



MUNICIPALIDAD DE
LIMA

**INFORME DE EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS N°001
EN LA ASOCIACIÓN DE VIVIENDAS INTEGRACIÓN LOS OLIVOS,
DISTRITO DE LURIGANCHO, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE
LIMA**

2021

**Gerencia de Gestión del Riesgo de Desastres
Subgerencia de Estimación, Prevención, Reducción y Reconstrucción**

ELABORACIÓN DEL INFORME TÉCNICO:

Municipalidad Metropolitana de Lima
Gerencia de Gestión del Riesgo de Desastres
Subgerencia de Estimación, Prevención, Reducción y Reconstrucción

ELABORACIÓN DEL INFORME TÉCNICO

Profesional del Equipo Técnico:
Ing. Geól. Om Carrión Roig.....Resolución N°108-2019 CENEPRED/J

PROFESIONALES DE APOYO TÉCNICO

Bach. Ing. Geóg. Christian Ayala Jesus – Sistema de Información Geográfica
Geóg. Jhon Kevin Chávez Rojas – Fotogrametría

ASESORIA TÉCNICA:

Ing. Geól. Lucio Medina Allcca-Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico-INGEMMET.

PARTICIPACIÓN DE:

Población de la Asociación de Viviendas Integración Los Olivos, distrito de Lurigancho, provincia y departamento de Lima.

Tabla de contenido

1. INTRODUCCIÓN	4
1.1 Objetivo del informe	4
1.2 Antecedentes	4
1.3 Zona de estudio	5
1.3.1 Ubicación Accesibilidad	5
1.3.2 Clima.....	5
2. ASPECTOS LITOLÓGICOS	6
2.1 Depósitos inconsolidados	6
2.1.1 Depósito antrópico	6
2.1.2 Depósito proaluviales	6
2.2 Unidades del substrato rocoso	6
2.2.1 Roca intrusiva	6
2.3 Caracterización y zonificación geomecánica del macizo rocoso	8
2.3.1 Macizo con calidad mala.....	9
3. ASPECTOS GEOMORFOLOGICOS	14
3.1 Pendientes del terreno	14
3.2 Unidades geomorfológicas	14
3.2.1 Geoformas de carácter tectónico – degradacional y erosional.....	15
3.2.2 Geoformas de carácter depositacional y erosional.....	15
3.2.3 Geoformas particulares	15
4. PELIGROS GEOLOGICOS	17
4.1 Peligros geológicos	17
4.2.1 Caída de rocas	17
4.2 Derrumbe	18
4.2 Susceptibilidad por movimientos en masa	18
4.3 Factores condicionantes	19
4.4 Factores desencadenantes	19
5. CONCLUSIONES	20
6. RECOMENDACIONES	21
7. BIBLIOGRAFÍA	¡Error! Marcador no definido.
Anexo 1: Mapas	24
Anexo 2: propuesta de medidas estructurales	30

1. INTRODUCCIÓN

El marco legal y normativo nacional en materia de Gestión del Riesgo de Desastres, indica que los gobiernos regionales y gobiernos locales como parte de sus funciones deben incorporar la Gestión del Riesgo de Desastres - GRD, en sus procesos de Planificación, Ordenamiento Territorial, Gestión Ambiental e Inversión Pública, con el propósito de prevenir y proteger la vida y salud de la población, el patrimonio de las personas y del estado, así como proteger las condiciones medio ambientales

En este sentido la Municipalidad Metropolitana de Lima viene ejerciendo sus funciones trabajando en los diferentes procesos que componen la Gestión del Riesgo de Desastres – GRD. El presente informe de Evaluación de Peligros Geológicos significa una herramienta más a fin de estimar los riesgos que existen en sectores de Lima Metropolitana además de que brinda propuestas para mitigar los mismos.

Así mismo, la Municipalidad Metropolitana de Lima mediante la Subgerencia de Estimación Prevención Reducción y Reconstrucción-SEPRR, está implicada en generar productos con información útil para la población y que a la vez sean de calidad, tanto es así, que se está manteniendo para el caso de informes de peligro geológico, colaboración con la Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico-DGAR del Instituto Geológico Minero y Metalúrgico-INGEMMET.

1.1 Objetivo del informe

El objetivo del presente informe es identificar, describir y caracterizar los peligros geológicos que podrían afectar a la zona de estudio. Así mismo, brindar recomendaciones a fin de mitigar los peligros geológicos.

1.2 Antecedentes

Existen trabajos previos y publicaciones de INGEMMET, que incluyen sectores aledaños a las zonas de evaluación (informes técnicos) y otros estudios regionales relacionados a los temas de geología y geodinámica externa (boletines), de los cuales destacan los siguientes:

- Villacorta et al., 2015- Peligros Geológicos en el área de Lima Metropolitana y la Región Callao. INGEMMET, Boletín, Série C: Geodinámica e Ingeniería Geológica
En este boletín se hace una caracterización geodinámica de Lima Metropolitana y el Callao para lograr una identificación o inventariado de la localización de las zonas críticas de alta susceptibilidad por procesos o fenómenos geológicos (movimientos en masa como flujos, caída de rocas, deslizamientos...).
- Palacios et al., 1992- Geología de los cuadrángulos de Lima, Lurín, Chancay y Chosica. INGEMMET, Boletín, Serie A: Carta Geológica Nacional.
En este boletín se describen las unidades litoestratigráficas aflorantes en la zona de estudio y alrededores que corresponden a gabrodioritas del batolito de la costa y sedimentos cuaternarios

- Mamani, Y.; Fabián, C. & Jacay, J. (2021) - Geología del cuadrángulo de Chosica (hojas 24j1, 24j2, 24j3, 24j4). INGEMMET, Boletín, Serie L: Actualización Carta Geológica Nacional (Escala 1:50 000), 38, 80 p., 4 mapas. En este boletín se incluyen los cambios y aportes que se han realizado en torno a la estratigrafía, rocas ígneas y volcánicas, cartografiado geológico y geología estructural, todo a una escala de mayor detalle, respecto a la publicación de Palacios, et al 1992.

1.3 Zona de estudio

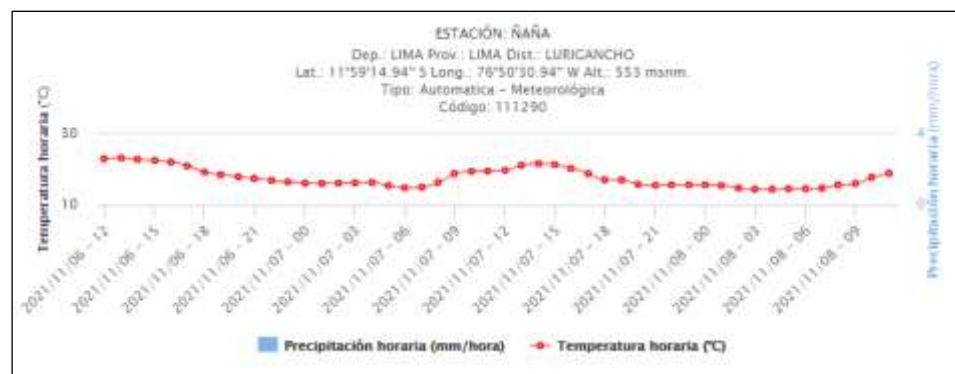
1.3.1 Ubicación Accesibilidad

El acceso al área de estudio es por vía terrestre desde la ciudad de Lima, Tomando como inicio la Av. Derby en dirección oeste, luego la carretera Panamericana sur en dirección norte hasta el óvalo Javier Prado, donde se vira hacia la derecha para enrumbar por la Av. Circunvalación en dirección norte hasta su intersección con la Autopista Ramiro Prialé, sitio donde se vira hacia el este para proseguir el recorrido por la autopista Prialé hasta su intersección con la Av. Las Torres. Todo este tramo es de vías asfaltadas- En la intersección de la Av. Ramiro Prialé y la Av. La Torres empieza el tramo de vías sin asfaltar, en este sitio se toma dirección oeste por la Av. Las Torres hasta su final, para luego continuar en la misma dirección oeste por la Av. 5 de agosto hasta su intersección con la calle Media Luna, En este sitio se enrumba por la calle Media Luna tomando dirección este primero, y luego dirección sureste hasta su intersección con la calle Londres donde se vira hacia el oeste y se recorre unas 7 cuadras hasta la intersección con la calle Caracas, donde se emplaza el para de estudio.

1.3.2 Clima

El clima en este sector de Lurigancho y según la Clasificación Climática de Warren Thornthwaite - SENAMHI (2020) es templado y árido con deficiencia de humedad en todas las estaciones del año. El tiempo de estas zonas cercanas a la costa está determinado en gran medida por el Anticiclón del Pacífico Sur y por factores oceánicos y locales. En este lugar no se registran variaciones extremas entre las temperaturas máximas y mínimas anuales, las precipitaciones normalmente están referidas a la presencia de garuas invernales.

Gráfico N° 1-Datos Hidrometeorológicos-SENAMHI



2. ASPECTOS LITOLÓGICOS

2.1 Depósitos inconsolidados

Esta unidad agrupa a los depósitos poco o nada coherentes, de extensión y grosor variable, estos pueden ser creados por el hombre como son las pircas o muros, o generarse por la propia geodinámica siendo producto de la meteorización, erosión y posterior acumulación, es en este sentido, que en este estudio se ha diferenciado entre depósitos antrópicos y proluviales.

2.1.1 Depósito antrópico

Los depósitos antrópicos son acumulaciones artificiales de suelos naturales o de fragmentos de roca o material de desecho, o una mezcla de ellos. Así mismo, estos materiales en algunas ocasiones pueden haber recibido un tratamiento industrial. En la zona de estudio se identificaron como depósitos antropógenos multitud de pircas sin ningún tratamiento, además de depósitos acumulados por el hombre o máquinas la mayoría de ellos con fines de construcción. Hace falta mencionar que la gran mayoría de pircas fueron identificadas como base de viviendas en las zonas altas de la ladera.

