Verde).
- Trabajo de campo: cartografiado geológico, geomorfológico, geodinámico en el distrito de Miraflores, así mismo, se identificó las zonas a realizarse las calicatas en el acantilado (parte superior e inferior) para el análisis de estabilidad del talud.
- Elaboración del informe final que incluye mapas temáticos a escala 1/20000 (Anexo 04) y análisis (estático y pseudo estático) de perfiles del talud.

Para los estudios realizados, se utilizó la base topográfica del distrito de Miraflores proporcionada la municipalidad de Miraflores, la misma que está caracterizada con equidistancias de curvas de nivel cada 2,5m. Además, se realizó la revisión de la información técnica disponible en la literatura y cuyos importantes:

- Geología y evaluación de peligros geológicos en la Costa Verde (León et al., 2015). Concluye que: “Los desprendimientos de rocas sobre la vía Costanera son procesos recurrentes que demandan un sistema de alerta temprana e investigar a mayor detalle para poder elegir la mejor solución posible. Teniendo en cuenta la ubicación de Lima en una zona altamente sísmica, el riesgo es elevado...”.
- Microzonificación geotécnica-sísmica. Proyecto complejo hotel-centro comercial Larco Mar, (Hurtado Ingenieros E.I.R.L., 2012). Indica que: “el distrito de Miraflores se encuentra asentado en el cono de deyección del río Rímac, por lo cual el suelo consiste en un material aluvial de estructura lentiforme entrelazada de depósitos superpuestos de cantos rodados, arena, arcilla y limos... Los taludes en su mayoría están conformados por paquetes de gravas y costras calcáreas y vegetación abundante que dan estabilidad al talud.
- Manejo y estabilidad de taludes (ECOTEC S.A., 1998). Determinó textualmente; “En el aspecto de delimitación de zonas susceptibles de erosión y zonas estables o inestables se han identificado las siguientes áreas morfo-dinámicas:

- Escarpes con cementante que conforman la base del acantilado y que tienen variables entre 50 y 60° y se encuentran cubiertas por una costra calcárea cementante (travertinos).
- Quebradas y cárcavas: El talud natural se encuentra disectado por varias quebradas y cárcavas, cuyo ancho y profundidad van disminuyendo conforme bajan hasta llegar al pie del talud (Autopista Costa Verde)”

Concluye que: “El nivel freático ha descendido con los años, observados- antiguos niveles en el talud del acantilado, los cuales han formado una costra calcárea cementante al precipitar sus componentes. Actualmente, se encuentra a 3,50m debajo de la pista Costa Verde”.

## Geomorfología

La geomorfología estudia las diferentes formas del relieve de la superficie terrestre (geoformas) y los procesos que las generan, este relieve es el resultado de la interacción de fuerzas endógenas y exógenas. En el distrito de Miraflores se han reconocido cuatro (04) unidades geomorfológicas, que se describen a continuación:

- **Abanico aluvial:** Se forman en aquellas partes del terreno donde la pendiente disminuye y las corrientes de agua pierden velocidad depositando los materiales (sedimentos) en forma rápida y perdiendo su cauce, este evento repetido muchas veces en el tiempo produce un depósito de forma triangular. El abanico aluvial sobre el cual se asienta Miraflores (Figura 23), es producto de la dinámica fluvial del río Rímac y está constituido por material de río (clastos redondeados, arenas, limos y arcillas).



Figura 23.  
Abanico aluvial  
del río Rímac

- **Acantilado:** Es una escarpa vertical producida por la socavación y desplome de materiales de la costa (rocas y/o depósitos). En el distrito de Miraflores el acantilado presenta 65° a 80° de inclinación aproximadamente, la altura con respecto al nivel del mar es de 60 m a 80 m, presenta cobertura con geomallas para evitar que el desprendimiento de los cantos rodados impacte en la Vía Costa Verde (circuito de playas y costanera) sobre los vehículos y/o personas.





Figura 24. Vista del acantilado en el distrito de Miraflores

- **Cárcavas:** Son surcos originados por la erosión de las aguas pluviales estacionales. Las cárcavas en el distrito de Miraflores disectan (cortan) perpendicularmente el acantilado, estas se originan en zonas de mayor predominio de materiales finos (lentes de arenas y limos) (Figura 25).



Figura 25. Cárcava en el acantilado de la Costa Verde - Miraflores.

- **Playa:** Son acumulaciones transitorias de material fragmentario presente a lo largo de la línea de la costa. Estos depósitos pueden ser removidos o reemplazados por otros materiales de acuerdo al cambio estacional de las mareas (arenas, cantos rodados, entre otros). En el distrito de Miraflores las playas están constituidas por cantos rodados provenientes de la cuenca alta del río Rímac y dinámica fluvial del mismo (Figura 26).



Figura 26. Vista de las playas en el distrito de Miraflores

## Geología

En el distrito de Miraflores y a lo largo del acantilado se han identificado 2 unidades litoestratigráficas de edad reciente (cuaternario) conformadas por depósitos aluviales y marinos que se describen a continuación:

- **Deposito aluvial (Qp-al):** Conformado por cantos redondeados soportados en matriz arenosa limo arcillosa, que pertenecen a las últimas avenidas aluviales del río Rímac.

El depósito aluvial en el distrito de Miraflores se evidencia en el acantilado, formado en la parte superior por el conglomerado con intercalación de lentes de arenas limosa-arcillosa de espesor aproximado de 1.00m; en la parte media y baja se evidencian costras calcáreas (travertino) producto de filtraciones de agua en lentes de carbonatos que ha cementado y cubre al conglomerado (Raygada, 2011). (Figuras 27 y 28).

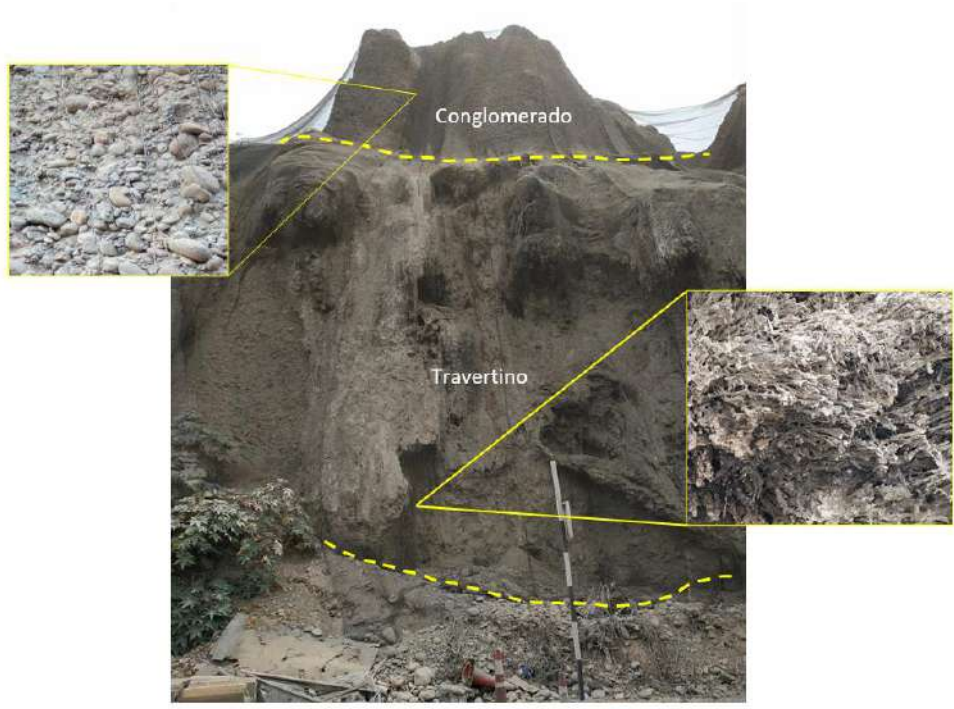


Figura 27. Travertino en forma de cavernas en el acantilado de la Costa Verde - Miraflores parte media-baja).

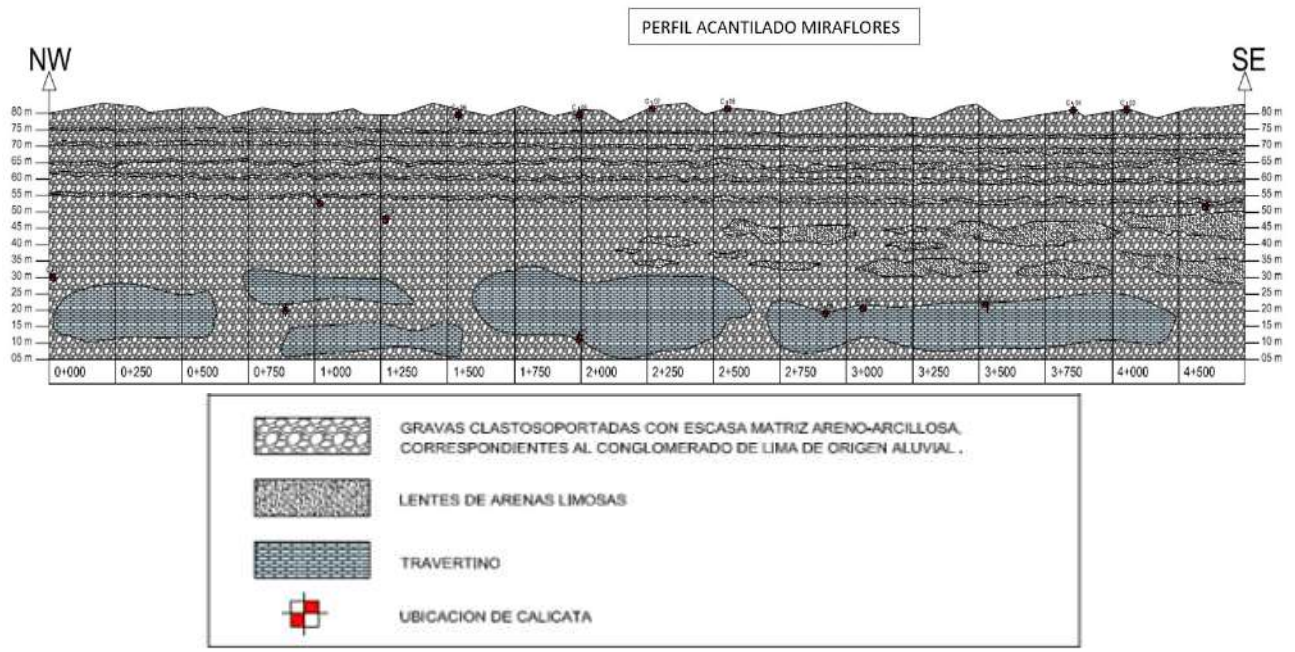


Figura 28. Perfil del acantilado del distrito de Miraflores en donde se evidencian los lentes de arenas limo y arcillas intercalados con el conglomerado y el travertino.

- **Depósito marino (Qh-m):** En el distrito de Miraflores, los depósitos marinos se evidencian en las playas, constituidos por cantos de forma redondeada y alargada, producto de la dinámica de las olas del mar, denominadas de norte a sur playa como: Los Delfines, Huayquiqui, Makaha, Redondo, La Estrella, Las Piedritas) en una longitud aproximada de 4,5 km (Figura 29).



Figura 29.  
Depósito marino  
en el distrito de  
Miraflores

## Geodinámica

La caída de rocas es el resultado del debilitamiento de la masa rocosa, debido a la fragmentación y a la ausencia de soporte lateral, produciendo un deterioro en la estructura del talud por la acción de la meteorización. En el distrito de Miraflores, la caída de cantos rodados se produce en la parte superior y a lo largo del acantilado, debido a factores detonantes como la erosión eólica, brisa marina y llovizna; todas actúan sobre la matriz arenosa limosa arcillosa (factor condicionante) que llegan a inestabilizar los cantos produciendo la caída de los mismos.

Actualmente, el acantilado en el distrito de Miraflores con una longitud aproximada de 4.5 km se encuentra cubierto por geomallas con vegetación, cuya función es retener el material desprendido, evitar la erosión eólica y que este, al caer no dañe algún vehículo y/o peatón circundante en la vía costanera y/o circuito de playas (Figura 30).



Figura 30. Geomalla recubre el acantilado en el distrito de Miraflores.

## Geotecnia

La geotecnia es la rama de la geología aplicada que se encarga del estudio de las propiedades físicas mecánicas, así como, el comportamiento de los suelos, mediante la aplicación de técnicas de exploración e investigación geotécnica, entre las cuales se tiene: calicatas, perforaciones, ensayos de mecánica de suelos, etc.

### Análisis geotécnico a partir de información secundaria

En el distrito de Miraflores no se pudieron realizar exploraciones geotécnicas (calicatas) debido a que se encuentra totalmente urbanizado y pavimentado, ante ello, se optó por trabajar con información secundaria proporcionada por la municipalidad de Miraflores (expedientes de construcciones realizadas desde el 2016 en adelante: multifamiliares, edificios, entre otros). Se trabajaron con 41 expedientes, en ellos se analizaron los estudios de mecánica de suelos, obteniendo los datos de tipo de suelos en base a la clasificación SUCS y capacidad de carga admisible de los mismos.

En base a la información secundaria analizada (Tabla 05), se determinó que el distrito de Miraflores está constituido por tres tipos de suelos (SUCS):

- Grava pobremente graduada (GP)
- Grava limosa (GM)
- Grava pobremente graduada - grava limosa (GP-GM)

Siendo predominante el tipo de suelo GP.

Tabla 5. Información de calicatas (expedientes técnicos) proporcionada por la municipalidad de Miraflores.

Calicata	Este (m)	Norte (m)	SUCS
1	277917	8659212	GP
2	281376	8659507	GP
3	279701	8659249	GP
4	279394	8658604	GM
5	279626	8659230	GP
6	281278	8658682	GP
7	279426	8658200	GP
8	279100	8659780	GP
9	278649	8659129	GP
10	279252	8659132	GM
11	278700	8658673	GP
12	278784	8660631	GP
13	278890	8658130	GP
14	279012	8659912	GP
15	279895	8658326	GP-GM
16	278880	8658105	GP
17	278740	8660850	GP
18	277962	8659497	GP
19	279311	8659275	GP
20	279695	8658516	GP
21	277353	8659971	GP
22	278729	8659000	GP-GM
23	277529	8659357	GP
24	277222	8666471	GP
25	279117	8659672	GP
26	279986	8658748	GP
27	279962	8658279	GP
28	280941	8658981	GP
29	279157	8658692	GP
30	278839	8658164	GP
31	278027	8660250	GP-GM
32	280440	8659146	GP-GM
33	279314	8659003	GP
34	278825	8660769	GP
35	281058	8658803	GP
36	279416	8658627	GP
37	277200	8659784	GP
38	278039	8659766	GP
39	277858	8660400	GP
40	277996	8659870	GP
41	278053	8659900	GP

Un parámetro importante es la capacidad de carga admisible, la que se define como el esfuerzo máximo que puede ser aplicado a la masa de suelo y se encuentra establecido por la relación entre la carga última y un factor de seguridad cuyo valor es de 3. La capacidad de carga admisible de los suelos en el distrito de Miraflores se clasifica de Media (2,89 a 2,90 kg/cm<sup>2</sup>) a Alta (> a 3,0 gr/cm<sup>3</sup>), tal como se puede ver en Tabla 06.

Tabla 6. Capacidad de carga admisible de los suelos Miraflores

Calicata	Este	Norte	SUCS	Capacidad de carga admisible (kg/cm <sup>2</sup> )	Denominación
1	277917	8659212	GP	6.90	Alta
2	281376	8659507	GP	5.00	Alta
3	279701	8659249	GP	2.89	Media
4	279394	8658604	GM	2.90	Media
5	279626	8659230	GP	8.00	Alta
6	281278	8658682	GP	6.80	Alta
7	279426	8658200	GP	4.66	Alta
8	279100	8659780	GP	5.20	Alta
9	278649	8659129	GP	4.00	Alta
10	279252	8659132	GM	2.90	Media
11	278700	8658673	GP	6.00	Alta
12	278784	8660631	GP	5.00	Alta
13	278890	8658130	GP	6.50	Alta
14	279012	8659912	GP	5.00	Alta
15	279895	8658326	GP-GM	5.00	Alta
16	278880	8658105	GP	5.00	Alta
17	278740	8660850	GP	3.50	Alta
18	277962	8659497	GP	7.50	Alta
19	279311	8659275	GP	5.40	Alta
20	279695	8658516	GP	4.40	Alta
21	277353	8659971	GP	3.80	Alta
22	278729	8659000	GP-GM	6.20	Alta
23	277529	8659357	GP	5.00	Alta
24	277222	8666471	GP	5.10	Alta
25	279117	8659672	GP	5.30	Alta
26	279986	8658748	GP	6.70	Alta
27	279962	8658279	GP	4.00	Alta
28	280941	8658981	GP	4.50	Alta
29	279157	8658692	GP	4.60	Alta
30	278839	8658164	GP	4.00	Alta
31	278027	8660250	GP-GM	6.50	Alta
32	280440	8659146	GP-GM	6.50	Alta
33	279314	8659003	GP	6.95	Alta
34	278825	8660769	GP	4.80	Alta
35	281058	8658803	GP	4.17	Alta
36	279416	8658627	GP	6.00	Alta
37	277200	8659784	GP	4.50	Alta
38	278039	8659766	GP	9.26	Alta
39	277858	8660400	GP	4.00	Alta
40	277996	8659870	GP	3.14	Alta
41	278053	8659900	GP	4.60	Alta

## Análisis de estabilidad del talud del acantilado de Miraflores

Se entiende por talud a toda superficie inclinada respecto de su horizontal que hayan de adoptar permanentemente las laderas o taludes artificiales (cortes hechos por el hombre o lado inclinado de terraplenes) (De Matteis, A., 2003).

