



MUNICIPALIDAD DE
LIMA

**INFORME DE EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS N°002
SECTOR COMPRENDIDO ENTRE LA ASOCIACIÓN VALLE EL
TRIUNFO Y LA ASOCIACIÓN LOS PORTALES J.J POBLETE,
DISTRITO DE LURIGANCHO, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE
LIMA**

2021

Gerencia de Gestión del Riesgo de Desastres

Subgerencia de Estimación, Prevención, Reducción y Reconstrucción

LABORACIÓN 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. Griselda Luque Poma-Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico-INGEMMET.

PARTICIPACIÓN DE:

Población de las Asociaciones Valle El Triunfo y Los Portales J.J. Poblete, distrito de Lurigancho, provincia y departamento de Lima

Contenido

1. INTRODUCCIÓN	4
1.1 Objetivo del estudio	4
1.2 Antecedentes	4
1.3 Zona de estudio	5
2. ASPECTOS LITOLÓGICOS	6
2.1 Depósitos inconsolidados	6
2.2 Unidad del substrato rocoso	7
2.2.1 Roca intrusiva	7
2.2.2 Caracterización geomecánica del macizo rocoso	8
2.2.2.1 Macizo rocoso con calidad regular	8
3. ASPECTOS GEOMORFOLOGICOS	12
3.1 Pendientes del terreno	12
3.2 Unidades geomorfológicas	13
3.2.1 Geoformas de carácter agradacional	13
3.2.1.1 Colina en roca intrusiva (CL-ri)	13
3.2.2 Geoformas particulares	13
4. PELIGROS GEOLOGICOS	14
4.1 Peligros geológicos	14
4.2 Susceptibilidad por movimientos en masa	17
4.3 Factores condicionantes	17
4.4 Factores desencadenantes	18
5. CONCLUSIONES	18
6. RECOMENDACIONES	19
7. BIBLIOGRAFÍA	21

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 estudio

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

- 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.

- Segundo Nuñez y Jenny Vásquez, 2009-Zonas Críticas por Peligros Geológicos en Lima Metropolitana (Primer Reporte). INGEMMET, Informe Técnico. Este informe es un inventariado de los peligros geológicos principalmente en las laderas de Lima Metropolitana. En este informe aparecen los puntos críticos 46 y 47, relacionados a flujos de detritos en condiciones excepcionales. Existen viviendas informales que se han construido en el lecho de la quebrada. Estos dos puntos (46 y 47) colindan con la zona de estudio de la presente Evaluación de Peligros Geológicos Sector Comprendido entre La Asociación Valle Triunfo Y La Asociación Los Portales J.J Poblete, distrito De Lurigancho, provincia y departamento de Lima.

1.3 Zona de estudio

1.3.1 Ubicación y accesibilidad

La zona de estudio se ubica en el polígono formado por las siguientes coordenadas brindadas en la tabla. En los extremos del presente polígono figura la Asociación Valle El Triunfo y la Asociación Los Portales J.J Poblete.

Tabla 1-Coordenadas área de estudio

UTM WGS84-Coordenadas de los límites del área de estudio		
Norte	Este	Altitud
8673856	287332	489
8674196	287354	434
8674215	287666	414
8673828	287643	404