2.1.2 Depósito proaluviales

Los depósitos proluviales se encuentran constituyendo los conos de deyección de las quebradas, suelen estar formados por fragmentos de roca heterométricos con formas angulosas a subangulosas envueltos de una matriz limosa. Sin embargo, la zona baja del área de estudio (pie del talud) ha sido totalmente antropizada por lo que es difícil la identificación de dichos depósitos.

2.2 Unidades del substrato rocoso

2.2.1 Roca intrusiva

La ladera donde se encuentra ubicada la Asociación de Viviendas Integración los Olivos está conformada por macizo rocoso de origen intrusivo, clasificado como gabrodioritas según la cartografía a escala 1:50000 de Palacios et al., 1992 INGEMMET.

Ilustración N°1 El macizo rocoso de roca intrusiva esta alterado, notase como el martillo puede penetrar en la roca, esta además se puede disgregar en trozos. Este afloramiento es natural y se ubica en las coordenadas UTM 289164, 8674554 aproximadamente.



Esta roca aflora en diversos sectores, viéndose en un elevado estado de meteorización en los afloramientos naturales, siendo además fácil de observar en el suelo pequeños depósitos de arenas de color gris oscuro que proceden de la disgregación de las mismas rocas, el color es seguramente atribuido a la presencia de un porcentaje alto de minerales máficos. No obstante, en los afloramientos artificiales el macizo se encuentra menos alterado, la roca intrusiva no se disgrega.

Ilustración N° 2 Gabrodiortia adquirida en un afloramiento artificial en la parte baja del talud. En las zonas de corte artificial la roca se encuentra menos meteorizada. Coordenadas UTM 289186, 8674549



2.3 Caracterización y zonificación geomecánica del macizo rocoso

El macizo rocoso en gran parte está recubierto por una formación superficial arenosa, aun así, en algunos sectores de la parte central y elevada de la ladera, afloran de forma natural grandes bloques de roca.

Ilustración N° 3 Afloramiento rocoso natural.



Estos bloques de mida heterométrica y de forma angulosa a subangulosa se encuentran fracturados, con diaclasas de abertura mayor a 5cm en algunos casos. Algunos de ellos como se puede observar en las fotografías están sueltos. Además, en otros sectores del talud, se pudo observar que los habitantes de la zona a fin de poder construir están rompiendo los bloques.

Ilustración N° 4 Bloque de piedra reventado por el hombre



Además, artificialmente el hombre para construir ha realizado incisiones en varios sitios de la ladera, ocasionando taludes de pendiente vertical. A continuación, se hace mención a dichos afloramientos artificiales.

2.3.1 Macizo con calidad mala

En campo se encontraron diversos cortes antrópicos de no más de 8m de altura, estos fueron realizados para ganar espacio para la construcción de viviendas. A fin de tener una primera apreciación geomecánica del macizo, se empleó el GSI (Geological Strength Index), el cuál es un sistema de caracterización de las propiedades geomecánicas de los macizos rocosos, a través de la fácil identificación por evaluación visual de las propiedades geológicas en el campo.

La determinación del GSI se hace a partir de una tabla a la que se ingresa desde 2 puntos de vista distintos, el horizontal y el vertical. El primero hace referencia a la estructura y composición de las rocas, evaluando el tamaño y la trabazón de los bloques entre sí, mientras que el segundo hace referencia a las características de las discontinuidades. Al ingresar desde los dos puntos de vista, se converge en un punto medio diagonal que da el valor del índice.

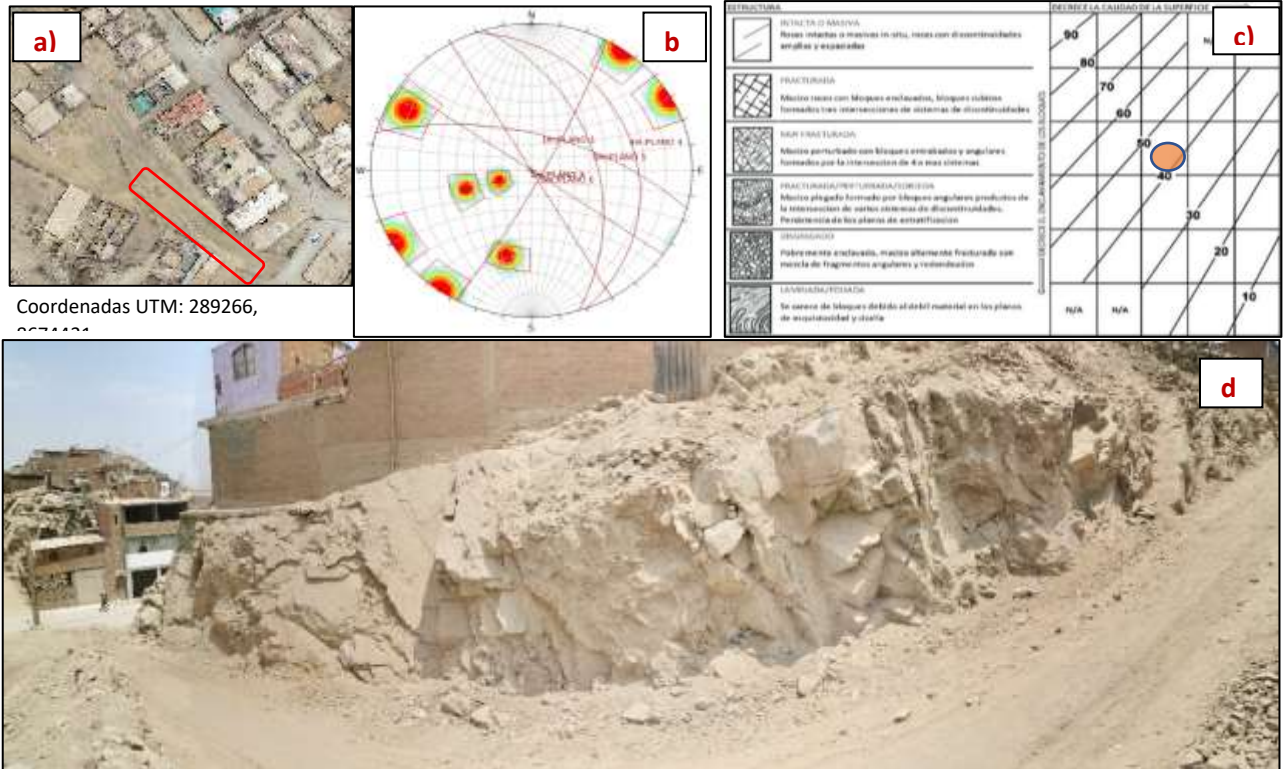
Además, para una mejor caracterización del macizo, se tomaron medidas de orientación de las diaclasas mediante en concepto de “Dip direction” (dirección de la línea de máxima pendiente del plano de discontinuidad respecto al norte), y el buzamiento “Dip” (inclinación respecto a la horizontal de dicha línea) (Barton et al.,1978).

Tabla 1-Anotación de direcciones de buzamiento de los planos de fractura en los diferentes afloramientos

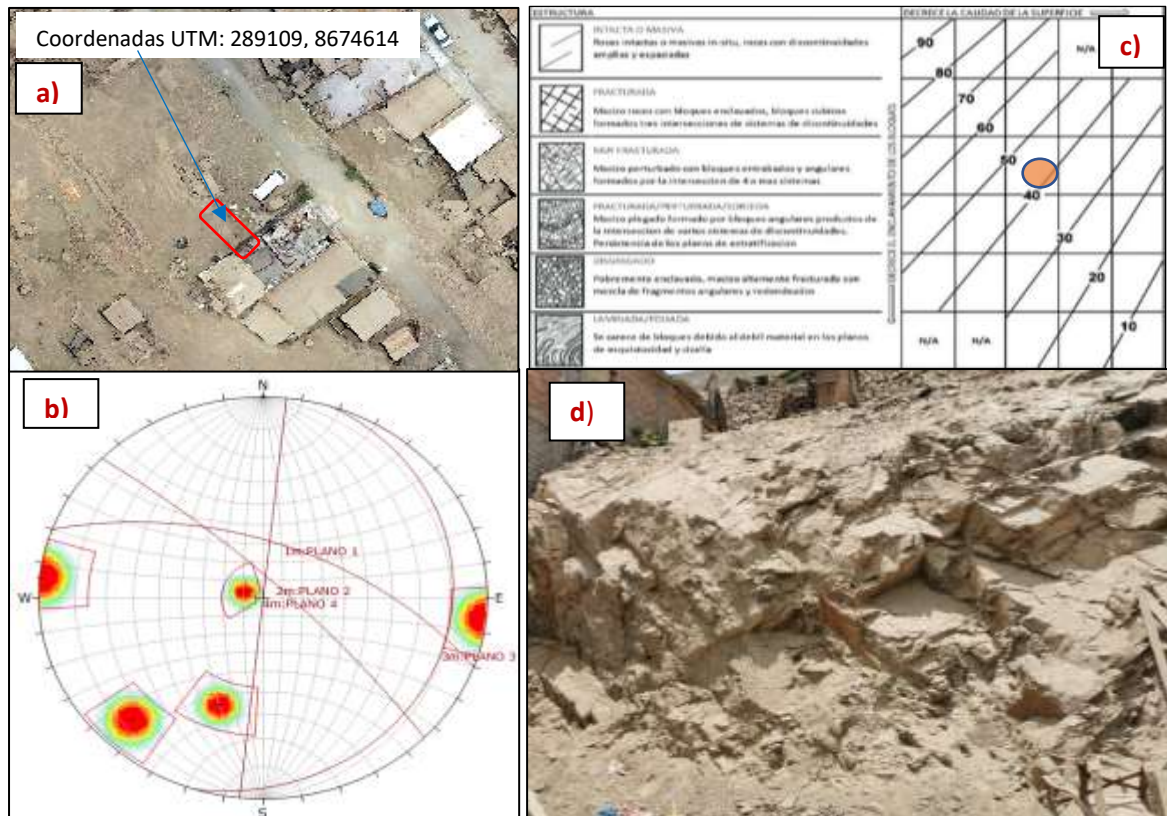
Medidas en campo				Coordenadas UTM WGS84	
Medida	Afloramiento	Dip direction		X	Y
1	A	62	015	289266	8674431
2	A	82	118	289266	8674431
3	A	90	035	289266	8674431
4	A	24	70	289266	8674431
5	A	88	115	289254	8674441
6	A	46	073	289254	8674441
7	A	90	060	289254	8674441
8	B	80	044	289109	8674614
9	B	59	020	289109	8674614
10	B	10	108	289109	8674614
11	B	90	096	289109	8674614
12	C	80	020	289068	8674685
13	C	28	152	289068	8674685
14	C	64	017	289068	8674685
15	C	70	390	289068	8674685
16	C	52	058	289068	8674685
17	C	44	042	289068	8674685
18	D	52	058	289038	8674684
19	D	80	298	289038	8674684
20	D	42	010	289038	8674684
21	D	52	048	289038	8674684
22	D	80	092	289038	8674684