Con la finalidad de conocer las condiciones de seguridad del acantilado, en el cual se producen caídas de rocas (cantos rodados), se ha realizado el análisis de estabilidad de taludes (estático y pseudo-estático) utilizando el software SLIDE 6.0. Para este objetivo se ejecutaron 15 calicatas distribuidas en la parte superior e inferior del talud (Tabla 07, Figuras 31 y 32), que se muestran en el Anexo 3. De las calicatas realizadas, se extrajeron 02 muestras por calicata a las cuales se le aplicaron ensayos de laboratorio (SUCS, corte directo, entre otros), para determinar las características físico mecánicas de los suelos que conforman el acantilado. Se utilizaron como datos los parámetros geotécnicos de cohesión y ángulo de fricción de cada material, y con las curvas de nivel (equidistancias cada 2,5 m) se dibujaron los perfiles.

Tabla 7. Ubicación UTM de las calicatas del acantilado de Miraflores

<b>DATOS CALICATAS ACANTILADO MIRAFLORES</b>				
<b>Calicata</b>	<b>Este (m)</b>	<b>Norte (m)</b>	<b>Elevación (m.s.n.m)</b>	<b>Profundidad de la muestra (m)</b>
1	279191	8657649	21	1.50
2	279290	8657594	82	2.50
3	279334	8657487	82	2.50
4	279349	8657350	54	2.50
5	277929	8658956	83	2.50
6	278233	8658745	80	2.50
7	278446	8658442	79	2.50
8	278606	8658260	89	2.50
9	278969	8657985	17	1.50
10	279028	8657930	17	1.50
11	278181	8658697	18	1.50
12	277382	8659405	18	1.50
13	277780	8659014	50	2.50
14	277573	8659310	57	2.50
15	276557	8660322	30	1.50





Figura 31. Calicata #14, realiza en parte inferior del acantilado

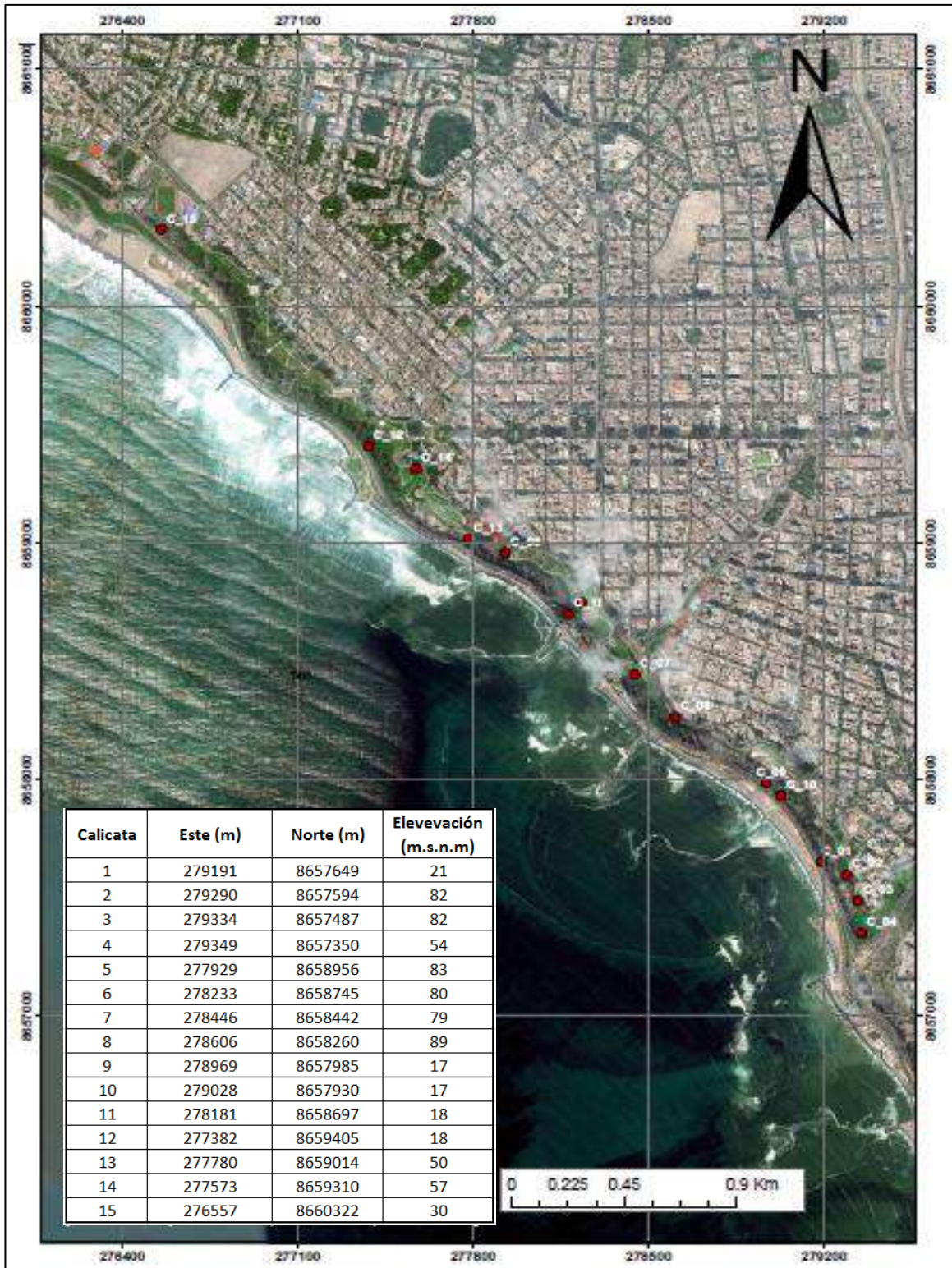


Figura 32. Mapa de ubicación de las calicatas realizadas en el acantilado de Miraflores.

Se realizaron 5 secciones transversales al acantilado de Miraflores denominadas A-A', B-B', C-C', D-D', E-E', (Figura 33), la ubicación de estas corresponde a zonas susceptibles a caídas de rocas (cantos rodados) y

donde el acantilado presenta verticalidad (aproximadamente 90°). Para realizar el análisis de estabilidad de talud se tuvieron en cuenta las características de los suelos, gravas soportadas en matriz arena limosa arcillosa (GP) y arenas limosas (SM) con lentes arcillosos y travertinos, según lo mostrado en la Tabla 08.

Tabla 8. Parámetros utilizados para el análisis de estabilidad de taludes.

Perfil	Calicata	Materiales	Cohesión (kg/cm <sup>2</sup> )	Angulo de fricción (Ø)	Peso específico (gr/cm <sup>3</sup> )
A-A'	C-4 y C-3	SM con arcillas	0.06	29.85°	1.680
		GP areno limosa	0.03	29.41°	1.590
		Travertino	400	50°	2.710
B-B'	C-9 y C-10	SM con arcillas	0.06	28.97°	1.680
		GP areno limosa	0.00	34.92°	1.675
		Travertino	400	50°	2.710
C-C'	C-6 y C-11	SM con arcillas	0.07	29.35°	1.872
		GP areno limosa	0.02	32.94°	1.807
		Travertino	400	50°	2.710
D-D'	C-12, C-13, C-05	SM con arcillas	0.05	25.99°	1.826
		GP areno limosa	0.04	31.5°	1.723
		Travertino	400	50°	2.710
E-E'	C-15	GP areno limosa	0.04	30.52°	1.731

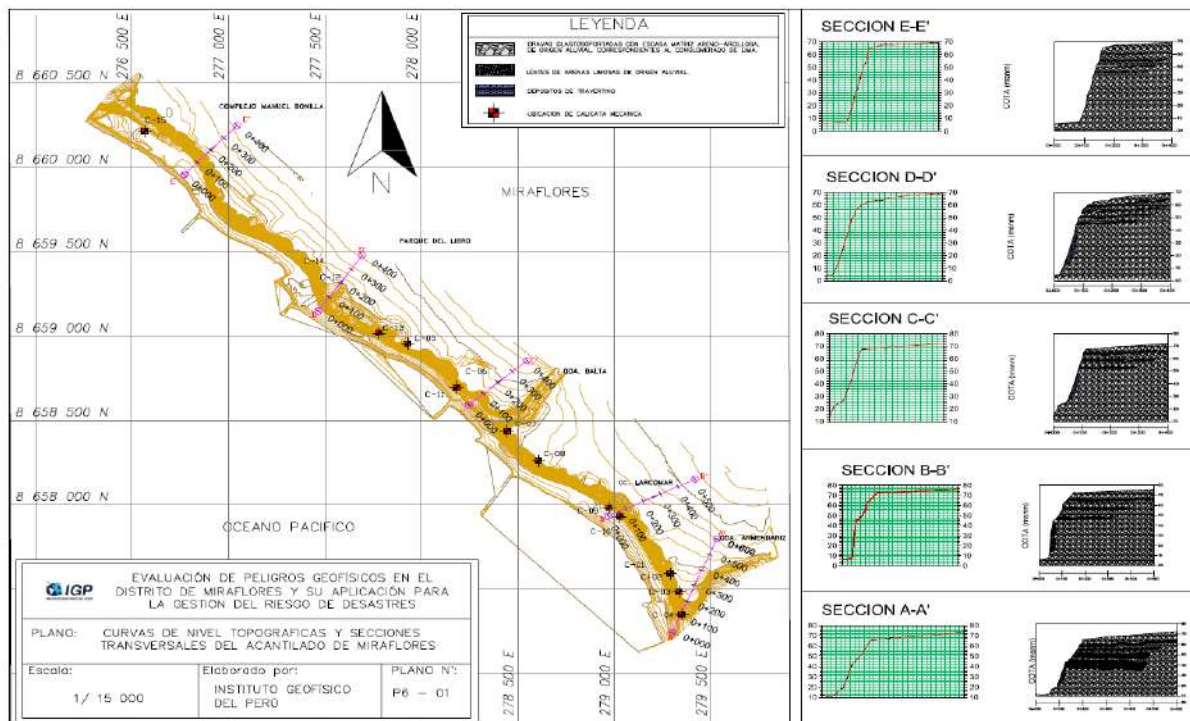


Figura 33. Ubicación de perfiles realizados en el acantilado de Miraflores para determinar su estabilidad.

## Análisis de talud (estático y pseudoestático)

Para el cálculo de los factores de seguridad al corte se ha empleado el método simplificado de Bishop (1955), el cual se basa en la determinación, mediante el análisis de equilibrio límite, de la relación entre la resistencia disponible del suelo al corte y el esfuerzo cortante requerido para mantener el equilibrio límite a lo largo de superficies que definen un mecanismo potencial de falla (círculos de falla). Se evaluó el talud en las condiciones estáticas y pseudoestáticas (influye el factor sísmico), sabiendo que el área de estudio se ubica en la zona 4, según la norma técnica E-030 de Diseño sismo-resistente en el Perú. En esta, la aceleración sísmica máxima horizontal en suelo rígido es de 0,44g, con una probabilidad de 10% para un periodo de 50 años, empleando la mitad para el diseño pseudoestático (0,22 g) además de los valores de la Tabla 08.

Para el análisis de estabilidad los perfiles A-A', C-C', D-D', E-E', se les añadió una carga constante de 50 KN/m<sup>2</sup>, la cual permite simular la carga de las infraestructuras asentadas próximas al acantilado (centros comerciales, edificios multifamiliares, hoteles, entre otros). Para determinar el nivel de la estabilidad de los taludes en las secciones analizadas en el distrito de Miraflores se tuvo en cuenta los valores de la Tabla 09. Finalmente, en Tabla 10 se determinan los valores obtenidos del análisis de estabilidad de taludes en condiciones estáticas y pseudoestáticas.

Tabla 9. Niveles de estabilidad de taludes

Factor de Seguridad		Nivel o grado de estabilidad
Estático	Pseudoestático	
1.0 a 1.2	< 1.0	Inestable
1.2 a 2.0	1.0 a 1.2	Estable
> 2.0	> a 1.2	Muy estable

Fuente: Alva. J, 2000.

Descripción de secciones analizadas:

### Sección A-A'

En esta sección ubicada en paralelo a la quebrada Armendáriz se tiene un Factor de Seguridad (FS) de 1.535 (condición estable) para el análisis estático, valor debido a que la pendiente es aproximadamente de 60° y la presencia de una capa de travertino en la parte media baja del acantilado ayuda a estabilizar el talud conformado por materiales finos (arenas limosas arcillosas) y granulares (gravas pobremente graduadas con matriz areno limosa arcillosa) (Figura 34).

Para el análisis pseudoestático, al cual se le agrego un coeficiente sísmico de esfuerzo lateral de 0.22g, FS es de 1.037 para condiciones estables (Figura 35).

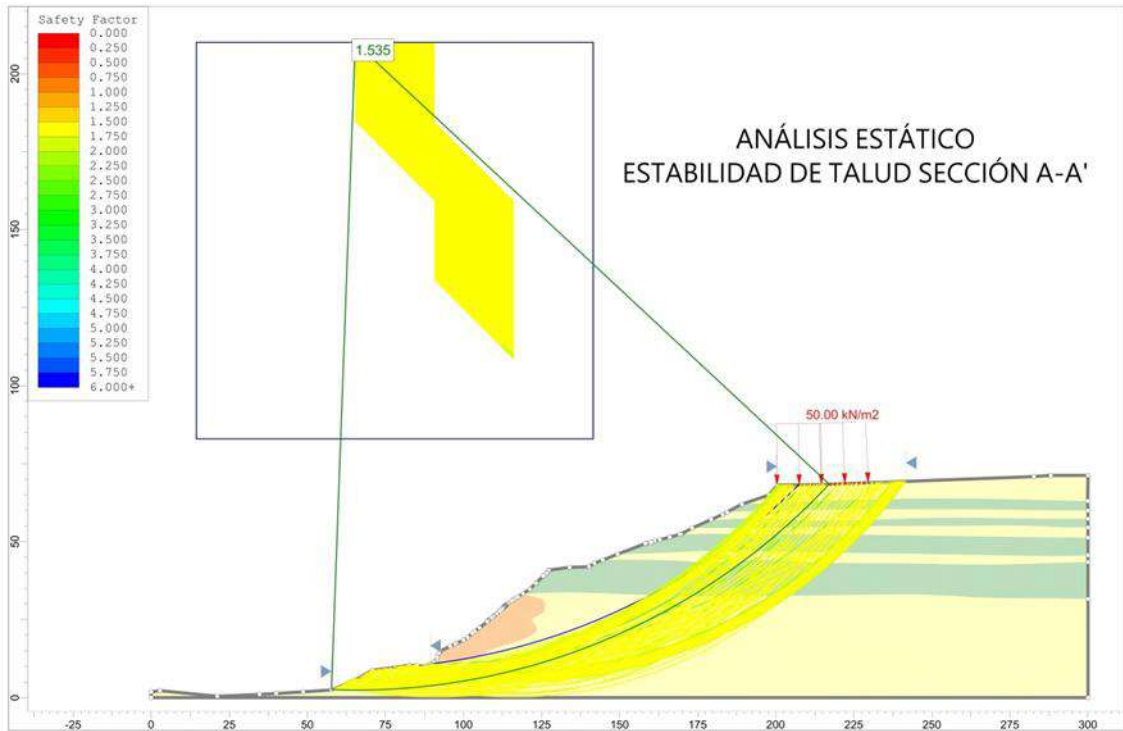


Figura 34. Análisis Estático de la sección A-A' con factor de Seguridad de 1.535

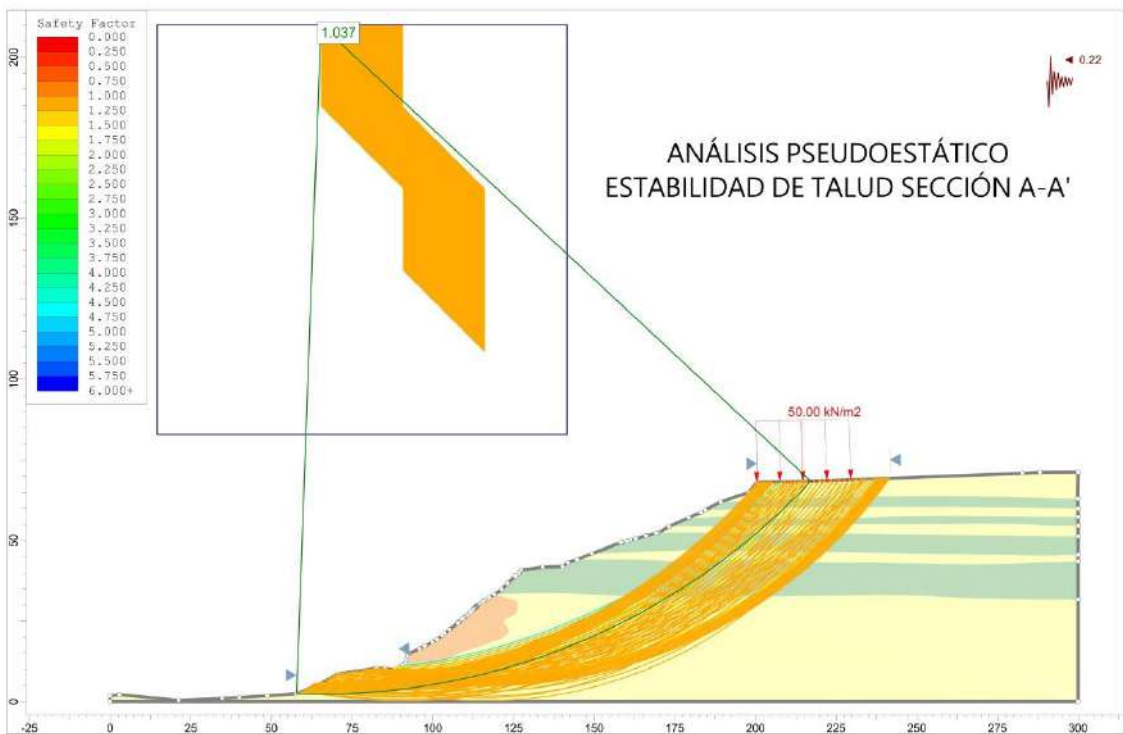


Figura 35. Análisis Pseudoestático de la sección A-A' con factor de Seguridad de 1.037

### Sección B-B'

Esta sección se ubica al norte de la sección B-B', a la altura del centro comercial Larcomar, se obtuvo el FS para un análisis estático de estabilidad de 1.170 (condición estable) (Figura 36). En el análisis pseudoestático se le añadió el coeficiente sísmico de 0.22 g, dando como resultado el FS de 0.801, lo cual indica inestabilidad en esta parte del talud para condiciones de esfuerzos laterales (Figura 37). En esta sección, los materiales que lo conforman son lentes de arenas aproximadamente de 0,50 m a 1 m de potencia intercalado con gravas soportadas en matriz limo arcillosa arenosa (parte superior); en la parte media del acantilado está conformado por el conglomerado (gravas soportadas en matriz limo arcillo arenoso) y, la parte inferior del talud lo conforman la capa de travertinos que se encuentra cubriendo al conglomerado. Debido a esta condición cuando se aplica el coeficiente sísmico el talud muestra inestabilidad.

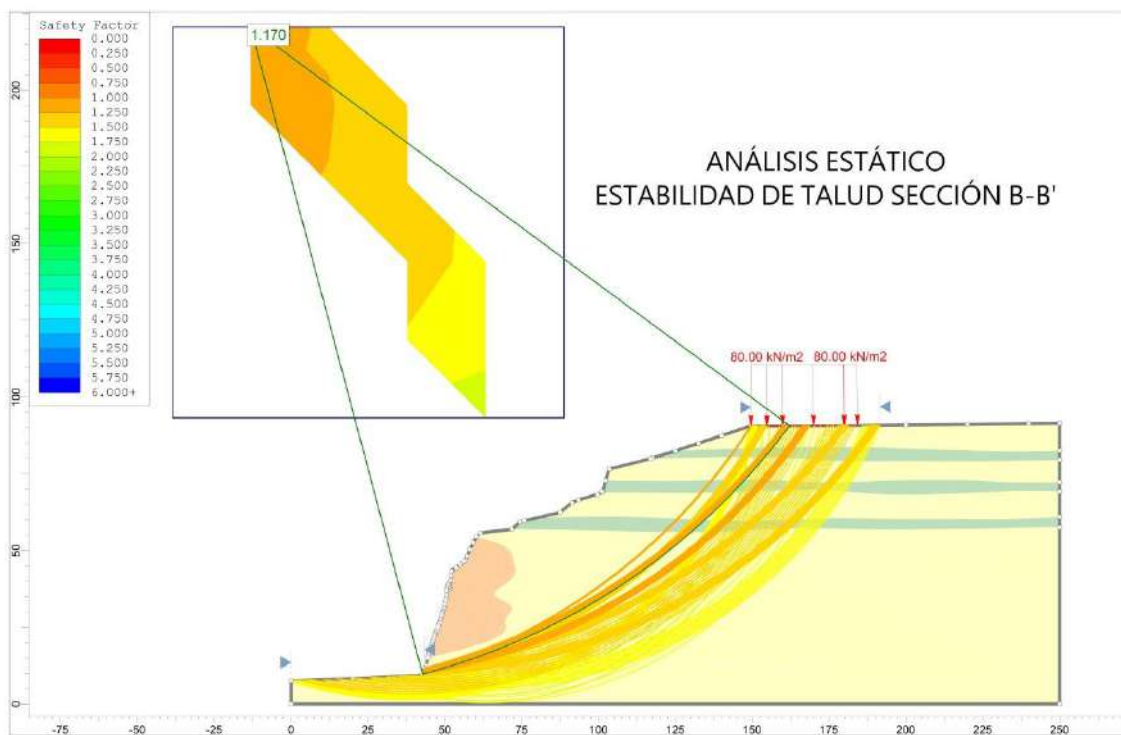


Figura 36. Análisis Estático de la sección B-B' con factor de seguridad de 1.170

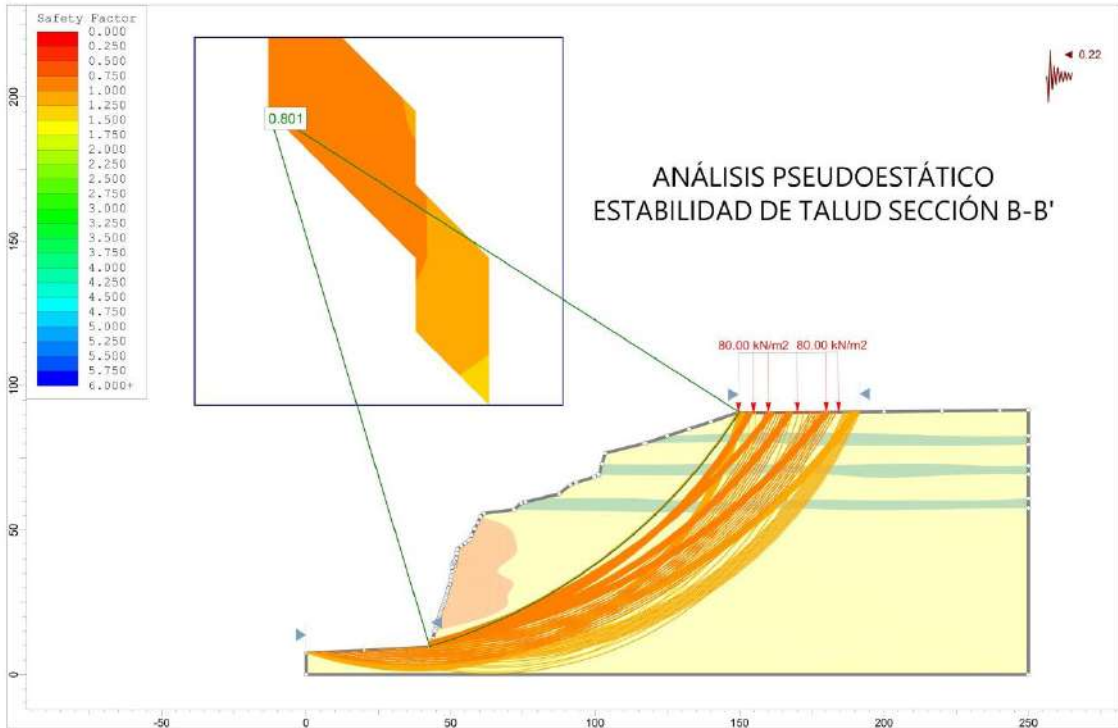


Figura 37. Análisis Pseudoestático de la sección B-B' con factor de seguridad de 0.801

### Sección C-C'

En esta sección el factor de seguridad para el análisis estático es de 1.288 en condiciones estables y para el pseudoestático es de 0.906 en condición inestable (Figura 38). En esta sección se aprecia la tendencia de reducción del espesor de travertino en la parte inferior del acantilado, lo cual a diferencia de la sección A-A' lo hace inestable (Figura 39).

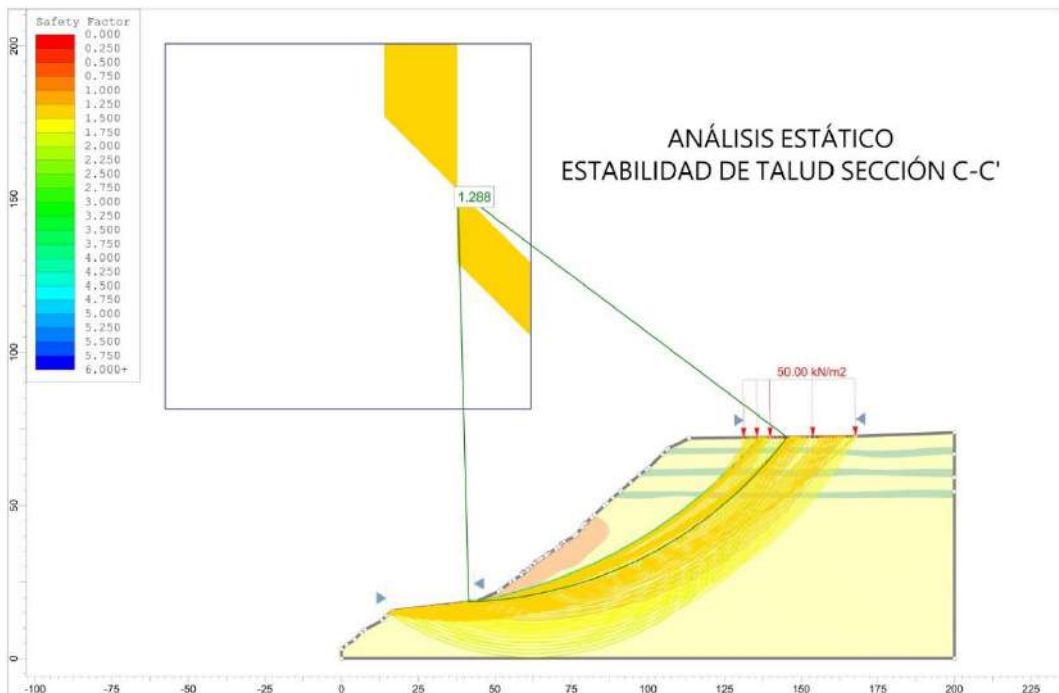


Figura 38. Análisis Estático de la sección C-C' con factor de seguridad de 1.288

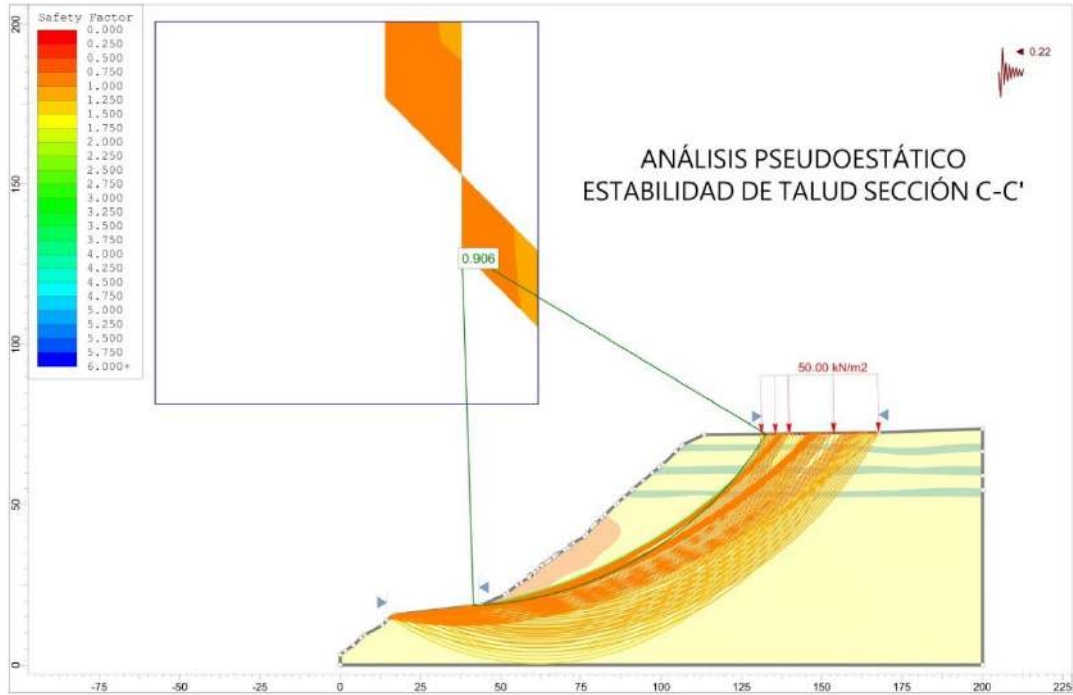


Figura 39. Análisis Pseudoestático de la sección C-C' con factor de seguridad de 0.906

### Sección D-D'

El FS para el análisis estático es de 1.415 en condición estable (Figura 40) y para el pseudoestático de 0.961 (Figura 41), esta sección presenta mayor valor que la sección C-C' debido a que el material que conforma este talud son gravas soportadas en matriz limosa de compacidad alta y los lentes de arenas reducen su tamaño.

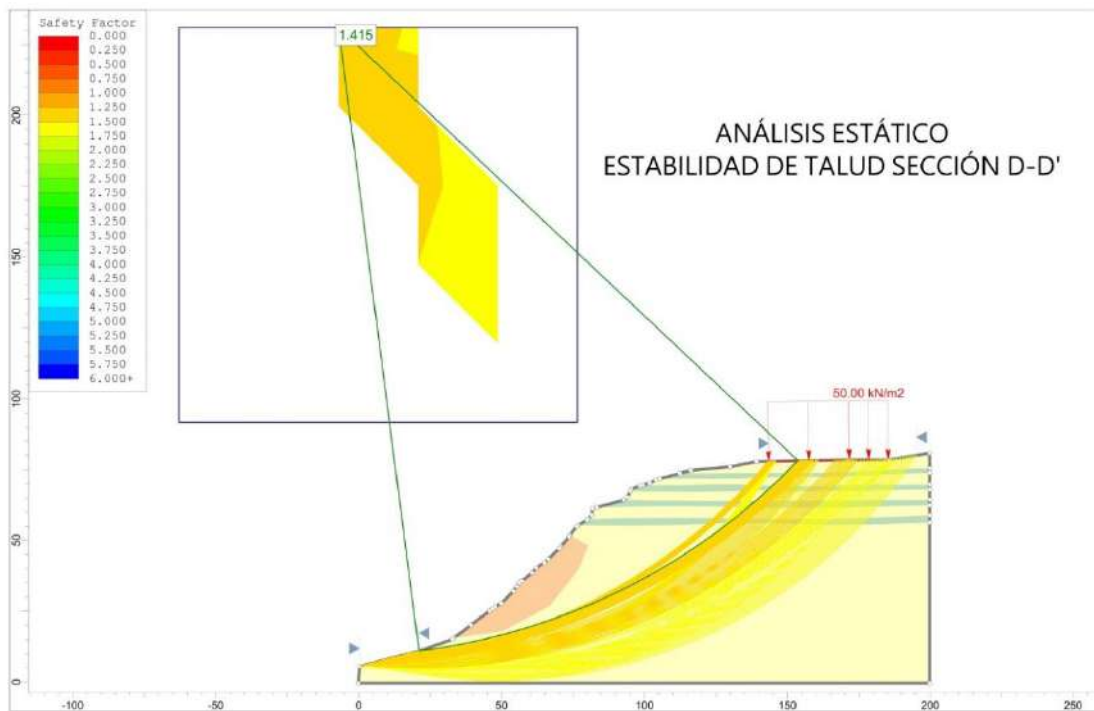


Figura 40. Análisis Estático de la sección D-D' con factor de seguridad de 1.415



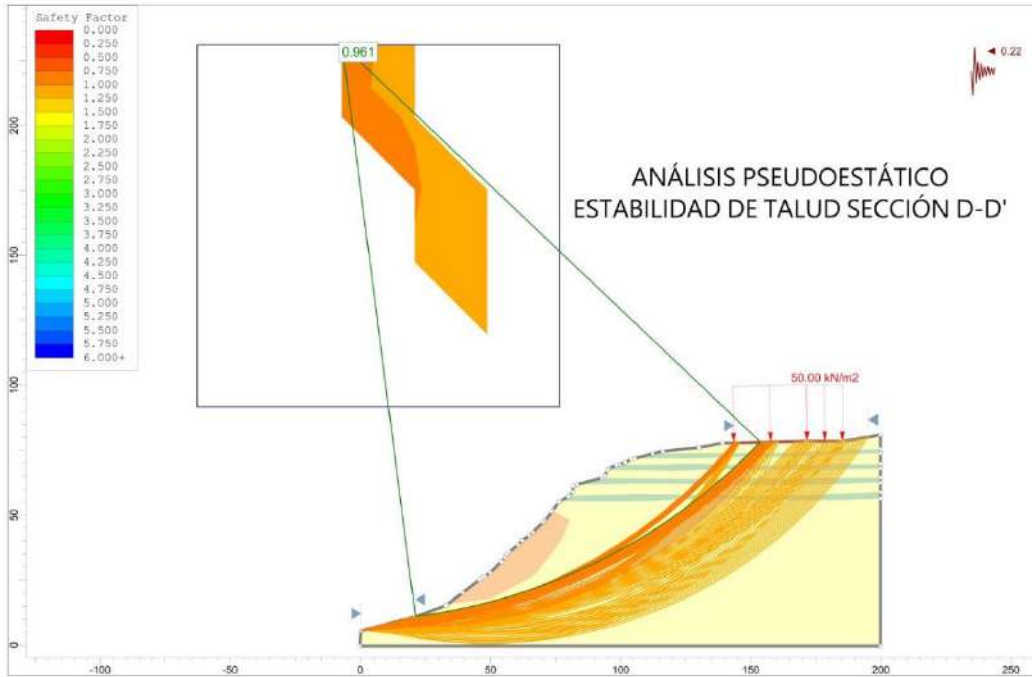


Figura 41. Análisis Pseudoestático de la sección D-D' con factor de seguridad de 0.961.