Las medidas obtenidas fueron introducidas al programa DIPS de Rocscience, en el cual se pudo corroborar un mínimo de 4 familias de discontinuidades

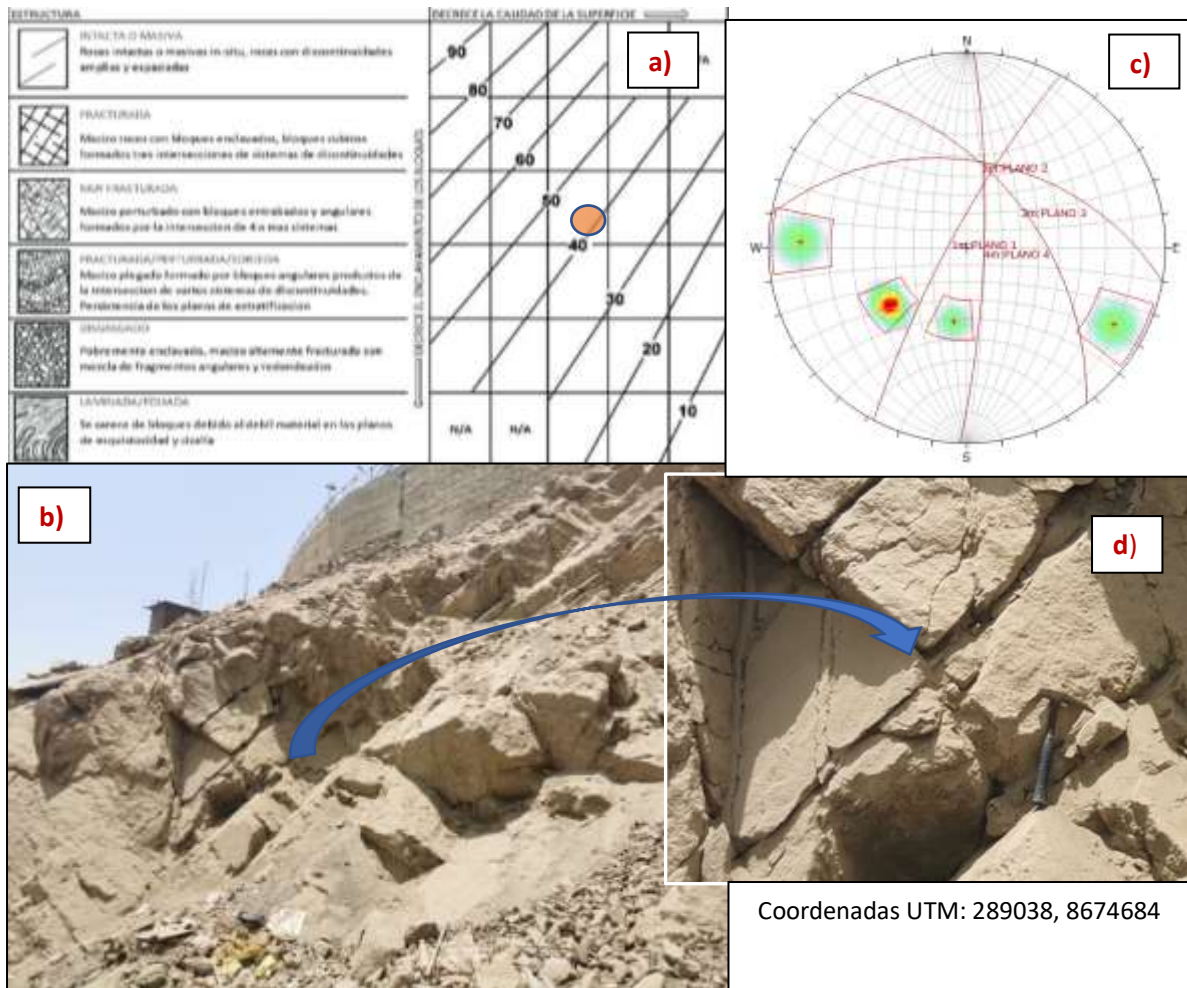
Cuadro N° 4 -Afloramiento A: a) Ubicación del afloramiento, b) Proyección estereográfica de los planos de fractura representativos mediante DIPS, c) GSI, d) Fotografía del afloramiento.



Cuadro N° 2 -Afloramiento B: a) Ubicación del afloramiento, b) Proyección estereográfica de los planos de fractura representativos mediante DIPS, c) GSI, d) Fotografía del afloramiento.



Cuadro N° 3 -Afloramiento D: a) Ubicación del afloramiento, b) Proyección estereográfica de los planos de fractura representativos mediante DIPS, c) GSI, d) Fotografía del afloramiento.

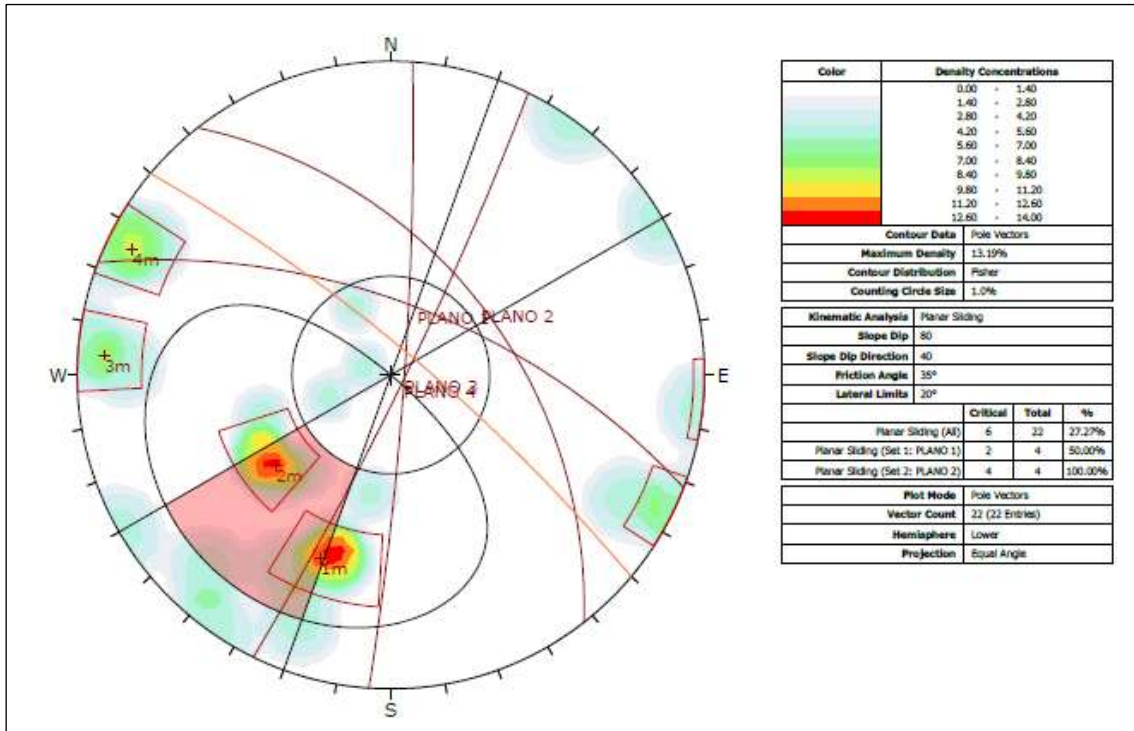


Cuadro N° 4 -Afloramiento C: a) Ubicación del afloramiento, b) Proyección estereográfica de los planos de fractura representativos mediante DIPS, c) GSI, d) Fotografía del afloramiento.

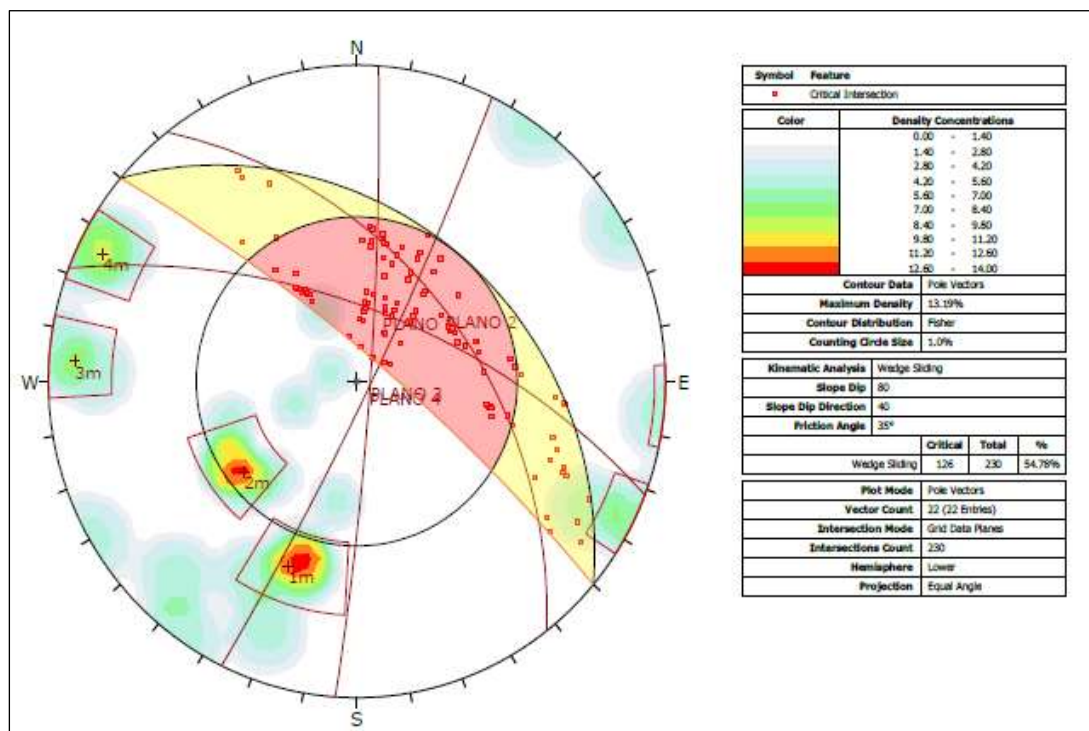


Tomando los datos obtenidos en campo en los 4 afloramientos se realizó un análisis cinemático de los planos a fin de encontrar intersecciones que deriven a fallas mediante DIPS v.7. Los resultados arrojaron que el tipo de falla mas probable es de tipo cuña en un 55% , seguido de las fallas por deslizamiento planar con un 27% y finalmente las fallas por volcamiento en un 3%.