### Sección E-E'

El FS en el análisis estático es de 1.115 en condición estable (Figura 42), y para el pseudoestático, aplicando un coeficiente sísmico de 0.22g es de 0.792 en condición inestable (Figura 43). En esta sección la pendiente es mayor a  $60^\circ$  aproximadamente, y no se encontró evidencias de capas de travertino en la parte inferior, estando conformado por gravas soportadas en matriz limo arcillosas arenosas, en la parte superior del talud se evidencia intercalación de lentes de arenas limosas arcillosas con gravas.

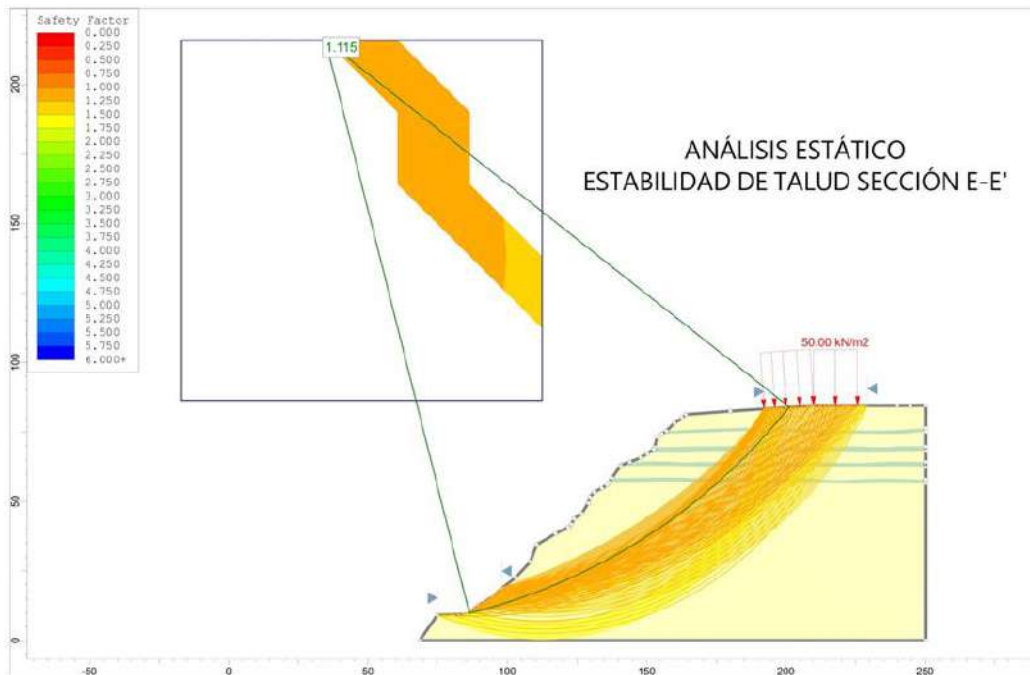


Figura 42. Análisis Estático de la sección E-E' con factor de seguridad de 1.115.

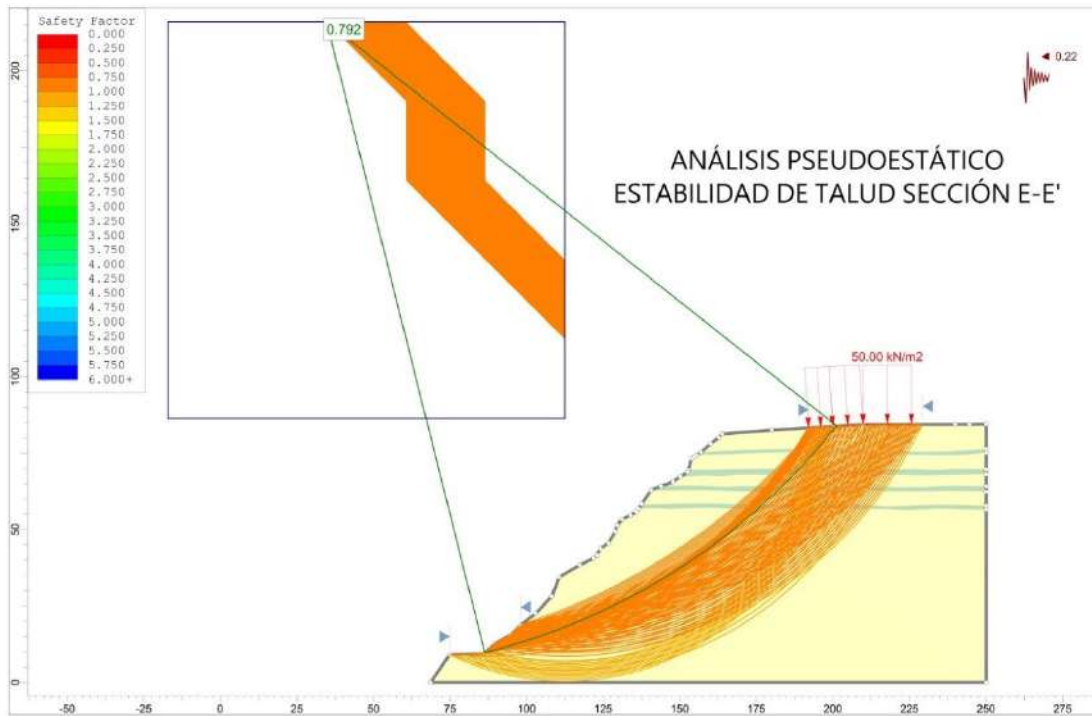


Figura 43. Análisis Pseudoestático de la sección E-E' con factor de seguridad de 0.792

## Resultados

Del análisis de estabilidad de taludes (estático y pseudoestático) en el acantilado de Miraflores se obtuvo lo siguiente (Tabla 10):

Tabla 10. Valores obtenidos del análisis de estabilidad de taludes en el distrito de Miraflores.

Sección	Análisis Estático		Análisis Pseudoestático	
	Factor de Seguridad (F.S)	Diagnóstico	Factor de Seguridad (F.S)	Diagnóstico
A-A'	1.535	Estable	1.037	Estable
B-B'	1.170	Estable	0.801	Inestable
C-C'	1.128	Estable	0.906	Inestable
D-D'	1.415	Estable	0.961	Inestable
E-E'	1.115	Estable	0.792	Inestable

## Referencias Componente 2

Alva Hurtado Ingenieros EIRL (2012): Microzonificación Geotécnica- Sísmica, Proyecto Complejo Hotel-centro Comercial Larco Mar, Brindado por la Municipalidad de Miraflores, Gerencia de Autorización y Control Subgerencia de Licencia de Edificaciones privadas, folio 1751.

Bishop, A.W. (1955): "The Use of the Slip Circle in the Stability Analysis of Slopes". Geotechnique. Vol 5, N°. 1.

Ecología y Tecnología Ambiental SA - ECOTEC, (1998): Manejo y Estabilidad de Taludes, Proyecto Larco Mar s.a. expediente 4247-95. Anillado ii. Brindado por la Municipalidad de Miraflores. Expedientes técnicos. Anexo 02.

Raygada, L. (2011): Análisis de estabilidad y deformaciones en el acantilado de la costa verde. Universidad Nacional de Ingeniería, Facultad de Ingeniería Civil, Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Civil.

## Componente 3: Identificación de zonas críticas

Para el análisis de puntos críticos en el área de estudio se consideraron aquellos sectores asociados a los potenciales peligros de sismo y tsunami, y en consideración a los resultados obtenidos en las Componentes 1 y 2, se priorizó la zona de los acantilados del distrito, tanto la parte alta como baja del acantilado.

Esta componente incluyó el trabajo de campo en detalle a través de la observación directa, incluyendo notas sistemáticas sobre eventos, comportamientos, objetos, etc., encontrados en el lugar de estudio. Con esa información se trabajó en gabinete y para el procesamiento y la interpretación de la información levantada en campo y su sistematización, se utilizó sistemas de información geográfica para la elaboración de los mapas representativos.

### Identificación de zonas críticas

La identificación y descripción de zonas críticas se llevó a cabo mediante la determinación de peligros potenciales de sismo y tsunami sobre el área de estudio y/o el análisis de la densidad de ocurrencias de estos peligros, donde se exponen, tanto la infraestructura como su población. Posteriormente, como el área de estudio es un distrito y la zona del acantilado es todo un sector, se optó por identificar puntos críticos que representen un peligro latente para cualquier transeúnte que transite por el acantilado (ya sean residentes o turistas).

En la zona del acantilado se identificaron setenta y siete (77) puntos críticos, los que se describen a continuación.

### Ausencia de cerco

Corresponde a la parte alta del acantilado que no cuenta con un cerco de seguridad que limite el acceso a los visitantes (Figura 44).



Figura 44. Vista de la parte alta del acantilado sin cerco de seguridad

### Caída de geomalla

En varios puntos de la costa verde se identificaron zonas donde existen columnas que sirven de sostén a las geomallas, evitando que la caída de rocas del acantilado alcance la vía asfaltada del circuito de playas. Sin embargo, se identificó que en algunas zonas las geomallas han cedido, dejando expuestas algunas partes de la vía del circuito de playas (Figura 45).



Figura 45.  
Vista de  
zona con  
caída de  
geomalla

### **Cerco bajo**

Corresponde a la parte alta del acantilado que se utiliza como mirador, lo que hace que sea frecuentemente visitado. Este punto tiene un cerco que apenas alcanza 1 m de altura aproximadamente, por lo es recomendable elevarlo ligeramente (Figura 46).



Figura 46. Vista  
de zona con  
cerco bajo

### **Depósitos de desprendimiento de rocas**

Se identificaron puntos en la parte baja de los acantilados donde las rocas desprendidas se han acumulado, y han comenzado a generar presión sobre las mallas, ocasionando el deterioro de las mismas al generar fricción, disminuyendo la vida útil de la geomalla instalada (Figuras 47 y 48a,b).



Figura 47. Vista de zona con depósitos de desprendimientos de rocas



Figura 48a y 48b. En la figura de la derecha se visualiza la acumulación de rocas generando presión a las geomallas. La imagen de la izquierda corresponde a la parte alta del mismo punto y se aprecia el nivel de deterioro de la geomalla.

### **Muro de protección deteriorado**

En la Av. Bajada de Armendáriz se aprecia un muro de protección que ha comenzado a colapsar (Figura 49).



Figura 49. Vista de muro de protección deteriorado.

### **Espigón**

Existen dos espigones correspondientes al sector costanera de Miraflores que no tienen la señalética de peligro de tsunami. Actualmente los espigones se han convertido en un acceso para los turistas, así como para personas que practican la pesca por lo que se recomienda contar con señalética apropiada (Figura 50).

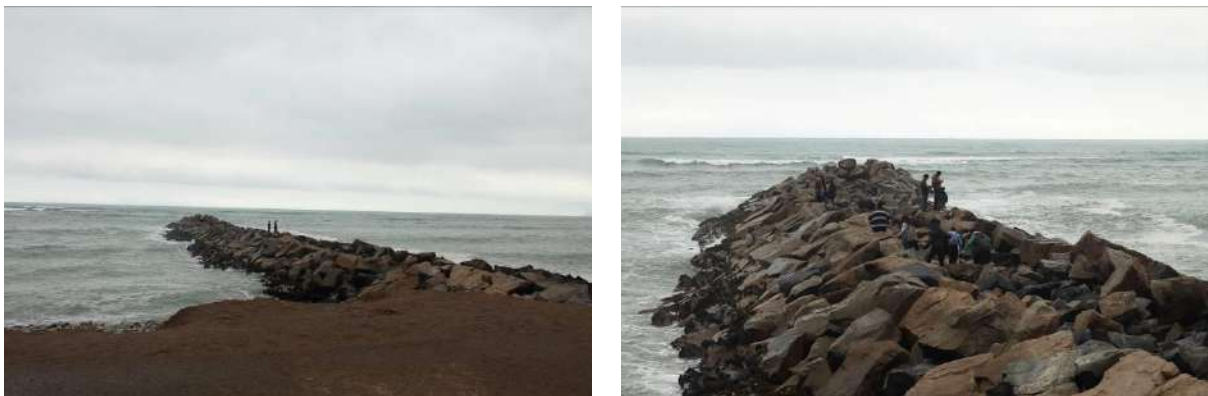


Figura 50. Vista de espigones en la Costa Verde sin señalización

### **Geomalla descosida**

En diversas partes se identifica que las costuras o amarres de las geomallas han cedido dejando al descubierto las paredes de los acantilados. Por otro lado, en las visitas de campo se identificó el empleo de diferentes materiales para el amarre de las geomallas (Figura 51).



Figura 51a y b. Vistas de las geomallas descosidas en la Vía Costa Verde

### Geomalla deteriorada

Son aquellas geomallas que se encuentran estropeadas y rotas ya sea por el propio uso o por agentes externos que desencadenaron su deterioro. Las geomallas se aprecian en varios puntos del área de estudio (Figura 52).



Figura 52. Vista de zona de estudio con mallas estropeadas por la acción de agentes externos.

### Talud sin recubrimiento de geomalla

Se identificaron algunos puntos en los cuales las paredes del acantilado se encuentran sin geomallas ni cubierta vegetal (Figura 53).



Figura 53. Zona expuesta sin geomallas ni cubierta vegetal



### Probable desplazamiento del suelo

Se identificaron puntos en la parte alta del acantilado que va, desde la altura del sector 1 hasta el sector 10, donde la infraestructura ha comenzado a ceder en dirección del acantilado, evidenciando desniveles y fracturas de la infraestructura pública (Figura 54).



Figura 54a, b y c. Vista de grietas, fracturas y desniveles en infraestructura pública latente en la parte alta del acantilado de Miraflores

### Rocas suspendidas en ladera

Se identificaron puntos en los cuales las rocas desprendidas del acantilado se encuentran suspendidas en las geomallas. Se recomienda aligerar dicha presión con el fin de evitar el deterioro de las mallas por el peso soportado (Figura 55).



Figura 55. Vistas de rocas suspendidas en media ladera de los acantilados

## **Resultados**

### **Ubicación de puntos críticos**

En las Figuras 56 y 57 se muestra la ubicación de los puntos críticos identificados en el distrito de Miraflores (Anexo 5).

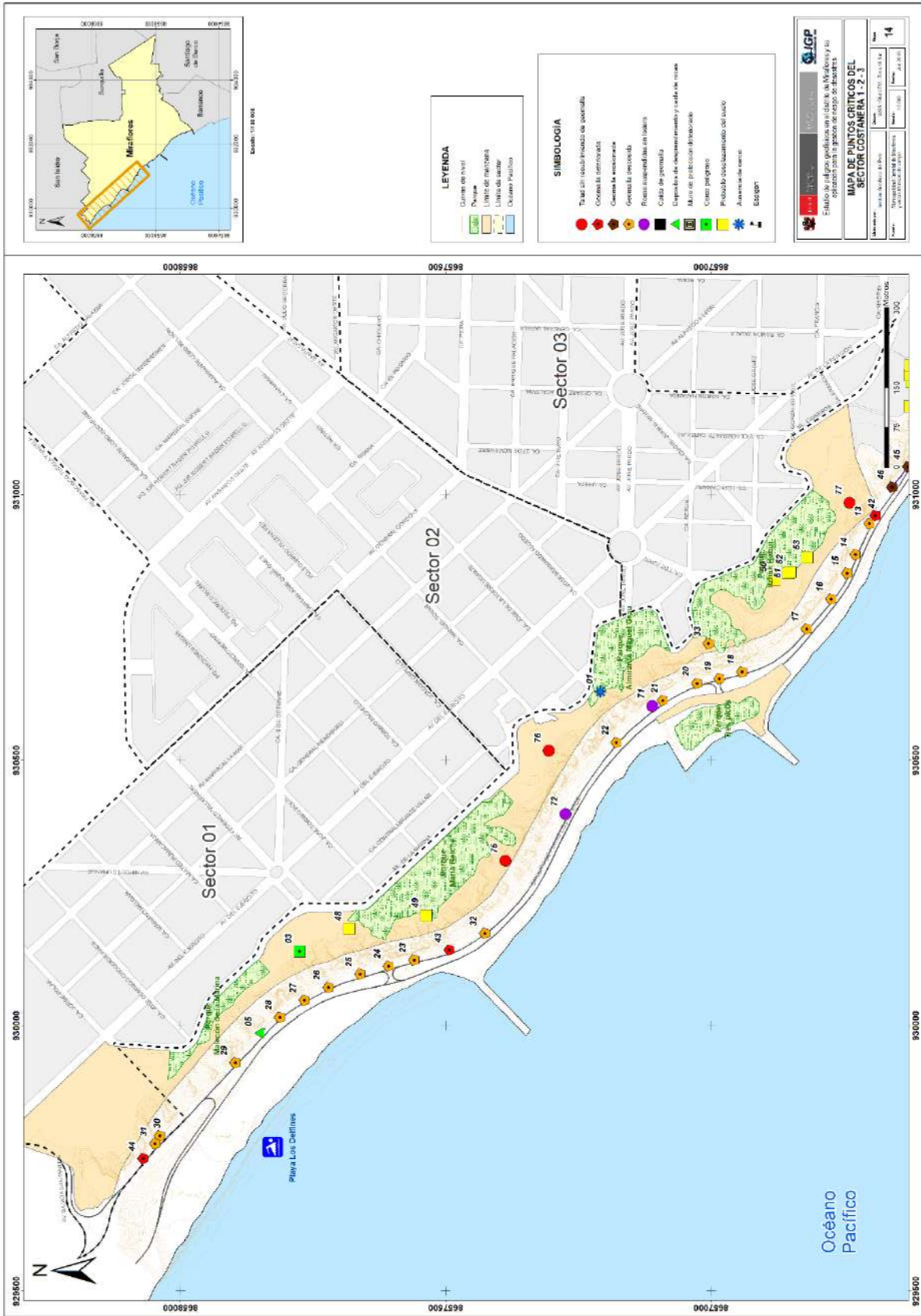


Figura 56. Puntos críticos en el Sector Costanera 1-2-3 del distrito de Miraflores

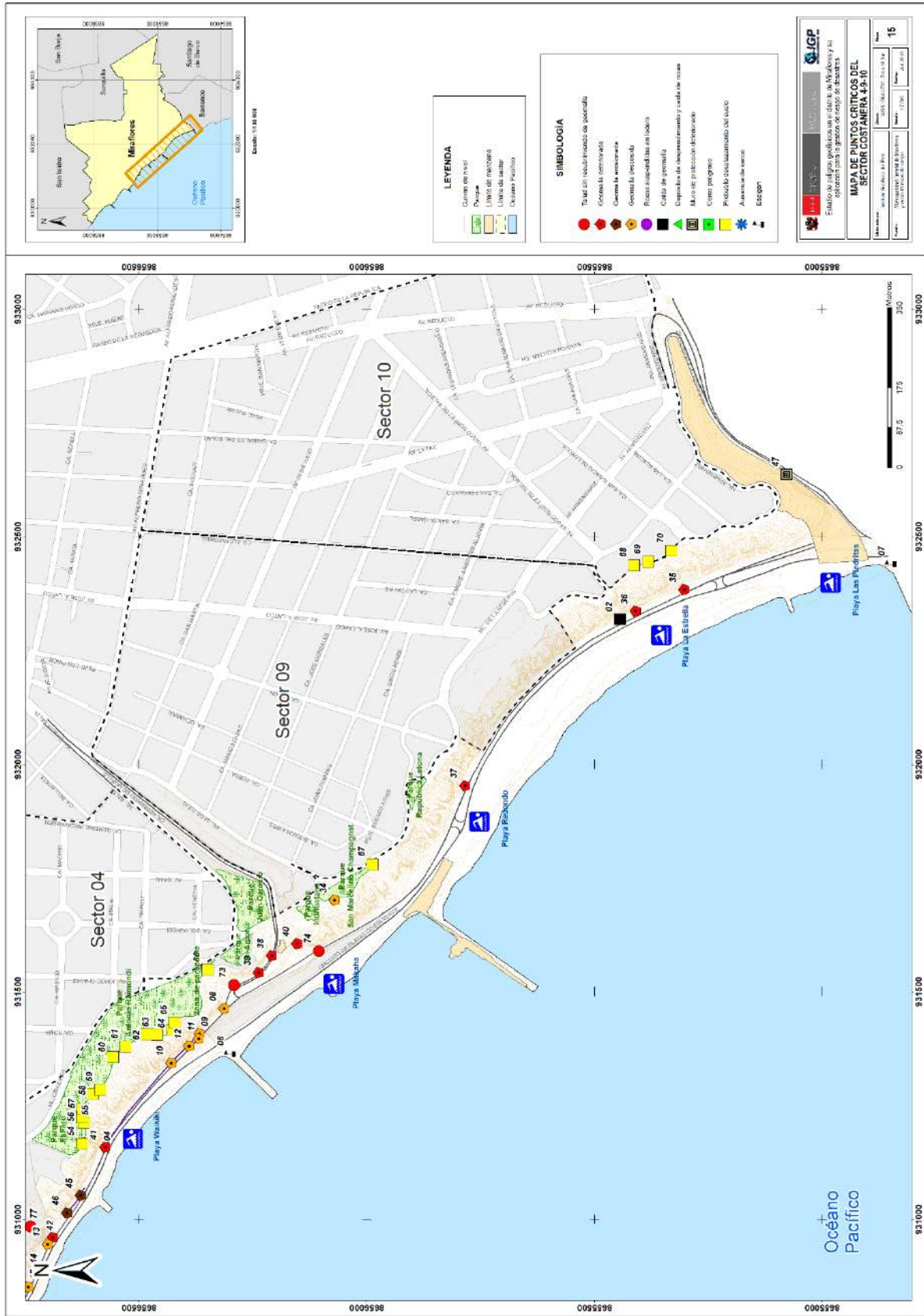


Figura 57. Puntos críticos en el Sector Costanera 4-9-10 del distrito de Miraflores

## **Componente 4: Vulnerabilidad del sector turístico y población flotante del distrito**

Los países en desarrollo son los más expuestos a impactos producidos por los desastres, pues su infraestructura y sus economías son más vulnerables a los peligros de origen natural (MEF, 2013). Esta situación es crítica en América Latina, y Perú no es ajeno a esta realidad. Este escenario, sumado a que el país se encuentra ubicado en una zona altamente sísmica, lo convierten en un lugar expuesto a sufrir graves consecuencias ante una mala gestión de los desastres (Aguilar y Echevarría, 2011).

En nuestro territorio se presentan dos tipos de peligro de origen natural. Primero, los de gran escala como terremotos, fenómeno El Niño intensos y sequías severas, y, segundo, los de menor escala como sismos moderados, deslizamientos, deslaves o huaicos, granizadas, heladas y lluvias estacionales que generan inundaciones (MEF, 2013). En general, el impacto de estos peligros de origen natural es difícil de controlar y reducir mediante acciones de los individuos.

Por otro lado, los elevados niveles de vulnerabilidad del país responden a una combinación de causas naturales como su ubicación en el cinturón de fuego del Pacífico, su compleja geomorfología o la intensidad de la actividad geodinámica y causas de origen humano como la ocupación no planificada del espacio, la persistencia de prácticas productivas inadecuadas, entre otros (Tolmos, et al., 2011; Caprade, 2009), además de la carencia de cultura de prevención.

Miraflores es un centro de actividad de atracción turística debido a su gran oferta hotelera –el 40% de hoteles de 4 y 5 estrellas de todo el Perú se ubican en el distrito–, restaurantes y otras facilidades, así como un gran número de atractivos turísticos como parques, museos y galerías, iglesias, casonas y palacios, y las playas de la Costa Verde. Entre los atractivos que destacan son el Malecón, la Huaca Pucllana, el Parque Reducto N° 2, el Parque del Amor, Centro Comercial Larcomar, entre otros. Así, el distrito cuenta con una población flotante turística que visita el distrito día a día; sin embargo, es poco lo que se conoce sobre ella. Este componente buscó evaluar el nivel de vulnerabilidad de esa población flotante turística a través del diagnóstico de la percepción social del riesgo ante la probabilidad de ocurrencia de un sismo seguido de un tsunami. Este análisis se desarrolló a través de:

- Análisis de información secundaria
- Desarrollo de encuestas realizadas a turistas internacionales
- Comprobación in situ de los hallazgos en cuanto a infraestructura turística e infraestructura crítica

Si bien no se cuenta con datos específicos sobre la afluencia actual de turistas a Miraflores, la Superintendencia Nacional de Migraciones refiere que la llegada de turistas internacionales en el mes de abril 2019 alcanzó los 360 891 personas (Tabla 11), lo que representó un incremento del 4.9% con relación al año 2018. En el acumulado, enero-abril 2019 se totalizó 1 463 499 personas, lo que representó una variación de +2,7% con relación al año 2018 (Mincetur, 2019b). Entre los meses de enero y abril, se destacan los crecimientos de llegadas de turistas procedentes de Chile (+5,1%), Estados Unidos (+5,8%), Ecuador (+20%) y Bolivia (+25,8%). Estos mercados emisores concentran el 55.5% del total de llegadas al país.

Tabla 11. Llegadas de turistas internacionales a Perú durante el periodo enero – abril 2019

Oficina de Control migratorio	Región	Abril		Var. %	Enero - Abril		Var. %
		2018	2019		2018	2019	
<i>Total</i>		344 011	360 891	+4.9	1 424 435	1 463 499	+2.7
PCM Aer. Internacional Jorge Chávez	Lima y Callao	201 254	223 151	+10.9	760 871	809 794	+6.4
PCF Santa Rosa	Tacna	67 408	70 097	+4.0	355 002	357 986	+0.8
CEBAF Tumbes	Tumbes	44 112	32 382	-26.6	155 981	135 554	-13.1
PCF Desaguadero / Carancas / CEBAF	Puno	10 836	12 982	+19.8	48 783	60 069	+23.1
PCF Kasani	Puno	6 903	6 730	-2.5	30 975	26 086	-15.8
JZ Cusco / Aeropuerto	Cusco	4 046	5 609	+38.6	17 977	21 346	+18.7
PCM Callao	Lima y Callao	633	1 267	+100.2	10 884	13 235	+21.6
PCF La Tina	Piura	3 925	3 148	-19.8	14 181	11 652	-17.8
PCF Iñapari	Madre de Dios	1 359	1 414	+4.0	7 784	7 152	-8.1
PCF El Alamor	Piura	1 786	1 308	-26.8	6 756	4 842	-28.3

PCM: Puesto de Control Migratorio

PCF: Puesto de Control Fronterizo

JZ: Jefatura Zonal

CEBAF: Centros Binacionales de Atención en las Fronteras

A.I: Aeropuerto Internacional

Fuente: Superintendencia Nacional de Migraciones / Elaboración: MINCETUR/VMT/DGIETA, con información disponible a mayo 2019 en Mincetur (2019b).

Muchos de los turistas que llegan a la ciudad de Lima, bien para hacer turismo en la ciudad, o como punto de paso, pernoctan o visitan Miraflores con motivos gastronómicos, de negocios, de recreación, etc., y debe tomarse en cuenta que ante la ocurrencia de un evento potencialmente desastroso, como un sismo seguido de tsunami, la población flotante turística que en un momento está realizando actividades de placer, y que normalmente tiene un nivel adquisitivo medio-alto y/o muy alto, en cuestión de segundos puede pasar a ser la población más vulnerable, sin conocimiento del idioma local, sin amistades o familia a quienes acudir, y sin conocimiento de elementos básicos como la localización de los servicios de salud (hospitales y postas), seguridad (comisarías), embajadas, municipios, etc.

Los cambios de vulnerabilidad de la población flotante turística es un fenómeno que se ha visto a nivel mundial en el pasado. Basta recordar el sismo y tsunami ocurrido en el Océano Índico el 12 de diciembre de 2004, afectó 15 países con 184 167 muertes confirmadas, 125 000 heridos, 43 786 desaparecidos y cerca de 1 740 000 de desplazados. En ese evento, debido a las fechas (verano del hemisferio sur y posterior al día de navidad), un gran número de turistas estaban descansando en las playas, y ante el retroceso del mar - y al desconocer lo que era un tsunami -, en lugar de intentar alejarse de la orilla del mar, se acercaron y encontraron la muerte (Figuras 58 y 59).



Figura 58. Sudeste asiático, 26/12/2004. Consecuencias del sismo y tsunami.



Figura 59. Tailandia, 26/12/2004. Minutos después de la ocurrencia del sismo, turistas extranjeras se acercaron al mar en retiro, pues desconocían que podría ocurrir un tsunami.

## Conceptos utilizados

### Actividad / actividades

En las estadísticas de turismo, el término actividades representa las acciones y comportamientos de las personas en preparación para y durante un viaje, pasando en este caso a calidad de consumidores (UN, 2010).

### Atractivos turísticos

Está referido a las actividades que los grupos de turistas desarrollaron en el lugar visitado (Instituto Nacional de Estadística Región de Valparaíso, 1996).

### Capacidad adaptativa

Es la habilidad de los sistemas, instituciones, humanos y otros organismos de ajustar el daño potencial, para tomar ventaja de las oportunidades o responder ante las consecuencias (IPCC, 2007, 2012, 2013, 2014a, 2014b).

### Exposición

La presencia de personas, medios de vida, especies o ecosistemas, funciones ambientales, servicios, y recursos, infraestructura, o activos económicos, sociales o bien culturales en lugares o escenarios que podrían verse adversamente afectados ante la ocurrencia de peligros naturales o antrópicos (IPCC, 2012, 2014a).

### Grupo de viaje

Un grupo de viaje está formado por personas o grupos de personas que viajan juntos: ejemplos son personas que viajan en el mismo paquete turístico o jóvenes que asisten a un campamento de verano (UN, 2010).

### Peligro

Probabilidad de que un fenómeno potencialmente dañino (de origen natural), se presente en un lugar específico, con una cierta intensidad y en un período de tiempo y frecuencia definidos (Cenepred, 2013, 2014).

El peligro según su origen, puede ser de dos clases: los generados por fenómenos de origen natural y los inducidos por la acción humana. Los primeros podrían ser de geodinámica interna y externa, e hidrometeorológicos y oceanográficos.

Cabe resaltar, que en otros países los documentos técnicos referidos al estudio de los fenómenos de origen natural utilizan el término “amenaza”, para referirse al “peligro” teniendo el mismo significado.

### **Población flotante**

La población flotante se define como “aquella que viaja de un lugar a otro y se encuentra en un momento y lugar dado, independientemente del tiempo que tiene de vivir en el mismo, pero cuyo lugar de residencia habitual no es dicho lugar” (Chávez y Corona, 2006). En términos generales, la población flotante es la población que utiliza un territorio, pero cuyo lugar de residencia habitual es otro (Ziccardi, 1999). Asimismo, esta definición incluye los dos componentes clave de la población flotante: la migración temporal y la movilidad.

### **Sector turístico**

Es el conjunto de unidades de producción en diferentes industrias que proporcionan bienes de consumo y servicios demandados por los visitantes. Estas se denominan “industrias turísticas” porque la adquisición de visitantes representa una parte importante de su oferta que, en ausencia de visitantes, la producción dejaría de existir en cantidades significativas (UN, et al, 2010).

### **Turismo**

Es un fenómeno social, cultural y económico que implica el movimiento de personas a países o lugares fuera de su entorno habitual para fines personales o empresariales / profesionales. Estas personas se denominan visitantes (que pueden ser turistas o excursionistas; residentes o no residentes) y el turismo tiene que ver con sus actividades, algunas de las cuales implican gastos en turismo (UNWTO, n.d)

### **Turista**

Un visitante (nacional, entrante o saliente) se clasifica como turista (o visitante nocturno), si su viaje incluye una estadía nocturna, o como visitante del mismo día (o excursionista), de lo contrario (UN, 2010).

Visitante temporal permanece un mínimo de 24 horas y un máximo de 6 meses en el lugar visitado, con el propósito de vacacionar solamente (Instituto Nacional de Estadística Región de Valparaíso, 1996)

### **Visitante**

Un visitante es un viajero que se moviliza a un destino principal fuera de su entorno habitual, durante menos de un año, para cualquier propósito principal (negocios, ocio u otro propósito personal) que no sea un empleado de una entidad residente en el país o lugar visitado (UN, 2010).

### **Visitante internacional**

Un viajero internacional califica como visitante internacional con respecto al país de referencia si: (a) está en un viaje de turismo y (b) es un no residente que viaja en el país de referencia o un residente que viaja fuera de ella (UN, 2010).

### **Vulnerabilidad**

Existen diversos conceptos de la terminología de vulnerabilidad debido a su aplicación en los diferentes campos de las ciencias, y porque varias instituciones e investigadores realizan menudeados esfuerzos por tratar de construir una definición simple con el propósito de promover un entendimiento y utilización común de dicho término en la aplicación de la Gestión del Riesgo de Desastres para la reducción del mismo.