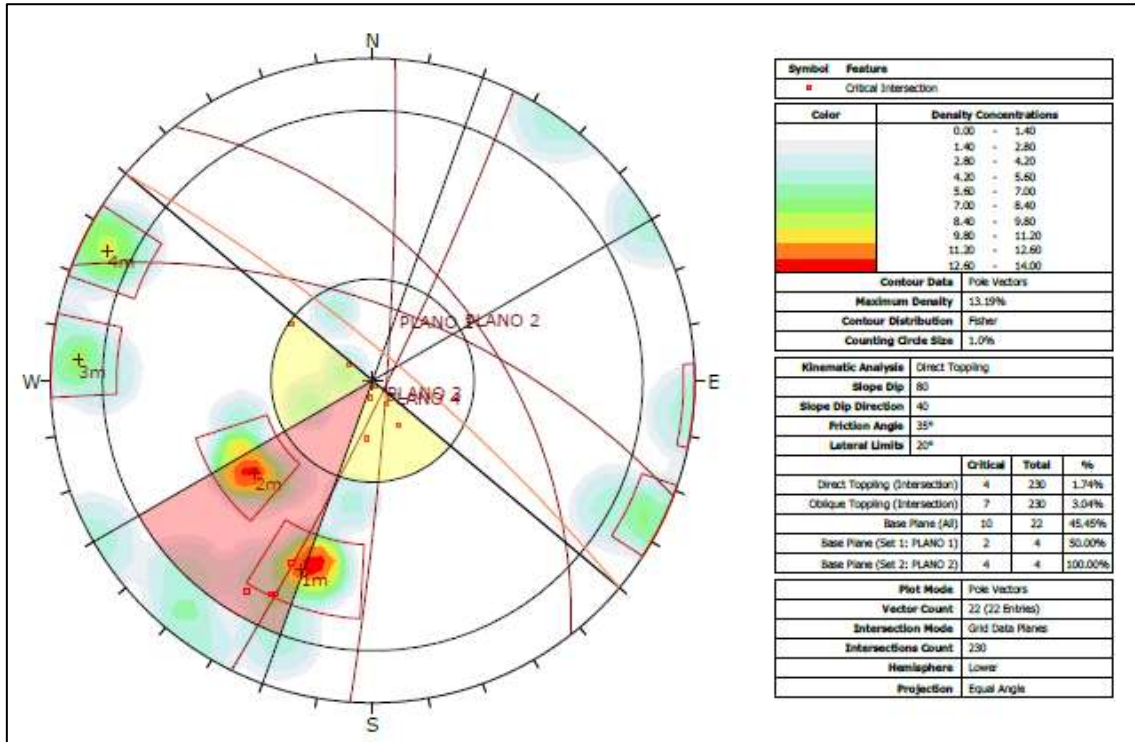
Cuadro N° 11-Resultado del análisis por rotura planar



Cuadro N° 12 Resultado del análisis por rotura planar



Cuadro N° 13 Resultado del análisis de rotura por vuelco



3. ASPECTOS GEOMORFOLOGICOS

3.1 Pendientes del terreno

La pendiente, es uno de los principales factores en el comportamiento dinámico de los movimientos en masa, ya que determinan la cantidad de energía cinética y potencial de una masa inestable (Sánchez, 2002), es un parámetro importante que actúa como condicionante en la evaluación de este tipo de procesos.

En el anexo X, se presenta el mapa de pendientes, elaborado en base a información obtenida mediante fotogrametría con Drone, donde el sector evaluado y alrededores se encuentran en una ladera cuyos rangos de pendientes van desde terreno llano (0° a 1°) a terreno escarpado ($>45^\circ$). Este rango de pendientes es el resultado de una intensa erosión y desgaste de la superficie terrestre, sin embargo, la intervención antrópica ha tenido también un papel determinante, creando incisiones con pendientes casi verticales o llanuras para fines constructivos.

3.2 Unidades geomorfológicas

Para la clasificación y caracterización de las unidades geomorfológicas en la Asociación de Viviendas Integración Los Olivos, se utilizaron las publicaciones de Villota (2005) y los estudios del INGEMMET; cuyas concepciones consideran el

efecto de los procesos morfodinámicos (degradacionales o denudativos y agradacionales o deposicionales), en la evolución del relieve.

3.2.1 Geoformas de carácter tectónico – degradacional y erosional

3.2.1.1 Colina en roca intrusiva (CL-ri)

La zona de estudio se encuentra ubicada en la ladera de una colina, se ha clasificado como colina debido a que el relieve de esta estribación andina no supera los 300m de desnivel entre el pie y cima de la misma. La colina está conformada por un macizo de gabrodiorita el cual pertenece al batolito de la costa.

Actualmente debido al clima árido de la zona no actúan procesos que produzcan un gran índice de meteorización del relieve de la zona, mas bien el macizo ha sido modelado en un periodo semiárido donde las lluvias eran mas asiduas. Se considera que es en el sistema semiárido donde se da la asociación de procesos que tiene mayor capacidad de transporte de partículas y, por lo tanto, también de modificar el paisaje.

3.2.2 Geoformas de carácter depositacional y erosional

3.2.2.1 Piedemonte aluvio-torrencial

Esta unidad geomorfológica corresponde a los depósitos por los flujos de detritos o huaicos, tienen pendientes suaves (menor a 5%), además suelen estar caracterizados por fragmentos heterométricos (bloques, bolos y detritos), subangulosos, en matriz limo-arenosa.

En el área de estudio no se pudo diferenciar de forma clara por procesos antrópicos sin embargo se ha interpretado su presencia en el sector NNW del pie de la colina.

3.2.3 Geoformas particulares

3.2.3.1 Colina antropizada

El talud de la zona de estudio contiene incisiones debido a la intervención del hombre a fin de obtener terrenos o espacio optimo para la edificación. Estas incisiones modifican el pendiente natural creando zonas planas, zonas de pendiente moderado (y zonas de pendiente casi vertical. Además, se pudo observar que de forma antrópica se están fracturando grandes bloques de gabrodiorita a fin de conseguir terrenos óptimos para la edificación.

Ilustración N° 5 Ladera de colina antropizada



3.2.3.2 Colina con deposito antrópico

Los depósitos antrópicos de la zona se caracterizan por pircas simples, es decir están construidas con una simple acumulación de bloques de mida semejante colocados unos encima de otros, sin ligamiento de cemento. Estas pircas en la zona se usan tanto como muro de contención como para ganar estabilidad en zonas de cambio de pendiente.

Otro tipo de depósitos antrópicos son los que se han generado al cortar el talud de forma vertical o en pendientes elevados, por inestabilidad del macizo hay caída de bloques y gravas que conforman acumulaciones en las zonas de pendiente suave a pie de talud.

Ilustración N° 6 Tipos de depósitos antrópicos (pirca y depósito de corte)



4. PELIGROS GEOLOGICOS

4.1 Peligros geológicos

Los movimientos en masa son parte de los procesos denudativos que modelan el relieve de la tierra. Su origen obedece a una gran diversidad de procesos geológicos, hidrometeorológicos, químicos y mecánicos que se dan en la corteza terrestre. La meteorización, las lluvias, los sismos y otros eventos (incluyendo la actividad antrópica), actúan sobre las laderas desestabilizándolas y cambian el relieve a una condición más plana (Proyecto Multinacional Andino, 2007).

El peligro geológico reconocido en el sector evaluado corresponde a un movimiento en masa de tipo caída de rocas y derrumbes.

4.2.1 Caída de rocas

En la zona de estudio solo se ha identificado un lugar donde se tiene constancia de caída de rocas. En este caso consiste en la caída de un grupo de rocas que formaban parte de una pirca, en el movimiento solo se desprendieron las rocas sin presencia de finos. Por el pendiente del talud las rocas generaron saltos hasta llegar a la vivienda ubicada a la parte inferior. Así mismo, existen sectores donde sobresalen las gabrodioritas de forma natural evidenciando el peligro a caída debido a sus condiciones geomecánicas y de pendiente (ver ilustración 3 o 5)

Ilustración N° 7 Caída de rocas de una pirca



4.2 Derrumbe

La calle las Orquídeas está asentada encima del macizo rocoso, la pista aun no asfaltada ha sido construida mediante un compactado de material heterométrico el cual, debido al pendiente, ha sido confinado lateralmente por una pirca. Sin embargo, esta pirca se ha desmoronado por derrumbes en diversas ocasiones. Según los vecinos de la zona, el sismo del 22 de junio del presente año ocasiono gran parte de los daños. Las cicatrices muestran que el derrumbe empieza en la misma pista llevándose parte del material compactado y la propia pirca.

Ilustración N° 8 Derrumbe en la calle Las Orquídeas y alcance de los bloques caídos



4.2 Susceptibilidad por movimientos en masa

La susceptibilidad a los movimientos en masa está definida como la propensión que tiene una determinada zona a ser afectada por un determinado proceso geológico (movimiento en masa), expresado en grados cualitativos y relativos. Los factores que controlan o condicionan la ocurrencia de los procesos geodinámicos pueden ser intrínsecos o externos (Vílchez et al., 2013).