Cardona, et al. (2003) define la vulnerabilidad como un factor de riesgo interno de un sujeto o sistema expuesto a una amenaza, correspondiente a su predisposición intrínseca a ser afectado o de ser susceptible a sufrir un daño. La vulnerabilidad en otras palabras, *“es la predisposición o susceptibilidad física, económica, política o social que tiene una comunidad de ser afectada o de sufrir daños en caso que un fenómeno desestabilizador de origen natural o antropogénico se manifieste”*.

Asimismo, Lavell, et al. (2003) y Lavell, A. (2007), conceptualizan la vulnerabilidad como *“el factor de riesgo interno de un elemento o grupo de elementos expuestos a una amenaza, que corresponde a la susceptibilidad de diferentes factores que tiene una comunidad de sufrir efectos desfavorables ante un evento potencialmente peligroso”*.

Por otro lado, a partir de Wilches-Chaux (1993, 2007) y Benson y Twigg (2007) la vulnerabilidad es un concepto global que puede ser explicado en términos físicos, sociales, económicos, ambientales y culturales; y también está determinado por factores institucionales, científicos, tecnológicos y políticos.

Así como las definiciones de los autores anteriores, existen numerosos conceptos por parte de especialistas e instituciones, siendo algunas más complejas que otras; sin embargo, la mayoría conserva el mismo enfoque de sensibilidad y daño de un elemento o conjunto de elementos que se encuentran expuesto a un evento potencialmente adverso. En tanto de forma comprensiva y resumida se cita el siguiente concepto:

Se define como vulnerabilidad a las condiciones determinadas por factores o procesos físicos, sociales, económicos y ambientales, que aumentan la susceptibilidad y exposición de una comunidad al impacto negativo de amenazas (EIRD, 2004).

### **Desarrollo de encuestas y datos generales de los turistas encuestados**

Para analizar y evaluar la vulnerabilidad de la población flotante turística, se tomaron 450 encuestas, en el periodo comprendido entre el 19 de febrero al 12 de marzo del 2019 a los turistas que se encontraban de paso por Miraflores. El muestreo fue tomado con la técnica no probabilística, mediante la de muestreo por juicio (Malhotra, 2008), debido a que no se tenía información del total de turistas extranjeros que visitan el distrito de Miraflores.

La encuesta fue voluntaria, constó de 42 preguntas, y para su realización por persona tuvo una duración promedio de entre 20-30 minutos. Los temas de interés en las encuestas estuvieron vinculados a los factores socioculturales de la vulnerabilidad ante desastres, incluyendo:

- Información y comunicación a la que el turista accede sobre peligros
- Percepción del riesgo
- Actitud de la persona ante el riesgo

El 60% de las encuestas se realizaron en inglés, y deliberadamente se evitó realizar encuestas a ciudadanos venezolanos, debido a su especial condición migratoria actual (Figura 60).



Figura 60. Registro fotográfico de la toma de encuestas realizadas entre el 19 de febrero y el 12 de marzo del 2019.

Las encuestas se desarrollaron en los catorce (14) sectores de Miraflores (Figura 61), a los que se agregaron dos sectores de playa adicionales, ya que originalmente no estuvieron contemplados, pero que fue necesario incluir por el gran número de turistas que las visitan con fines de conocer el Océano Pacífico, tomar baños de sol y mar, y tomar clases de surf, entre otras actividades:

- Sector Costanera 4-9-10
- Sector Costanera 1-2-3

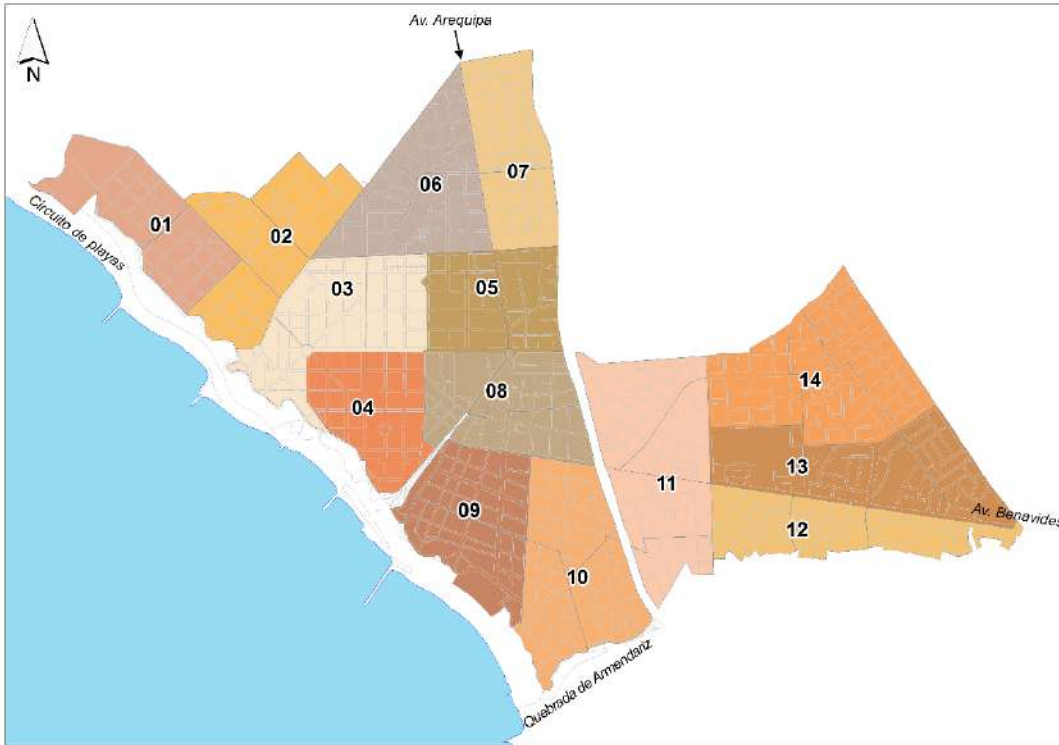


Figura 61. Sectores del Municipio de Miraflores

Estos dos sectores corresponden a las zonas de playa vinculadas geográficamente a los sectores 4-9-10 y 1-2-3 del distrito, respectivamente. El número de encuestas tomadas por sector se aprecian en la Figura 62.

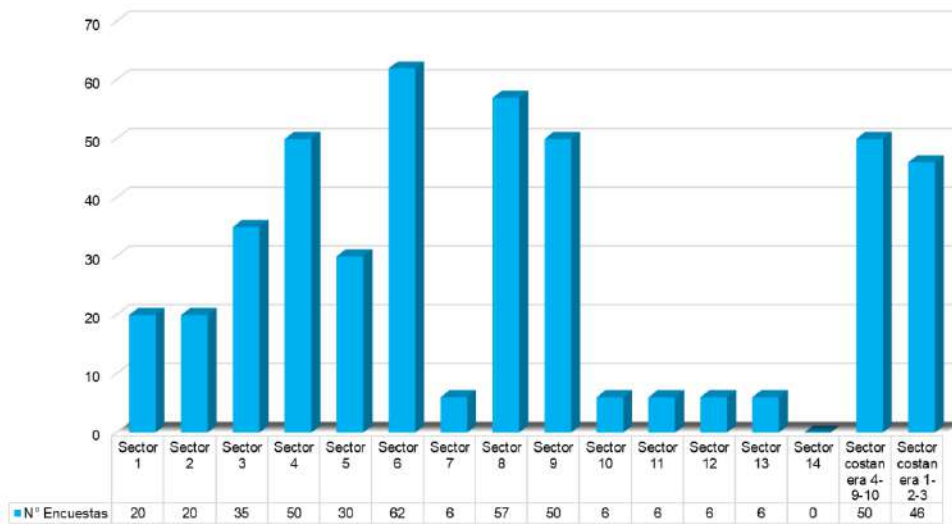


Figura 62. Número de encuestas realizadas por sector del distrito, incluyendo los sectores Costanera 4-9-10, y Costanera 1-2-3.

El 54% de los encuestados fueron hombres, el 44,2% mujeres, y solo un 0,9% se autoidentificaron bajo el rubro "otros". Por su edad, más del 50% de los encuestados fueron personas entre los 22 y 33 años, lo que da una población flotante muy joven (Figura 63).

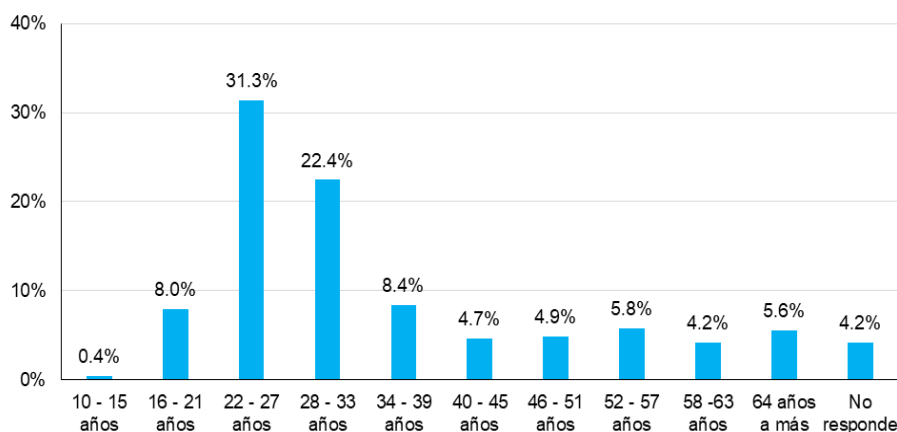


Figura 63. Estructura de edad de los turistas encuestados.

Además, un 55% de los turistas encuestados declararon ser solteros, 27,8% casados, 13,8% convivientes, 2,2% divorciados, y solo un 0,4% reportaron un estado civil diferente. Finalmente, más del 75% declararon tener un grado de instrucción técnica o universitaria, o un posgrado (Figura 64), y solo un 1% declararon tener alguna discapacidad.

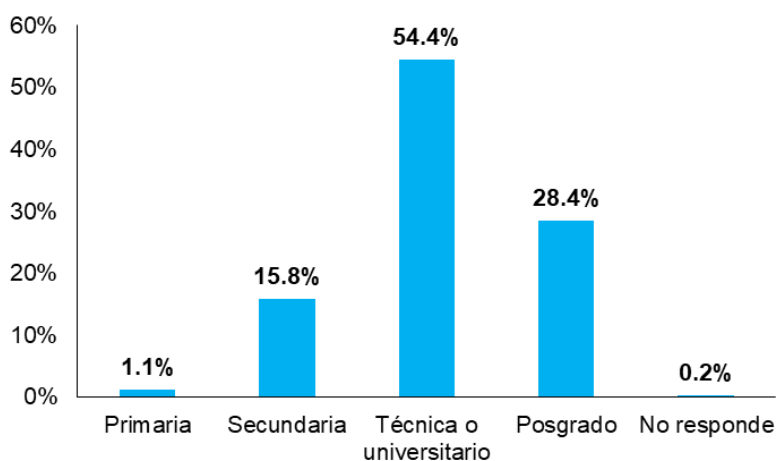


Figura 64. Grado de instrucción de los turistas encuestados.

## Resultados

Se encontró que el 75% de la población flotante encuestada se encontraba alojada en el distrito de Miraflores, y según el tipo de alojamiento, el 34% se alojaba en hoteles, el 33% en B&B el 28% en casa/departamento, y el 3,3% en apart hotel u otro. Asimismo, el 85% pernoctaba en edificaciones construidos de concreto y ladrillo. Estos son datos relevantes para el distrito, pues estaría poniendo en evidencia la creciente cantidad de alojamientos tipo B&B, así como los de tipo casa/departamento que son comprados por sus propietarios como segunda vivienda, pero cuyo uso sería el de dar el servicio de alojamiento de manera informal, muchas veces utilizando un aplicativo para establecer el vínculo con el turista interesado.

Entre los principales motivos de visita de la población flotante al distrito de Miraflores son el alojamiento (36%), las actividades de recreación (35%), la gastronomía (11,7%), seguidos por compras (6,3%). Asimismo el 23% de la población flotante indica que ya había visitado el distrito anteriormente. Solo un 9% de los encuestados indicaron haber viajado con algún grupo o agencia de viaje, y el 91% restante visitaba el distrito por su propia

Además, el 43% se encontraban de viaje con su esposo(a), un 36% con amigos, 7,1% con hijos, y un 8,4% indicaron el rubro “otros”, no obstante, un 24% refirieron viajar solos(as). Estos datos son relevantes para evaluar la composición de los grupos de viaje, así como la posibilidad de haber accedido a información estructurada sobre seguridad a través de grupos turísticos o agencias de viaje.

En cuanto al tiempo de visita, el 20% de la población flotante manifestó visitar el distrito de Miraflores al menos un día, el 21% dos días, el 18% tres días y el 28% entre 4 a 11 días (Figura 65); mientras que en la estimación de gasto promedio, el 26% declaró que en su visita gastaría como máximo 500 dólares americanos, un 28% entre 500-1000 dólares americanos y un 23% entre 1000 -2000 dólares americanos.

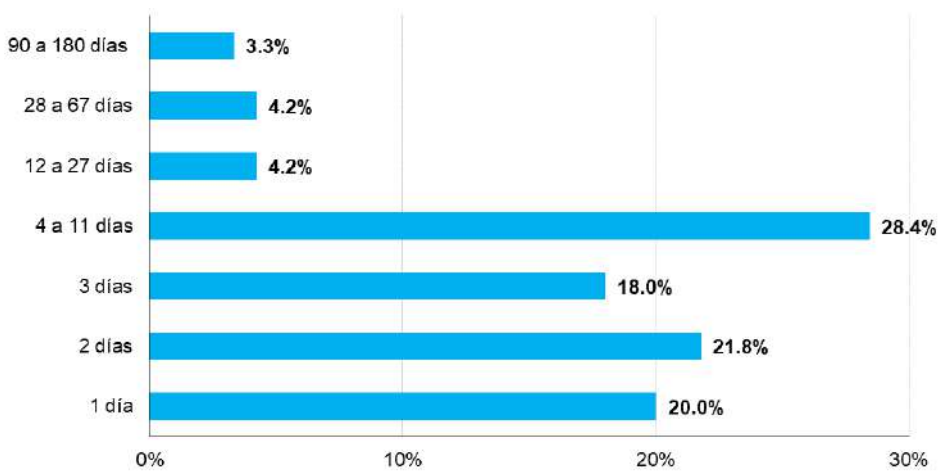


Figura 65. Tiempo de visita de población flotante al distrito de Miraflores

Otro aspecto importante relacionado con las conductas de la población flotante, es el medio de movilización más recurrente que utilizan para desplazarse desde su lugar de alojamiento hacia los atractivos turísticos. Siendo así, el 63% de la muestra optó por movilizarse en el distrito a pie, un 35% en taxi particular, un 32% en transporte público y un 29% mediante taxis por aplicación (Figura 66).

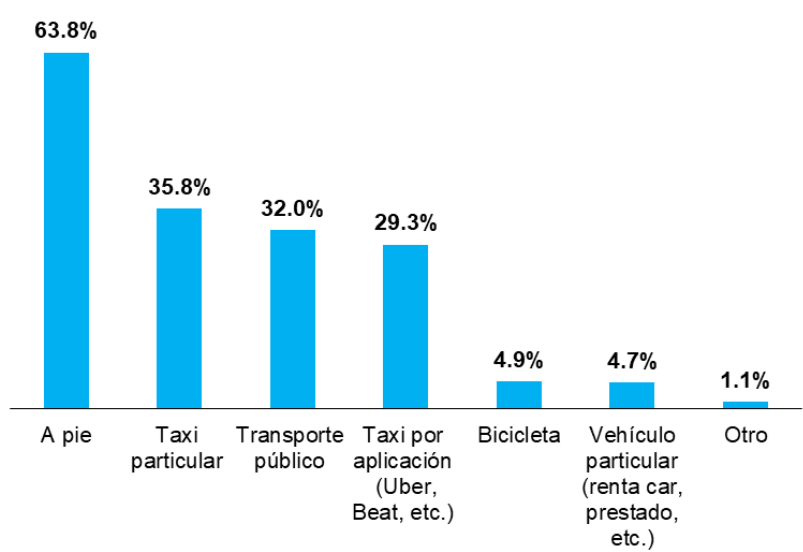


Figura 66. Estimación de gasto de población flotante durante su estadía en la ciudad de Lima

Finalmente, la muestra de la población flotante fue diversa, con procedencia de 27 países diferentes, siendo los de mayor porcentaje: Chile, Estados Unidos, Alemania, Argentina, Francia y Gran Bretaña (Figura 67).