En la construcción del mapa de susceptibilidad a los movimientos en masa, se tienen en cuenta una serie de variable o factores que tienen influencia en la ocurrencia de dichos fenómenos (Aguilar & Mendoza, 2002).

Para diferenciar los grados de susceptibilidad, se usó el método basado en la categorización y ponderación de factores (Método heurístico, indirecto y cualitativo), cuyo objetivo principal es indicar y priorizar áreas donde las condiciones existentes hacen probable la ocurrencia de movimientos en masa (Vílchez et al., 2013).

Tabla 2-Categorización y ponderación de los condicionantes para la Susceptibilidad a Movimientos de Masa

Indicador	Niveles					
	Muy Bajo		Bajo	Medio	Alto	Muy Alto
	1 (10%)		2(20%)	3 (30%)	4 (40%)	5 (50%)
Geología				Gabrodiorita	Depósitos proaluvial	Depósitos antrópicos
Geomorfología			Piedemonte aluvio torrencial	Colina en roca intrusiva	Colina intrusiva antropizada	Colina con deposito antrópico
Pendiente	0 a 1°	Entre 1-5°	Entre 5 - 15°	Entre 15 - 25°	Entre 25 - 45°	Mayor a 45°

4.3 Factores condicionantes

- Pendiente pronunciada de la ladera, entre 25°-45° o incluso >45
- Configuración geomorfológica de la colina en roca intrusiva antropizada.
- Litología conformada por gabrodioritas muy fracturadas, las cuales son susceptibles a caídas, o depósitos antrópicos inconsolidados.

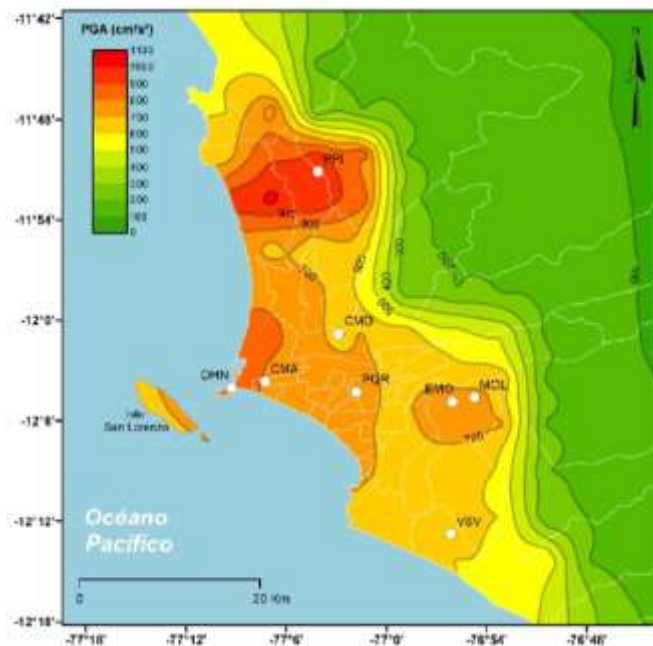
4.4 Factores desencadenantes

El Perú debido a su posición geográfica se ubica en el llamado Cinturón de fuego del Pacífico donde ocurren más del 80% de sismos a nivel mundial, las costas del Perú se encuentran entre la placa de Nazca y Sudamericana donde colisionan frontalmente, permitiendo que la primera se introduzca por debajo de la segunda, dando origen al proceso de subducción. A la fecha con información científica se ha puesto en evidencia que la zona de contacto entre placas, a lo largo del margen peruano, actualmente existen al menos tres áreas con importante acumulación, siendo una de ella la región Lima. Según estudios

podría liberarse la energía sísmica acumulada desde el terremoto de 1746, generando un sismo entre 8.5 y 8.8Mw.

En ese sentido el Instituto Geofísico del Perú – IGP realizó el estudio denominado “Análisis y evaluación de los patrones de sismicidad y escenarios sísmicos en el borde occidental del Perú” en el cual determina los valores de aceleración PGA para Lima Metropolitana y el Callao, considerando como escenario un sismo de 8.8 Mw con origen en la zona de máximo acoplamiento sísmico (ZMAS) que se encuentra en las costas de Lima. Teniendo como base el estudio en mención, se identificó que, en el ámbito de estudio, “Asociación de Vivienda Integración Los Olivos”, podría tener valores de aceleración de 400 cm/s², similares a lo ocurrido en el terremoto de Pisco 2007 (M8.0), donde los suelos de la ciudad de Ica soportaron niveles de sacudimiento del orden de 400 cm/s² (aceleración).

Ilustración N° 9 Valores de Aceleración PGA para Lima Metropolitana y Callao



5.CONCLUSIONES

- Mediante fotogrametría se ha podido determinar el pendiente de la zona de estudio, siendo el rango entre 25-45° (pendiente alto) el más representativo de la zona. Mencionar que por intervención del hombre actualmente existen pendientes >45° de los cuales han surgido los eventos de derrumbe mencionados en el informe.
- Geomorfológicamente, la zona de estudio corresponde a una ladera de una colina conformada por roca intrusiva. El relieve de la zona ha sido

modificado por la intervención del hombre por lo que es difícil de interpretar otras unidades en el área de estudio.

- Litológicamente la zona de estudio está conformada por un macizo de gabrodiorita, sin embargo, existen depósitos inconsolidados como los antrópicos que resultan de la rotura o incisión del macizo o incluso las mismas pircas que se utilizan para estabilizar el terreno. Otros depósitos presentes son los proluviales a pie de talud, donde su cartografía es dificultosa por el modelado antrópico sobrepuesto.
- Teniendo en cuenta una categorización y ponderación de los condicionantes se ha generado un mapa de Susceptibilidad por Movimientos en Masa, resultando tres zonificaciones, susceptibilidad muy alta (color rojo), su susceptibilidad alta (color naranja) y susceptibilidad moderada (color amarillo).
- Mediante la visita a campo con toma de datos y la información revisada en gabinete se han identificado los peligros geológicos que afectan y podrían afectar a la Asociación de Viviendas Integración Los Olivos-Lurigancho, corresponden a movimientos de masa de tipo caída de roca y derrumbes. La localización de las zonas donde han ocurrido eventos y existe posibilidad de que se generen nuevos se puede visualizar en el mapa de peligros en el anexo 1.
- Se han identificado y cartografiado tres eventos por derrumbe y un evento por caída de rocas, todos estos movimientos a excepción de la caída de rocas han sucedido en la misma calle de Las Orquídeas, mientras que la caída de rocas fue en una pirca encima de un talud antrópico colindante.
- El macizo rocoso formado gabrodiorita ha sido modificado por el hombre, de los taludes antrópicos se ha tomado las orientaciones de las diaclasas siendo proyectadas y analizadas mediante el programa DIPS. De este procedimiento se puede concluir que se encontraron un mínimo de cuatro familias de discontinuidades siendo la falla por cuña la más abundante con un 55%, seguido de la falla planar con un 27% y la falla por volcamiento con un 3%.

6.RECOMENDACIONES

- Debido al peligro geológico existente en la zona, en parte incrementado por el factor antrópico, se recomienda como medida de estimación y prevención que un ingeniero estructural colegiado de la jurisdicción correspondiente, evalúe el estado de todos los muros ya construidos en la ladera de la colina.

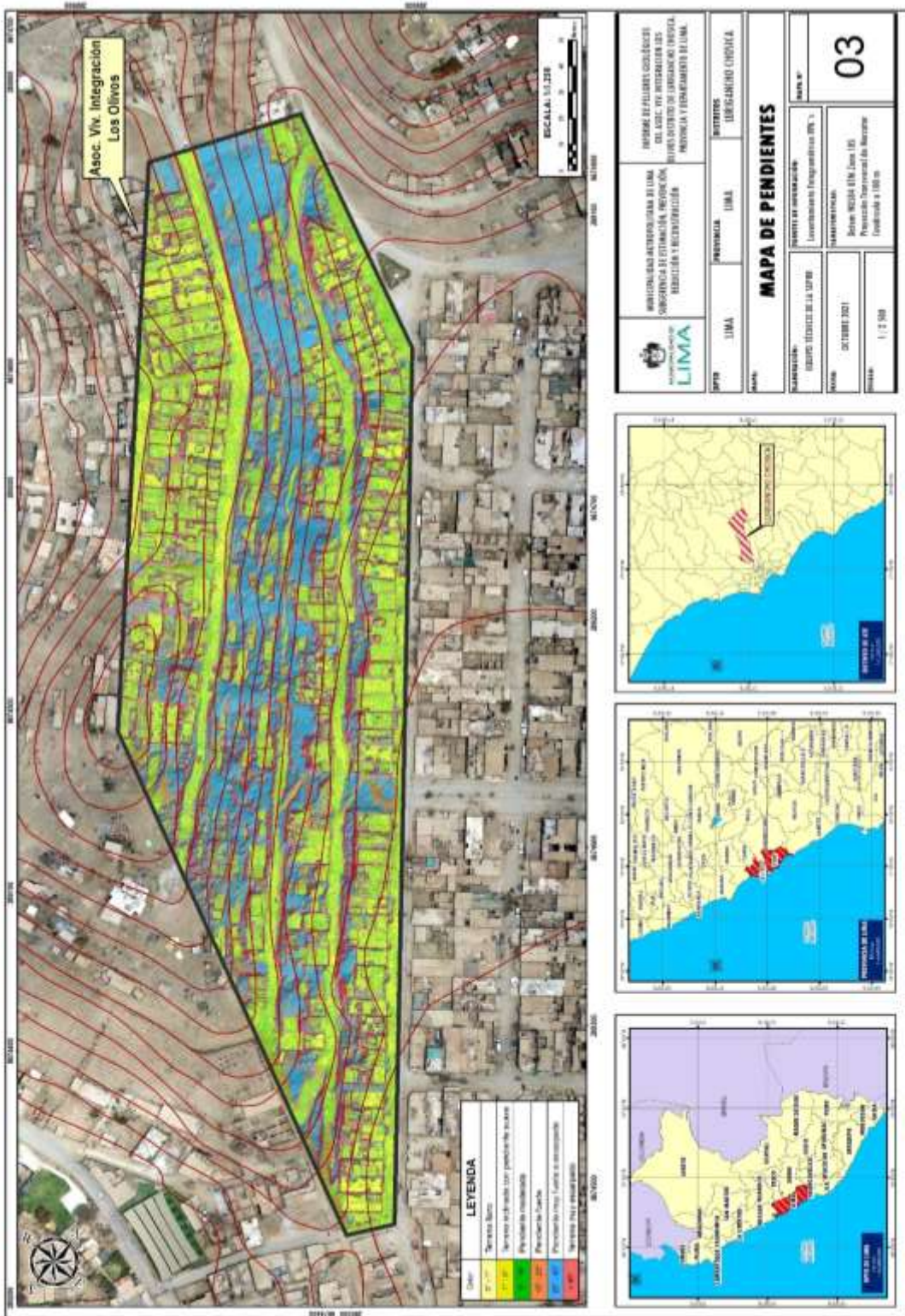
- Avisar a las autoridades del distrito de Lurigancho-Chosica para que no se autoricen las construcciones de nuevas viviendas en las zonas de susceptibilidad muy alta y alta por movimientos de masa (caída de rocas o derrumbes).
- Realizar por parte del gobierno local informes de detalle sobre la caracterización geomecánica del macizo rocoso a fin de diseñar muros, cimentaciones o cualquier tipo de infraestructura semejante en la presente zona de estudio. Además, las obras deben ser dirigidas y ejecutadas por profesionales con conocimiento y experiencia en el tema.
- Incluir el presente informe en el inventario de peligros geológicos que se refleja en el visor de GEOCATMIN, ofrecido mediante el Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico-INGEMMET.

7. BIBLIOGRAFÍA

- Alva, J.E.; Meneses, J. & Guzmán, V. (1984) - Distribución de máximas intensidades sísmicas observadas en el Perú (en línea). Ponencia presentada en el V Congreso Nacional de Ingeniería Civil, 12-18 noviembre 1984. Lima: CISMID, 11 p.
- Cesar, A. Chacaltana (2019)-*Evaluación de Peligros Geológicos por Movimientos en Masa en el Anexo del Colpa*, distrito de Pichos-región Huancavelica. Lima: Instituto Geológico Minero y Metalúrgico 33p. Informe Técnico N°A6927
- González de Vallejo, L.I.; Ferrer, M.; Ortuño, L. & Oteo, C. (2002)- *Ingeniería geológica*. Madrid: Pearson Educación,715 p.
- Mamani, Y.; Fabián, C. & Jacay, J. (2021) - Geología del cuadrángulo de Chosica (hojas 24j1, 24j2, 24j3, 24j4). INGEMMET, Boletín, Serie L: Actualización Carta Geológica Nacional (Escala 1:50 000), 38, 80 p., 4 mapas
- Medina, L.; Nuñez, M.; Vílchez, M.; Peña, F.; Gómez, H. & Sosa, N. (2021) - Peligro geológico por movimientos en masa e inundación fluvial en la ciudad de Cusco. INGEMMET, Boletín, Serie C: Geodinámica e Ingeniería Geológica, 80, 206 p., 10 mapas
- Palacios, O.; Caldas, J.; Vela, C. (1992)-*Geología del cuadrángulo de Lima*, hoja 24j, escala 1:100.000. INGEMMET, Boletín N°43, Serie A: Carta Geológica Nacional, 162
- Proyecto Multinacional Andino: Geociencias para las comunidades Andinas (2007) *Movimientos en Masa en la Región Andina: Una guía para la evaluación de amenazas*. Servicio Nacional de Geología y Minería. Publicación Geológica Multinacional, No. 4, 432 p., 1 CD-ROM

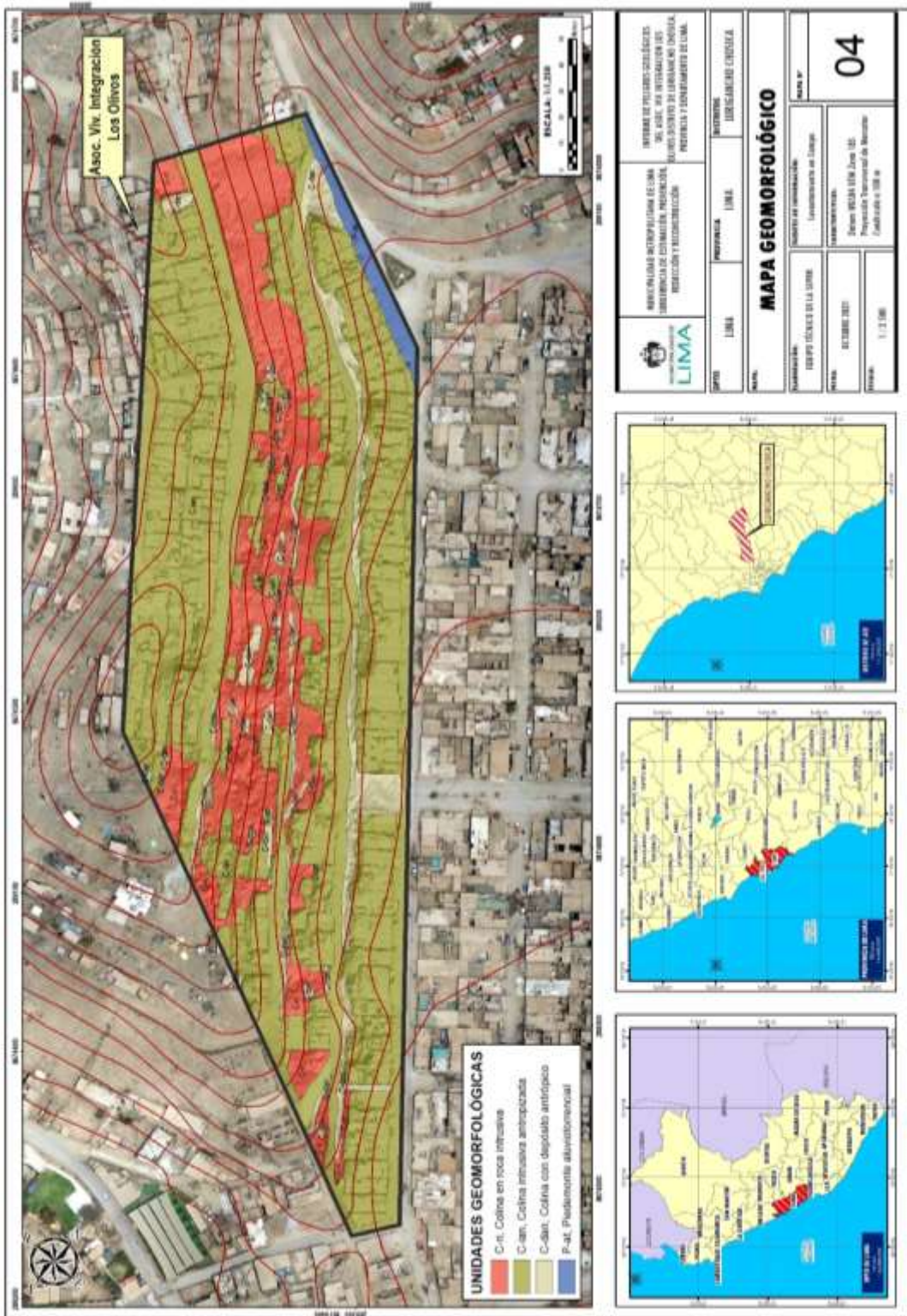
- Sosa N. & Nuñez M. (2021). *“Evaluación de peligros geológicos por caídas de rocas en el barrio de Chua Alto, distrito Independencia, provincia Huaraz, región Ancash”*, informe técnico N°A7160, Ingemmet, 33 pág.
- Tavera, A. (2020) – Análisis y evaluación de los patrones de sismicidad y escenarios sísmicos en el borde occidental del Perú.
- Villota, H. (2005). Geomorfología aplicada a levantamientos edafológicos y zonificación física de tierras, España: Instituto Geográficos Agustín Codazi.