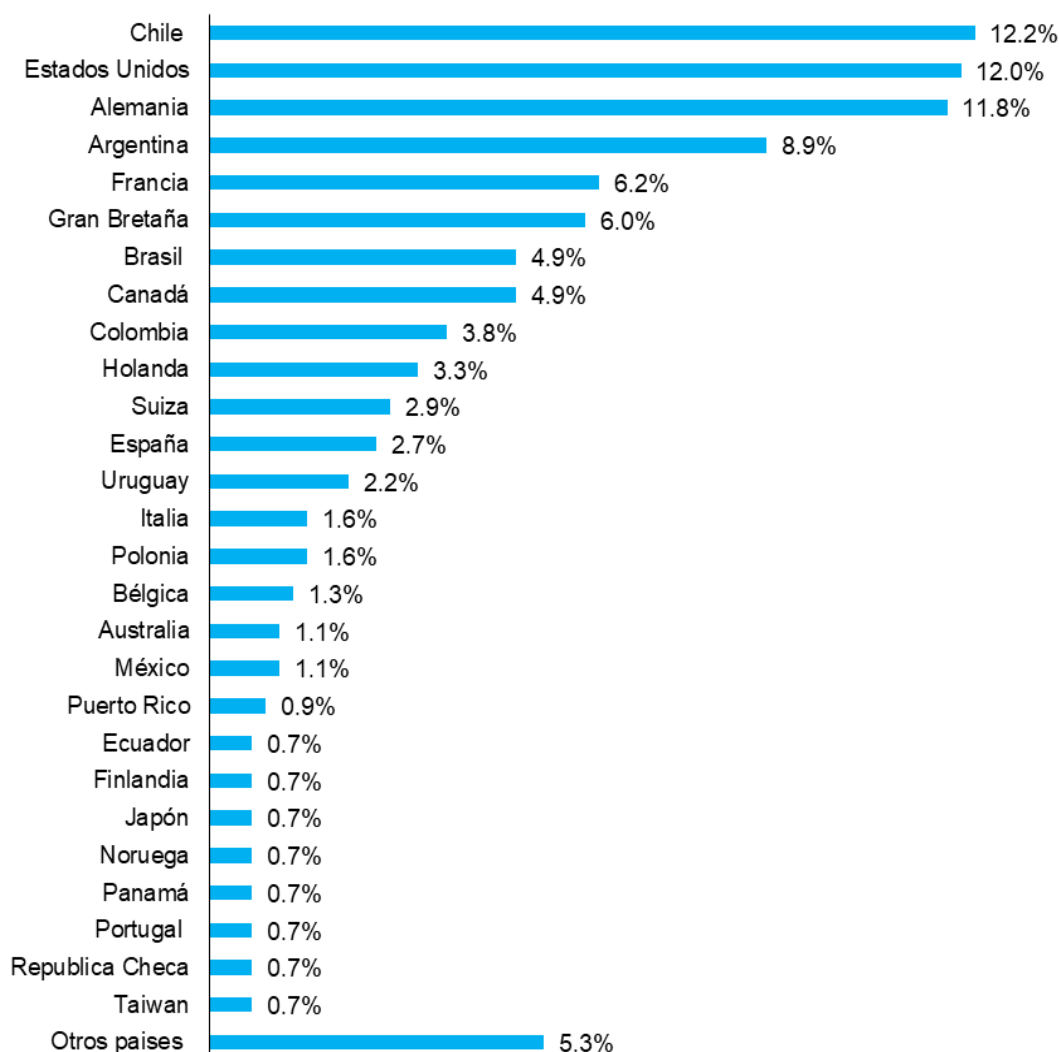


Figura 67. Procedencia por país de los turistas encuestados.

### Percepción del riesgo de la población flotante

Un punto importante del análisis de la vulnerabilidad de la población flotante, es la comprensión de la percepción que el propio turista posee acerca de su propia vulnerabilidad. Así, la percepción exhibe sustancial importancia a la hora de comprender el comportamiento y las motivaciones de la población flotante frente a las amenazas de origen natural presentes en el territorio y las vulnerabilidades asociadas. A través del estudio de esta percepción, es posible describir el grado de conocimiento de las amenazas presentes en el territorio, así como el nivel de aceptación o negación del riesgo al cual se expone el turista.

Las preguntas estuvieron vinculadas al nivel de conocimiento que la población flotante posee acerca de los peligros de origen natural que podrían afectar al distrito de Miraflores, así como su grado de conocimiento del sistema de emergencia y evacuación frente a un sismo y/o tsunami. Finalmente, se desarrolló una serie de preguntas enfocadas al nivel de percepción de la exposición, fragilidad, y resiliencia de la población flotante turística frente a una amenaza.

Sobre el nivel de conocimiento de los peligros de origen natural, la población flotante turística identificó tres principales tipos de potenciales peligros sobre el distrito de Miraflores: terremotos, tsunamis y caída de rocas (Figura 68). El 50% de la muestra de la población flotante afirmó que ocurrirá un tsunami después un sismo de gran magnitud, y cerca del 40% identificó la caída de rocas como un peligro latente en la zona de la costanera del distrito. Asimismo, un pequeño porcentaje (13% de la muestra) consideró peligros de inundación ante la probable ocurrencia de tsunami.

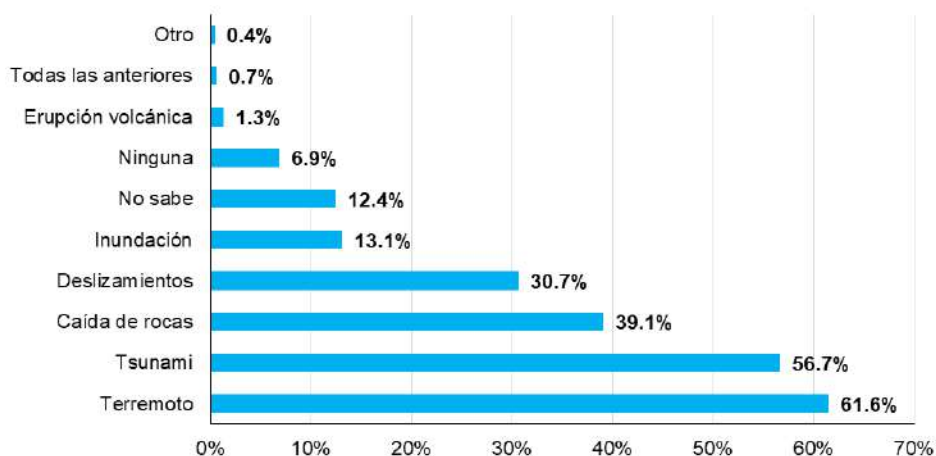


Figura 68. Amenazas identificadas por la población flotante en el distrito de Miraflores

También se consultó qué amenaza consideraban más peligrosa, entre un terremoto o un tsunami. El 41% afirmó que el terremoto era más peligroso, un 24% un tsunami, y un 29% que ambos lo eran. Un 6% afirmó que ninguno de ellos.

### Conocimiento de sistemas de evacuación ante un sismo y/o tsunami

Un aspecto relevante en la reducción del riesgo de desastres en los tres niveles de gobiernos (nacional, regional y local), es la existencia de planes de emergencia y evacuación ante un peligro (sismo, tsunami, otros), y cómo estos planes son difundidos en la localidad; pues se debe considerar que los sistemas de evacuación permiten salvar el mayor número de vidas posible frente a la ocurrencia de una alerta o alarma de un peligro (sismo, tsunami, huaycos, inundaciones, etc.), contribuyendo a orientar a través de vías de evacuación, a la mayor cantidad de población posible, desde una zona de amenaza hasta una zona segura en el menor tiempo posible.

Si bien el distrito de Miraflores tiene señalizaciones en caso de emergencias, el nivel de identificación de la señalética horizontal y vertical es crítica en caso de una emergencia. Al respecto, el 53% de la población flotante turística que visitó el distrito de Miraflores manifestó no observar señales de evacuación en Miraflores ya sea ante terremotos y/o tsunamis. De los turistas que sí observaron señales de evacuación (47% de los turistas) ante los peligros referidos anteriormente, un 25% sugiere que dichas señales no son suficientes y/o adecuadas, debido – entre las principales causas –, a la dirección y visibilidad de las señaléticas, el idioma, las letras son muy pequeñas y poco visibles, y algunos turistas manifestaron ver que algunos se encontraban en mal estado de conservación.

Sobre el conocimiento e identificación que tiene la población flotante de las zonas seguras ante un evento potencialmente desastroso, el 84% de la muestra declararon no conocer y/o identificar las zonas seguras frente a un terremoto en Miraflores, y el 81% sostienen que no conocen y/o identifican las zonas seguras frente a un tsunami.

Finalmente, un punto crucial ante la alerta de un tsunami son las rutas de evacuación. En la costa verde (circuito de playas correspondiente a Miraflores), se identifican varias señaléticas de rutas de evacuación; sin embargo, al consultar a la población flotante si tenía conocimiento de las rutas de evacuación, el 90% refirió no conocer y/o identificar las vías/rutas de evacuación frente a un tsunami, incluyendo a los turistas que se encontraban en las playas.

Adicionalmente, y como parte de la verificación de la información recogida mediante las encuestas, el equipo de trabajo hizo un levantamiento de información sobre la señalética existente en cada uno de los sectores de Miraflores, incluyendo los dos sectores de la Costanera, los que se plasmaron en mapas y se incluyen en el Anexo 6.

### Percepción de fragilidad y vulnerabilidad

El nivel de fragilidad de la población flotante indica sus condiciones de desventaja o debilidad frente a un peligro. Esta información se obtiene al conocer cuál es su nivel de reacción al iniciar el evento (sismo/tsunami) y su nivel de prevención y/o preparación ante desastres de origen natural al salir de sus países de residencia.

A la pregunta de cómo actuarían al iniciar un sismo y/o tsunami, el 73% de la población flotante manifestó no saber qué hacer/actuar frente a un desastre.

Sobre el nivel de prevención y/o preparación ante la probable ocurrencia de fenómenos de origen natural sobre el país/región/zona que visitan para hacer turismo, la mayoría de la población flotante sostuvo no conocer el número telefónico y/o dirección de su embajada (75% de turistas), no conocer las zonas de seguridad de Miraflores (87% de turistas), no conocer el centro de emergencias de Miraflores (98% de turistas) y además indicaron no conocer los números de emergencia de Perú (92% de turistas) (Figura 69).

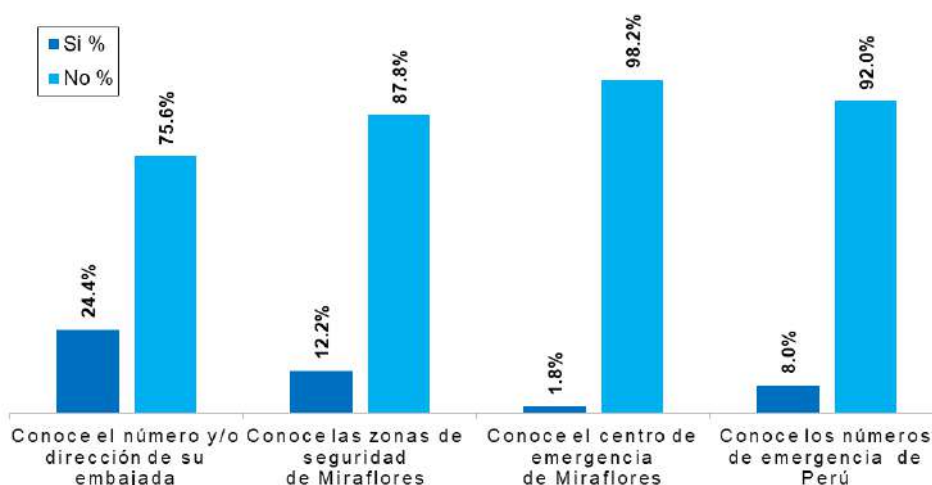


Figura 69. Conocimiento sobre información en caso de emergencia como terremoto y/o tsunami



Otro tema importante, es el modo de evacuación ante la ocurrencia de un peligro. Si bien la primera recomendación es mantener la calma, el pánico de la población conlleva a actuar erróneamente y obvia las recomendaciones de como evacuar ante determinados peligros. Ante la ocurrencia de un sismo, la evacuación es horizontal y dependiendo de donde se encuentre se recomienda ponerse a buen resguardo mientras dure el movimiento para después evacuar a lugares abiertos. Para el caso de un tsunami, la evacuación es de forma vertical, es decir seguir las rutas de evacuación en dirección a las partes más altas apenas se perciba la alerta de tsunami.

A partir de lo anterior se formuló la siguiente pregunta a la población flotante: ¿de qué modo evacuaría frente a la ocurrencia de un terremoto/tsunami? Los encuestados indicaron que frente a un terremoto, el 44% esperaría que se detenga el movimiento telúrico para iniciar la evacuación; 28% consideraron evacuar apenas inicia el movimiento (lo cual no es recomendable) y existe un 24% que no sabe cómo actuar (Figura 70).

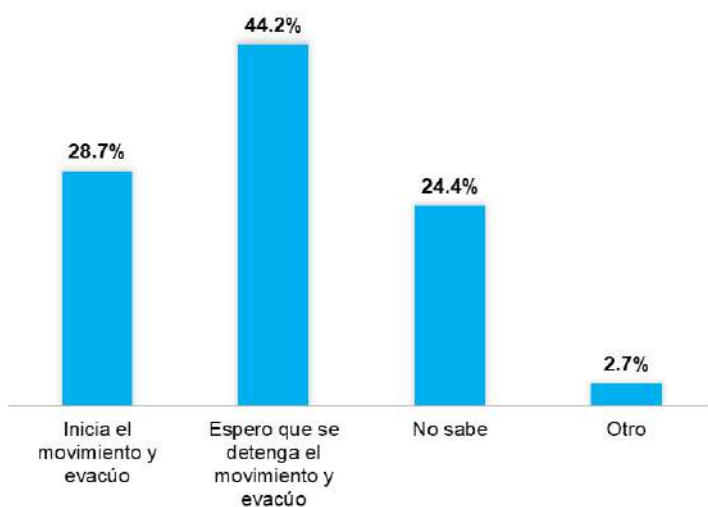


Figura 70. Forma en que los turistas evacuarían ante la ocurrencia de un terremoto.

Ante un tsunami, el 64% de la población flotante manifiesta que evacuaría a pie a las partes más altas; sin embargo, un 24% manifiesta no saber cómo evacuar, debido principalmente porque no identifican cuales son las rutas de evacuación (Figura 71).

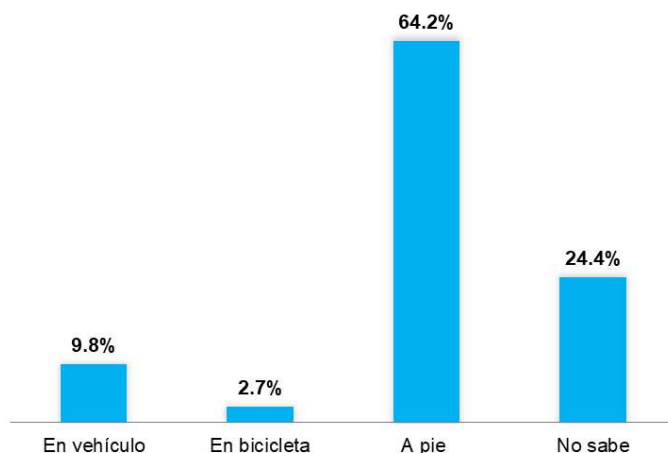


Figura 71. Forma en que la población flotante evacuaría frente a la ocurrencia de un tsunami.

## Percepción de exposición y vulnerabilidad

Para analizar la percepción de exposición de la población flotante con respecto a los peligros de origen natural que pueden ocurrir en sus lugares de residencia y/o los lugares que visitaron anteriormente, se les preguntó si habían experimentado algún peligro en el transcurso de su vida, a lo que el 40% respondió afirmativamente, mientras el 60% respondió negativamente. De las respuestas afirmativas, el 100% refiere haber experimentado sismos de menor y gran magnitud.

Considerando que las playas de Miraflores son uno de los atractivos turísticos más visitados por la población turística, se plantearon dos preguntas vitales a fin de identificar como el turista percibe su exposición frente a un tsunami independiente de la hora que ocurra. Al consultarles si saben si el lugar donde se alojan está localizado en un sector de riesgo de inundación por tsunami, el 42% de los encuestados sostuvieron que sus lugares de alojamiento no se encuentran sobre zonas de inundación ante un tsunami, por otro lado un 45% de la muestra indicó no saber, y un 13% de la muestra consideró que su alojamiento sí se encontraba sobre una zona de inundación por tsunami. Este último grupo son aquellos turistas que refirieron estar alojados en departamentos ubicados cerca a los acantilados tanto en Miraflores como en otros distritos (altura de acantilado es menor) y consideran que un tsunami podría afectar el edificio donde se alojan.

La segunda pregunta analizó la orientación de espacio y ubicación a fin de conocer el nivel de percepción de la distancia existente a pie, desde la playa hasta la zona de seguridad que el turista halla identificado durante su vista al distrito, por lo que dicha pregunta está condicionada a quienes identifican y/o conocen las zonas seguras ante la alerta de un tsunami. A ellos se les formuló la siguiente pregunta: ¿a qué distancia considera que se encuentra a pie desde la playa? y fue medido a través de una escala cualitativa que fluctúa entre cerca y muy lejos. El 7% sostuvo que se encuentra cerca de la playa, un 36.5% que se encontraban relativamente cerca y un 28% que están lejos. Cabe indicar, que considerando desde donde se tomó la encuesta hacia la playa más cercana las respuestas tuvieron buena congruencia con la relación ubicación-espacio (Figura 72).