MAPA N° 3-Pendientes



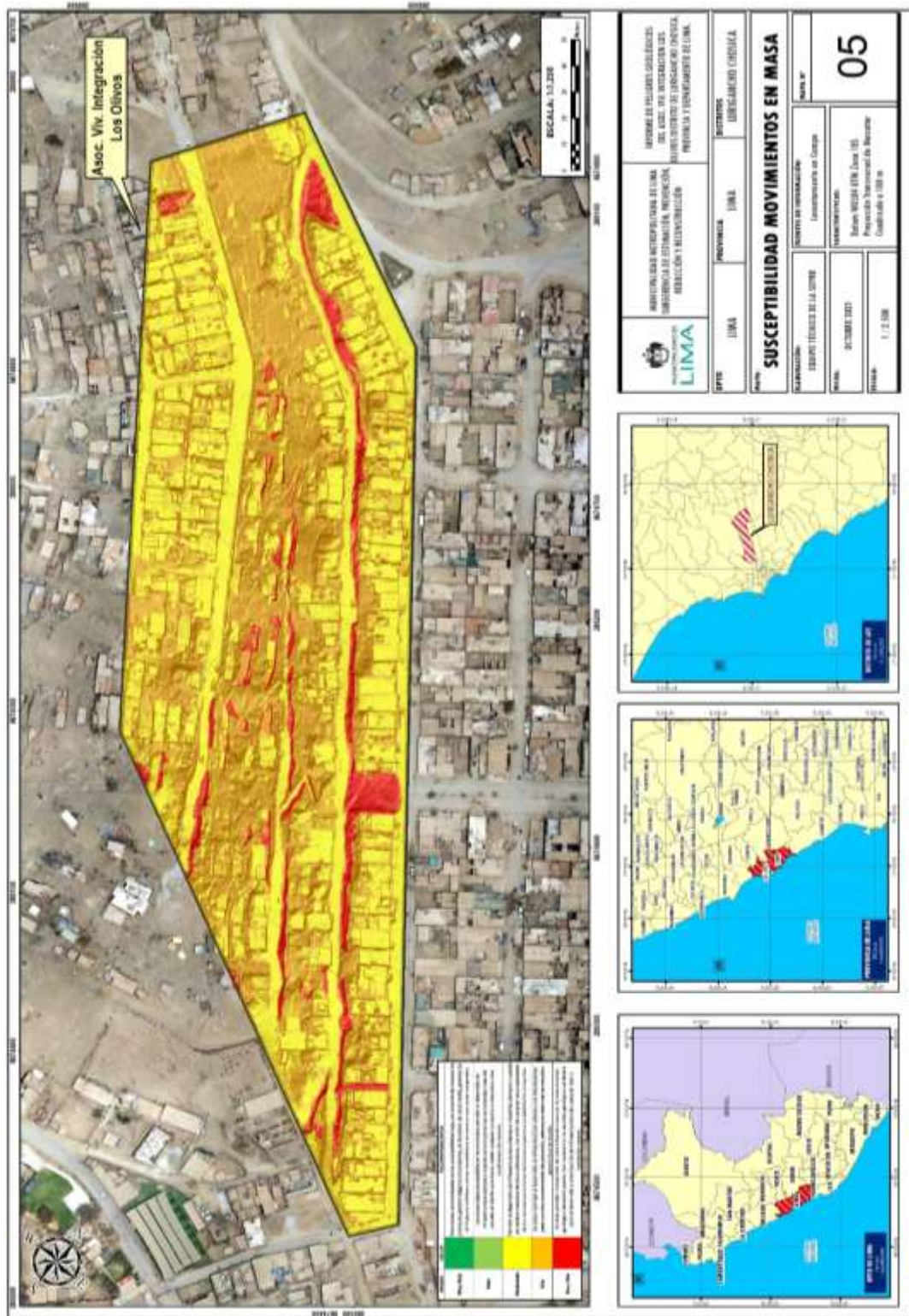
Fuente: Elaboración Propia

MAPA N°4 Geomorfología



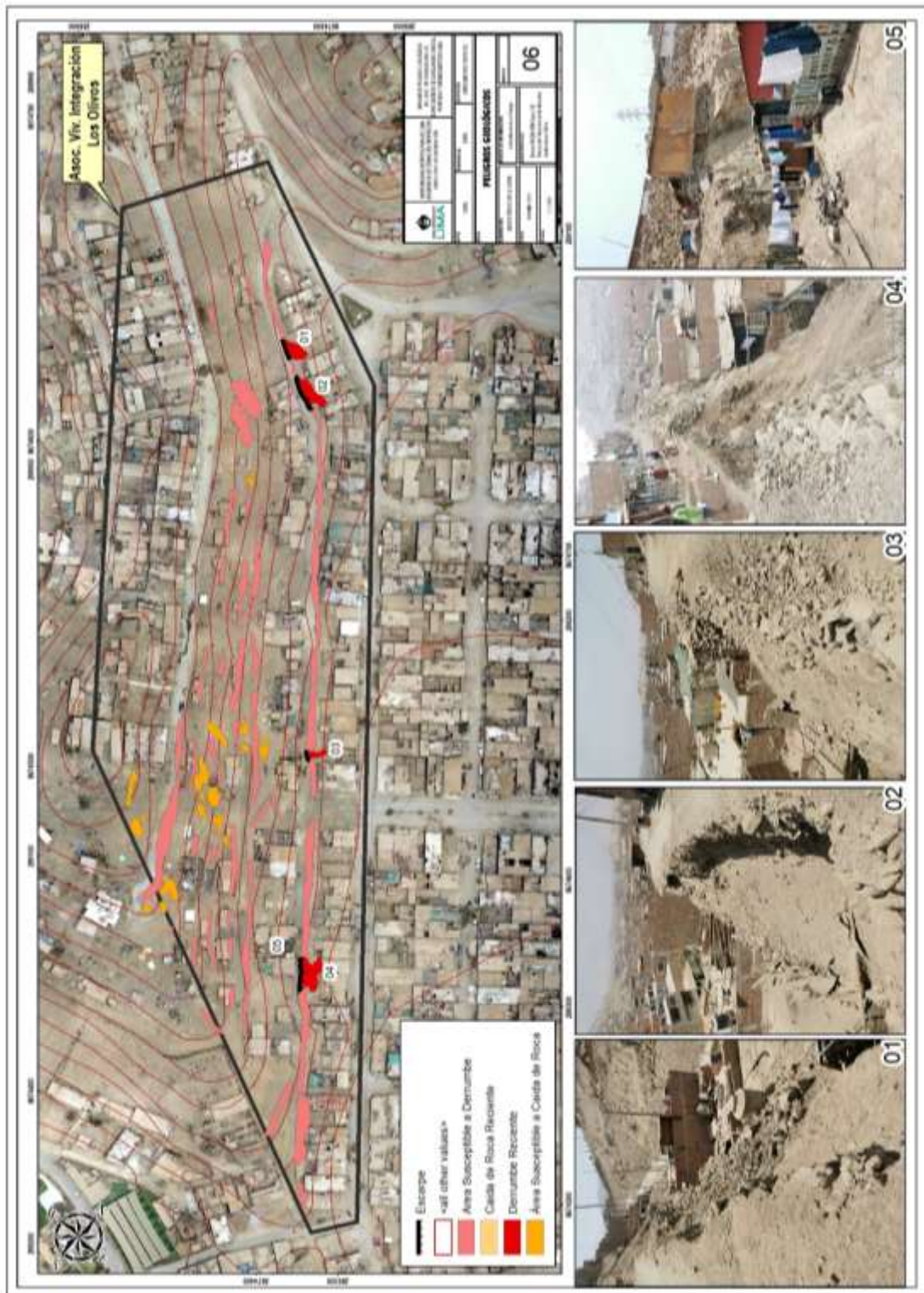
Fuente: Elaboración Propia

MAPA N°5 Susceptibilidad por Movimiento en Masa



Fuente: Elaboración Propia

MAPA N°6 Peligros Geológicos



Fuente: Elaboración Propia

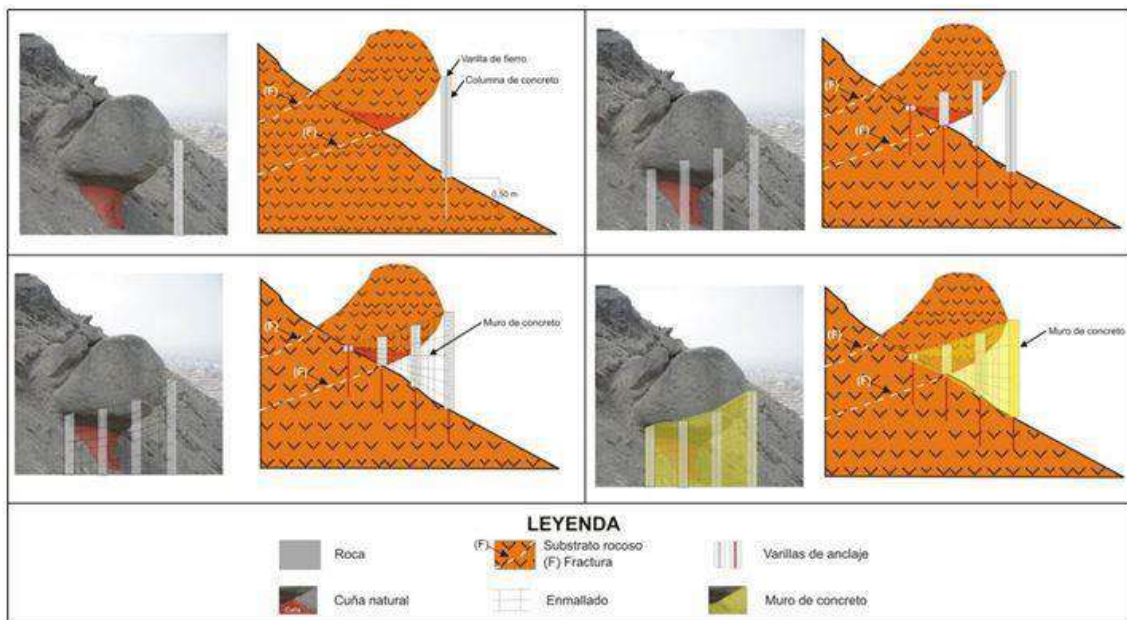
Anexo 2: Propuesta de medidas estructurales

Para bloques que sobresalen en el talud y no están sueltos.

Debido a que algunos de los bloques se encuentran directamente sobre las viviendas, se recomienda "asegurarlos". Para ello se debe implementarse lo siguiente:

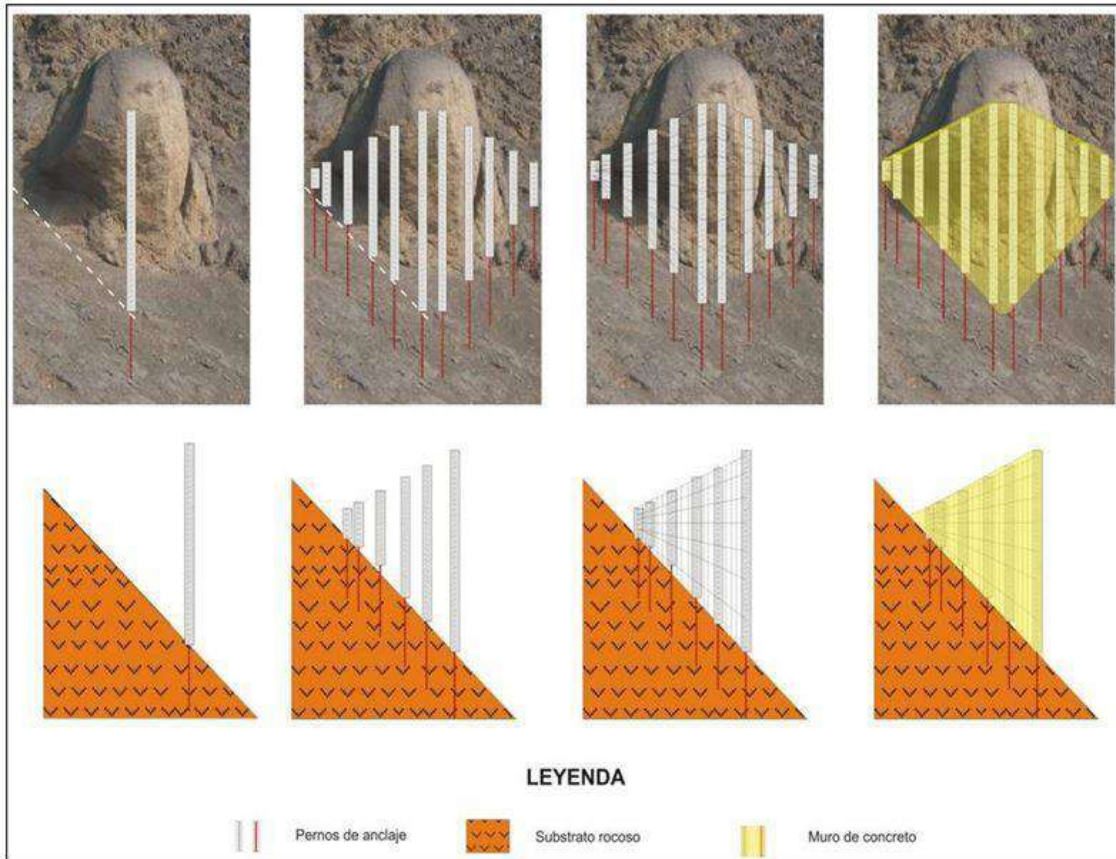
- 1) Construir un muro alrededor del bloque, con una altura que cubra hasta más de la mitad los bloques de mayor dimensión, (ver figuras 2, 3 y 4).
- 2) La base del muro debe estar cimentada sobre roca fresca. Las varillas de fierro que se van a fijar al muro, deberán ser introducidas en el substrato hasta medio metro (llegar a roca fresca).
- 3) Hacer un enmallado para la construcción de un muro, teniendo como base las varillas fijadas.
- 4) Una vez terminado el enmallado del muro, se empieza a vaciar el concreto, hasta formar el muro con un ancho aproximado de 1 m.
- 5) Una vez terminado el muro, se rellanará con concreto el espacio dejado entre el muro y el bloque, formando una cuña. Antes de comenzar estas actividades se debe reubicar y/o desocupar las viviendas, por fines preventivos, porque podría generarse un rodamiento de las rocas sueltas.

Ilustración N° 10 Muro en la base de un bloque a fin de proteger las viviendas



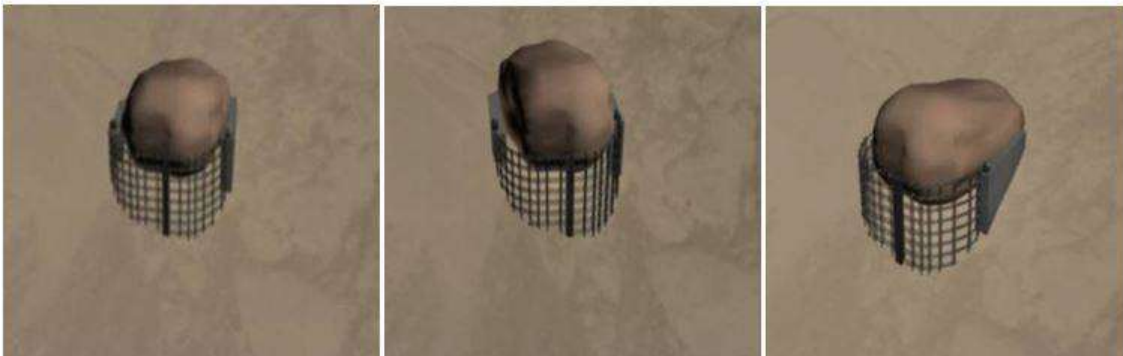
Fuente: Sosa N. & Nuñez M. (2021).

Ilustración N° 11 Esquema para el bloqueo de la roca salida



Fuente: Sosa N. & Nuñez M. (2021).

Ilustración N° 12 Indicación del sostenimiento final



Fuente: Sosa N. & Nuñez M. (2021).

Para los bloques sueltos

- 1) Desatar los bloques inestables de la ladera.
- 2) Fragmentar los bloques inestables que tengan dimensiones menores a 1.50 m, en base al sistema de dilatación y contracción. Este proceso consiste en quemar la roca y una vez que alcance una alta temperatura (color rojo), agregar agua. Esto ocasionará una contracción muy violenta, dando como resultado su fragmentación.

- 3) En la ladera con bloques inestables y con buena cobertura de suelo, se puede estabilizar de la siguiente manera: hacer una excavación en la parte inferior del bloque, con la finalidad que este pierda estabilidad y caiga hacia la parte excavada (figura 5).
- 4) Para fines de prevención, al momento de desatar los bloques sueltos, es muy probable que estos se desplacen cuesta abajo, por lo que es necesario poner en alerta a los pobladores de las viviendas ubicadas en la falda de la ladera.

Para taludes verticales de roca donde existe un alto índice de fracturación

Mallas ancladas

Es un sistema de protección frente a desprendimientos rocosos o que cubre la superficie afectada del talud/ladera por medio de una malla de alambre de acero galvanizado de triple torsión, reforzada con anclajes cortos dispuestos en una grilla, que además se vinculan diagonal y perimetralmente por los extremos con cables de acero (figura 6). Debe tenerse en cuenta que los anclajes de mallas protegen de la caída de bloques superficiales, pero no representan estabilidad para el caso de fallas de bloques grandes o movimientos de grandes masas de suelo o roca.

Todos estos elementos poseen recubrimiento anticorrosivo salvo los elementos de anclaje (bulones intermedios, los anclajes superiores, tuerca y placas de anclaje).

Las mantas de malla ancladas pueden utilizarse para impedir el movimiento de bloques pequeños (menos de 0.6 a 1 m de diámetro) o masas subsuperficiales delgadas de roca. Sin embargo, en ocasiones las mallas ayudan a atenuar el movimiento de grandes bloques. En principio la malla anclada actúa como una membrana alrededor de la masa o bloque inestable; a su vez pueden ser reforzadas con cables, los cuales se amarran a los anclajes

Ilustración N° 13 Malla anclada para talud fracturado

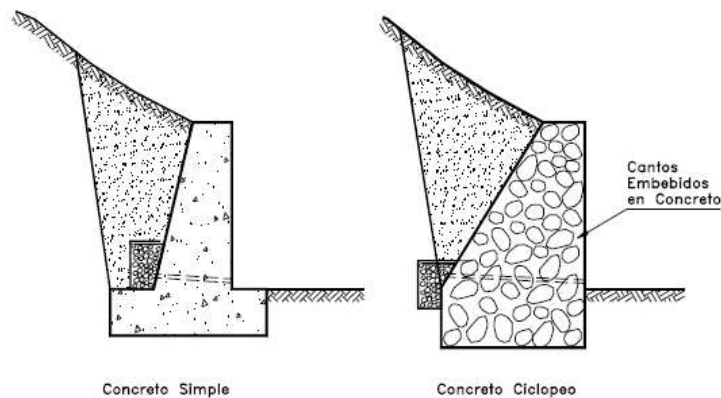


Para taludes antropogénicos

Muros de gravedad

Son aquellos construidos de concreto ciclópeo y su estabilidad está ligada al peso propio de este y al suelo sobre el que se apoya. Generalmente estos muros son diseñados para alturas moderadas de 3.00 – 3.50 mts aproximadamente y llevan concreto de moderada calidad, así como no disponen de refuerzo, por lo que podría considerarse atractivos por su bajo costo si la altura es baja. A su vez, también pueden ser constituidos de mampostería o de piedras con mortero debido a su gran masa. Para conservar esta economía, se recomienda tener la base lo más angosta posible que asegure la estabilidad al vuelco y al deslizamiento y que no origine presiones mayores a las permisibles por el suelo.

Ilustración N° 14 Muro de gravedad para taludes



Índice de Ilustraciones

Ilustración N° 1 El macizo rocoso de roca intrusiva esta alterado	7
Ilustración N° 2 Gabrodiortia adquirida en un afloramiento artificial en la parte baja del talud.	7
Ilustración N° 3 Afloramiento rocoso natural.	8
Ilustración N° 4 Bloque de piedra reventado por el hombre	8
Ilustración N° 5 Ladera de colina antropizada	16
Ilustración N° 6 Tipos de depósitos antrópicos (pirca y depósito de corte).....	16
Ilustración N° 7 Caída de rocas de una pirca	17
Ilustración N° 8 Derrumbe en la calle Las Orquídeas y alcance de los bloques caídos	18
Ilustración N° 9 Valores de Aceleración PGA para Lima Metropolitana y Callao	20
Ilustración N° 10 Muro en la base de un bloque a fin de proteger las viviendas	30
Ilustración N° 11 Esquema para el bloqueo de la roca salida	31
Ilustración N° 12 Indicación del sostenimiento final	31
Ilustración N° 13 Malla anclada para talud fracturado	32
Ilustración N° 14 Muro de gravedad para taludes	33

Índice de cuadros

Cuadro N° 1 -Afloramiento A.....	10
Cuadro N° 2 -Afloramiento B.....	10
Cuadro N° 3 -Afloramiento D.....	11
Cuadro N° 4 -Afloramiento C.....	12
Cuadro N° 5-Resultado del análisis por rotura planar	13
Cuadro N° 6 Resultado del análisis por rotura planar.....	13
Cuadro N° 7 Resultado del análisis de rotura por vuelco	14

Índice de mapas

MAPA N°1-Ubicación.....	24
MAPA N°2-Litología.....	25
MAPA N° 3-Pendientes.....	26
MAPA N°4 Geomorfología.....	27
MAPA N°5 Susceptibilidad por Movimiento en Masa	28
MAPA N°6 Peligros Geológicos.....	29

Índice de tablas

Tabla 1-Anotación de direcciones de buzamiento de los planos de fractura en los diferentes afloramientos	9
Tabla 2-Categorización y ponderación de los condicionantes para la Susceptibilidad	19

Índice de Gráficos

Gráfico N° 1-Datos Hidrometeorológicos-SENAMHI	5
------------------------------------------------	---



MUNICIPALIDAD DE
LIMA

Gerencia de Gestión del Riesgo de Desastres

**Subgerencia de Estimación, Prevención, Reducción y
Reconstrucción**