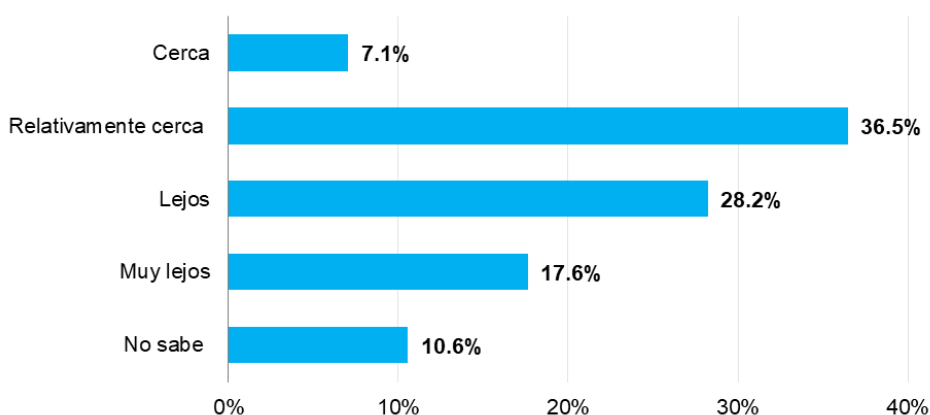


Figura 72. Percepción de cercanía o lejanía de la zona de playa

Por otro lado, en cuanto a la percepción de la propia vulnerabilidad de la población flotante, se les pidió que eligieran de entre varias opciones, cuáles podrían ocasionar mayores dificultades durante su evacuación ante la ocurrencia de una emergencia (Figura 73). El 73% de la población flotante señaló "el no conocer las vías de evacuación": los turistas refirieron que si bien la mayoría de las instalaciones visitadas muestran las zonas seguras en caso de sismos, no ocurre lo mismo al señalar las vías de evacuación en caso ocurra una

emergencia. Asimismo, el desconocimiento de las vías de evacuación es un factor condicionante durante la evacuación y para el caso de tsunami, una muestra de los encuestados sostuvo que la señalización de rutas de evacuación no es suficiente en las playas.

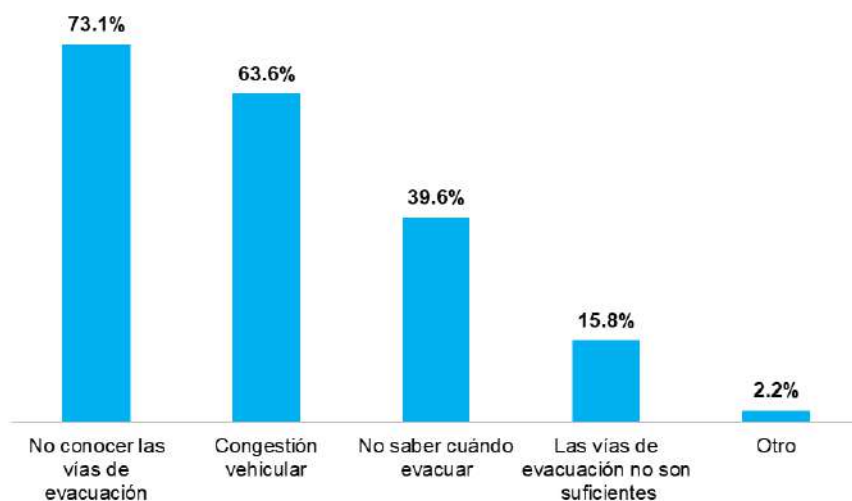


Figura 73. Factores que podrían dificultar la evacuación de los turistas.

El 63% de la población flotante señaló “la congestión vehicular”: los turistas indicaron que en las zonas comerciales del distrito, los vehículos detenidos por el tráfico dificultarían el libre tránsito de las personas que buscan ponerse a buen recaudo, convirtiéndose en un factor restrictivo al momento de evacuar. El 39% de la población flotante señaló “no saber cuándo evacuar”: los turistas indicaron que otro factor a considerar es el desconocimiento de en qué momento se debe comenzar a evacuar. Un 15% de la población flotante señaló que “las vías de evacuación no son suficientes”. Finalmente, un pequeño porcentaje indicó que en su grupo de viaje contaban con algún integrante con dificultades para desplazarse rápido (niños, personas de tercera edad o con discapacidad).

Finalmente, al preguntar sobre qué tan capaces se sienten de llegar con rapidez a una zona segura en caso de emergencia (sismo, tsunami, incendio, etc.), el 40% de la población flotante afirmó sentirse con la capacidad para llegar con rapidez a una zona segura en caso de emergencia. No obstante, un 33% sostuvo que no sabía cómo reaccionaría ante alguna emergencia y un 27% afirmó no sentirse con la capacidad de evacuar rápidamente.

#### Referencias componente 4

Aguilar, Z. y Echevarría, A., 2011. El enfoque de equidad de género en la Gestión de Riesgo de Desastres. Facultad de Gestión y Alta Dirección. Tesis presentada para obtener el Título Profesional de Licenciado en Gestión. Pontificia Universidad Católica del Perú. Perú.

Benson, C y Twigg, J., 2007. Tools for Mainstreaming Disaster Risk Reduction: Guidance Notes for Development Organisations. Geneva: ProVention Consortium.

Caprade – Comité Andino para la Prevención y Atención de Desastres, 2009. Estrategia Andina para la Prevención y Atención de Desastres. Decisión número 713 del Consejo Andino de Ministros de Relaciones Exteriores. Secretaría General de la Comunidad Andina.

Cardona O., 1993. Evaluación de la Amenaza, la Vulnerabilidad y el Riesgo: Elementos para el ordenamiento y la planeación del desarrollo. En Maskrey, A. (Compilador): Los desastres No son Naturales. Red de Estudios Sociales en Prevención de Desastres en América Latina.

Cenepred – Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres, 2013. Manual para la Evaluación de Riesgos por Fenómenos de Origen Natural. Primera Versión. Lima, Perú.

Cenepred – Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres, 2014. Manual para la Evaluación de Riesgos por Fenómenos de Origen Natural. Segunda Versión. Lima, Perú.

Chávez, A. y Corona, R., 2006. La población flotante en México, Documento de Trabajo. Consejo Nacional de Población, México.

EIRD - Estrategia Internacional para la Reducción de Desastres, 2004. Vivir con el riesgo: Informe Mundial sobre iniciativas para la reducción de desastres. Volumen II. Ginebra, CH. Secretaría Interinstitucional de la Estrategia Internacional para la Reducción de Desastres, Naciones Unidas (EIRD/ONU). [Online] Recuperado de <http://www.eird.org/vivir-con-el-riesgo/index2.htm>. Accesado el 17 de enero de 2019.

Instituto Nacional de Estadística Región de Valparaíso, 1996. Análisis de la población flotante alta temporada Región Valparaíso. Gobierno Regional de Valparaíso

IPCC - Intergovernmental Panel on Climate Change, 2007. Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, M.L. Parry, O.F. Canziani, J.P. Palutikof, P.J. van der Linden and C.E. Hanson, Eds., Cambridge University Press, Cambridge, UK, 976pp.

IPCC - Intergovernmental Panel on Climate Change, 2012. Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation. A Special Report of Working Groups I and II of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Field, C.B., V. Barros, T.F. Stocker, D. Qin, D.J. Dokken, K.L. Ebi, M.D. Mastrandrea, K.J. Mach, G.-K. Plattner, S.K. Allen, M. Tignor, and P.M. Midgley (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, UK, and New York, NY, USA, 582 pp.

IPCC - Intergovernmental Panel on Climate Change, 2013. Annex III: Glossary [Planton, S. (ed.)]. In: Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex and P.M. Midgley (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, pp. 1447–1466, doi:10.1017/CBO9781107415324.031.

IPCC - Intergovernmental Panel on Climate Change, 2014a. Annex II: Glossary [Agard, J., E.L.F. Schipper, J. Birkmann, M. Campos, C. Dubeux, Y. Nojiri, L. Olsson, B. Osman-Elasha, M. Pelling, M.J. Prather, M.G. Rivera-Ferre, O.C. Ruppel, A. Sallenger, K.R. Smith, A.L. St. Clair, K.J. Mach, M.D. Mastrandrea, and T.E. Bilir (eds.)]. In: Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part B: Regional Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Barros, V.R., C.B. Field, D.J. Dokken, M.D. Mastrandrea, K.J. Mach, T.E. Bilir, M. Chatterjee, K.L. Ebi, Y.O. Estrada, R.C. Genova, B. Girma, E.S. Kissel, A.N. Levy, S. MacCracken, P.R. Mastrandrea, and L.L. White (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, pp. 1757-1776.

IPCC - Intergovernmental Panel on Climate Change, 2014b. Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Edenhofer, O., R. Pichs-Madruga, Y. Sokona, E. Farahani, S. Kadner, K. Seyboth, A. Adler, I. Baum, S. Brunner, P. Eickemeier, B. Kriemann, J. Savolainen, S. Schlömer, C. von Stechow, T. Zwickel and J.C. Minx (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.

Lavell, A. et al., 2003. La gestión local del riesgo: Nociones y Precisiones en torno al concepto y la práctica. Centro de Coordinación para la Prevención de los Desastres Naturales en América Central - CEPREDENAC, Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo - PNUD. Pág. 72.

Lavell, A., 2007. Riesgo y clima: Proceso, patrones y gestión en América, ENOS, patrones de riesgo de desastres y su gestión: elementos conceptuales y bases de la investigación comparativa. IAI – LA RED, Oxfam.

Malhotra, N. 2008. Investigación de mercados. 5 ed. México, DF, Pearson. 920 p.

MEF - Ministerio de Economía y Finanzas, 2013. Conceptos asociados a la gestión del riesgo en un contexto de cambio climático: Aportes en apoyo de la inversión pública para el desarrollo sostenible. Documento 6, Serie: Sistema Nacional de Inversión Pública y la Gestión del Riesgo de Desastres. Perú: Dirección General de Política de Inversiones del Ministerio de Economía (DGPI-MEF) y Finanzas y Proyecto Inversión Pública y Adaptación al Cambio Climático (IPACC BMU/GIZ).

Mincetur - Ministerio de Comercio Exterior y Turismo, 2019b. Reporte mensual de turismo: Abril 2019. Dirección general de investigación y estudios sobre turismo y artesanía.

Tolmos, A., Lacabra, S., Tsuneki, H., Quijandria, G., Ludeña, C., Grunwaldt, A., Fernandez-Baca. J., 2011. Perú: Gestión del Riesgo de Desastres y Adaptación al Cambio Climático. Marco de la preparación de la Estrategia 2012-2016 del BID en Perú. División de Cambio Climático y Sostenibilidad. Banco Interamericano de Desarrollo - BID.

UN – United Nations, 2010. International Recommendations for Tourism Statistics 2008. Department of Economic and Social Affairs. Studies in Methods. Series M No. 83/Rev.1. New York. Accesado el 21 de enero de 2019. Recuperado de: [https://unstats.un.org/unsd/publication/Seriesm/SeriesM\\_83rev1e.pdf](https://unstats.un.org/unsd/publication/Seriesm/SeriesM_83rev1e.pdf)

United Nations (UN), Commission of the European Communities (Eurostat), World Tourism Organization (UNWTO), Organisation for Economic Co-operation and Development, 2010. Tourism Satellite Account: Recommended Methodological Framework, 2008. Department of Economic and Social Affairs. Studies in Methods. Series F No. 80/Rev.1. New York. Accesado el 21 de enero de 2019. Recuperado de: [https://unstats.un.org/unsd/publication/Seriesf/SeriesF\\_80rev1e.pdf](https://unstats.un.org/unsd/publication/Seriesf/SeriesF_80rev1e.pdf)

Wilches-Chaux, G., 1993. La Vulnerabilidad Global. En Maskrey A. (Compilador): Los desastres No son Naturales. Red de Estudios Sociales en Prevención de Desastres en América Latina (LA RED).

Wilches-Chaux, G., 2007. ¿QU-ENOS PASA?: Guía de la Red para la gestión radical de riesgos asociados con el fenómeno ENOS. Basado en los resultados del proyecto IAI - LA RED sobre el tema. Colombia

UNWTO – World Tourism Organization, n.d.. Glossary of tourism terms. Accesado el 17 de enero de 2019. Recuperado de: <http://statistics.unwto.org/sites/all/files/docpdf/glossaryterms.pdf>

Ziccardi, A., 1999, Los Actores de la Participación Ciudadana, Documento presentado en el Congreso Gobiernos Locales el Futuro Político de México, Septiembre 23-24, 1999, Guadalajara, Jalisco, México.

## Conclusiones

### Componente 1: Evaluación geofísica de los suelos del distrito

*-En el distrito de Miraflores se han identificado dos zonas con diferente comportamiento dinámico del suelo denominado ZONA I y ZONA II:*

- *Zona I: abarca el 90% del distrito de Miraflores (área urbana), que corresponde según la norma E030 a suelos tipo S1 (suelos medianamente rígidos a rígidos)*
- *Zona II: corresponde al 10% restante (acantilado), considerado según la norma E030 como un suelo tipo S4 (suelos en condiciones excepciones) a consecuencia de la continua erosión que genera el cambio en su rigidez y respuesta dinámica ante la ocurrencia de sismos.*

### Componente 2: Análisis de estabilidad de los acantilados de la Costa Verde ubicados en el distrito

*-Se identificaron 3 tipos de suelos en el distrito de Miraflores que corresponden a GP (grava pobremente graduada), GM (grava limosa y GP-GM (grava pobremente graduada y grava limosa), GP, GP y GM presentan capacidad portante alta (>a 3.0 kg/cm<sup>2</sup>), mientras que, GM presenta capacidad portante media (2.9 kg/cm<sup>2</sup>).*

*-En el acantilado de Miraflores se evidencian intercalaciones de gravas mal graduadas (GP) con matriz limosa arcillosa arenosa y arenas limosas (SM) con lentes de arcillas. Estas últimas son de mayor potencia en la zona sur del acantilado cercanas a la quebrada Armendáriz, reduciéndose hacia el norte, cabe resaltar que el acantilado costa verde en el sector del distrito de Miraflores, cuenta con capas de travertinos los cuales aumentan la estabilidad del talud, se evidencian en la parte media a inferior del acantilado, estos bancos se van reduciendo hacia el norte y tienen espaciamientos entre sí, permitiendo la formación de conos de deyección de material granular.*

*-En base a los resultados obtenidos del análisis de estabilidad de taludes correspondientes a las 5 secciones A-A', B-B', C-C', D-D', E-E', se tiene que para condiciones estáticas todos los perfiles son estables, con valores Factores de Seguridad que van desde los 1.535 a 1.415. Sin embargo, para condiciones de un sismo, simulando una aceleración de 0.22g, las secciones son inestables presentando valores de FS menores a la unidad, a excepción de la sección A-A' que se mantiene estable probablemente porque la pendiente es menos pronunciada en esta parte del talud, donde se ubica la bajada Armendáriz.*

### Componente 3: Puntos críticos identificados

De los puntos críticos identificados, se requiere prestar mayor atención a los puntos de talud sin recubrimiento de geomalla, geomallas descosidas y realizar el mantenimiento de las rocas suspendidas en las geomallas de las laderas del acantilado, ya que estos puntos son los que evitan que el desprendimiento de rocas del acantilado afecten a los que transitan por el circuito de playas.

### Componente 4:

*-Es crítico considerar los sectores de playa identificadas como Costanera 1-2-3 y Costanera 4-9-10, pues diariamente recibe población flotante nacional y extranjera que llega – entre otros motivos –, para disfrutar del sector de playa, así como tomar clases de natación, surf, etc.*

*-La población turística flotante presenta una alta exposición ante la potencial ocurrencia de un sismo de gran magnitud y/o tsunami en el distrito de Miraflores. Asimismo, la muestra identifica tres peligros prioritarios: terremoto, tsunami y caída de rocas (acantilado), identificando al terremoto como el más peligroso.*

*-El 50% de la muestra encuestada sostiene no observar señales de evacuación en Miraflores ya sea ante terremotos y/o tsunamis. Por otra parte, un 25% que afirman identificar las señales, manifiestan que no son suficientes y/o adecuadas, debido principalmente por la orientación en que están colocadas, el idioma, las letras son muy pequeñas y poco visibles, etc. En general, la población flotante no identifica las zonas seguras frente a un terremoto (84% de la muestra) y frente a un tsunami (81% de la muestra).*

*-Sobre la fragilidad de la población flotante, el 73% de la población flotante manifiesta no saber cómo actuar frente a un desastre. Asimismo, en lo concerniente a una cultura de prevención ante desastres, la mayoría de la población flotante sostiene no conocer el número telefónico y/o dirección de su embajada (75% de turistas), no conoce las zonas de seguridad de Miraflores (87% de turistas), no conocen el centro de emergencias de Miraflores (98% de turistas), ni los números de emergencia de Perú (92% de turistas). Por otro lado, el 50% de la población flotante no tiene el conocimiento adecuado para evacuar ante un terremoto y un 24% ante un tsunami.*

*-Con respecto a las señaléticas de zonas de concentración en caso de emergencias, un gran porcentaje se encuentran correctamente ubicadas; sin embargo un pequeño número requiere reubicación a espacios más abiertos a fin de ser más visibles, así como de utilizar señalética de tres caras a fin de mejorar la visibilidad de los transeúntes, y fácil identificación.*