MAPA N°1-Área de estudio

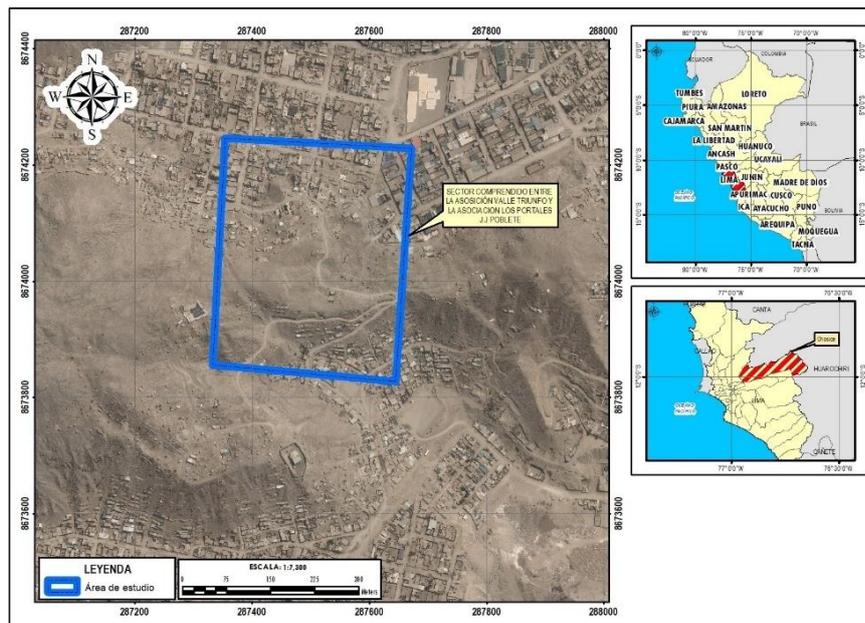


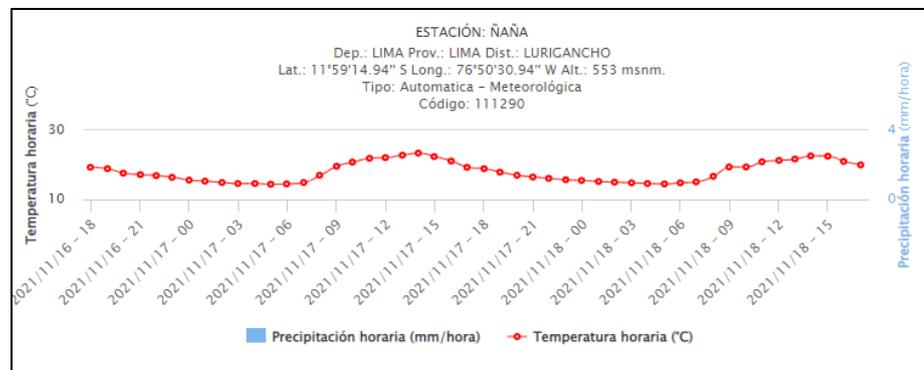
Tabla 2- Acceso al área de estudio

Ruta	Vía	Km	Tiempo Estimado
Plaza de armas Lima-Av. Abancay-Panamericana Nte.-Evitamiento-Au. Ramiro Prialé-Carretera 22-Av. Las Torres-Av. 5 de agosto- Av.13 de junio-Av. 10 de febrero-Jr. Cangallo-Psj. Ayacucho-Carr.Valle-Basilo	Terrestre	21.8 Km	39 min
Plaza de armas Chosica-Carretera Central-Av. Nicolás Ayllón-Carretera 22-Av. Las Torres-Av. 5 de agosto- Av.13 de junio-Av. 10 de febrero-Jr. Cangallo-Psj. Ayacucho-Carr.Valle-Basilo	Terrestre	30Km	1h 2 min

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.

Figura N°1-Gráfico de 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 los depósitos antrópicos.

2.1.1 Depósitos antrópicos

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 antrópicos multitud de pircas sin ningún tratamiento, además de depósitos acumulados por el hombre o máquinas la mayoría de ellos con fines de construcción. Estas rocas suelen estar ubicadas en zonas de ladera sin ningún tipo de retención por lo que al desencadenarse un movimiento telúrico podrían desplazarse.

2.2 Unidad del substrato rocoso

2.2.1 Roca intrusiva

En la zona de estudio afloran rocas intrusivas, los mejores afloramientos se pueden encontrar en los cortes que se han realizado para construir la carretera sin asfaltar, de los recorridos realizados y la observación visual se pudo observar roca plutónica, probablemente tonalita o granodiorita por su contenido en Cuarzo y Plagioclasas, sin embargo se pudo constatar mediante análisis visual el afloramiento de rocas plutónicas con un porcentaje de minerales máficos más elevado y con una densidad mayor a la de las tonalitas o granodioritas. Se expone una fotografía donde se muestra la diferencia entre ambas rocas.

Tabla 3-Coordenadas de muestras de roca, 1-tonalita o granodiorita),2 sin determinar

Muestra	Coordenadas
1 (granodiorita-tonalita)	8673935 N, 287484 E
2 (por clasificar)	8673938 N, 287441 E

Ilustración 1-Muestras diferentes de rocas plutónicas



2.2.2 Caracterización geomecánica del macizo rocoso

El macizo rocoso en gran parte está recubierto por una formación superficial arenosa-limosa, aun así, en algunos sectores de la parte central y elevada de la colina, afloran de forma natural bloques de roca, no obstante, los mejores afloramientos de roca para ver sus características geomecánicas son los taludes generados por el corte de la carretera

2.2.2.1 Macizo rocoso con calidad regular

En campo se encontraron diversos cortes antrópicos de no más de 7m de altura, estos fueron realizados para ganar espacio para la construcción de viviendas o para el mismo corte de la carretera. 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).

Primeramente, se tomaron las medidas de los taludes situados a la ladera norte (límite Valle Triunfo) y se hizo un análisis cinemático de diaclasas según falla planar, por vuelco y por cuña (afloramientos A, B y C), posteriormente se hizo lo mismo con los taludes que caen más al sur ya correspondiendo a la Asociación Los Portales J.J. Poblete. La siguiente tabla muestra los resultados.

De la observación mediante el GSI se determinó que este se encontraba fracturado con un GSI en el rango de 60 a 70 correspondiendo a una estructura fracturada con una calidad regular.

Tabla 4-Puntos de medida de orientación de diaclasas

Puntos medidos mediante brújula Sunto				coordenadas UTM WGS84	
	Afloramiento	dip	dip direction	Norte	Este
1	A	90	356	8674109	287439
2	A	38	080	8674109	287439
3	A	80	060	8674109	287439
4	A	90	022	8674109	287439
5	A	60	056	8674109	287439
6	A	62	308	8674109	287439
7	B	84	062	8674177	287586
8	B	22	262	8674177	287586
9	B	82	030	8674177	287586
10	B	70	062	8674177	287586
11	B	70	032	8674177	287586
12	C	86	056	8674038	287547
13	C	74	280	8674038	287547
14	C	25	075	8674038	287547
15	D	82	358	8673957	287598
16	D	40	273	8673957	287598
17	D	28	070	8673957	287598
18	D	80	164	8673957	287598
19	D	30	268	8673957	287598
20	E	52	070	8673932	287592
21	E	82	174	8673932	287592
22	E	62	102	8673932	287592
23	E	74	046	8673932	287592
24	E	24	030	8673932	287592

Tabla 5- Porcentaje de falla según tipo de fractura

Sector	Falla por Cuña (%)	Falla por Volcamiento (%)	Falla planar (%)
Valle Triunfo	36	4	14
Los Portales	7	16	0

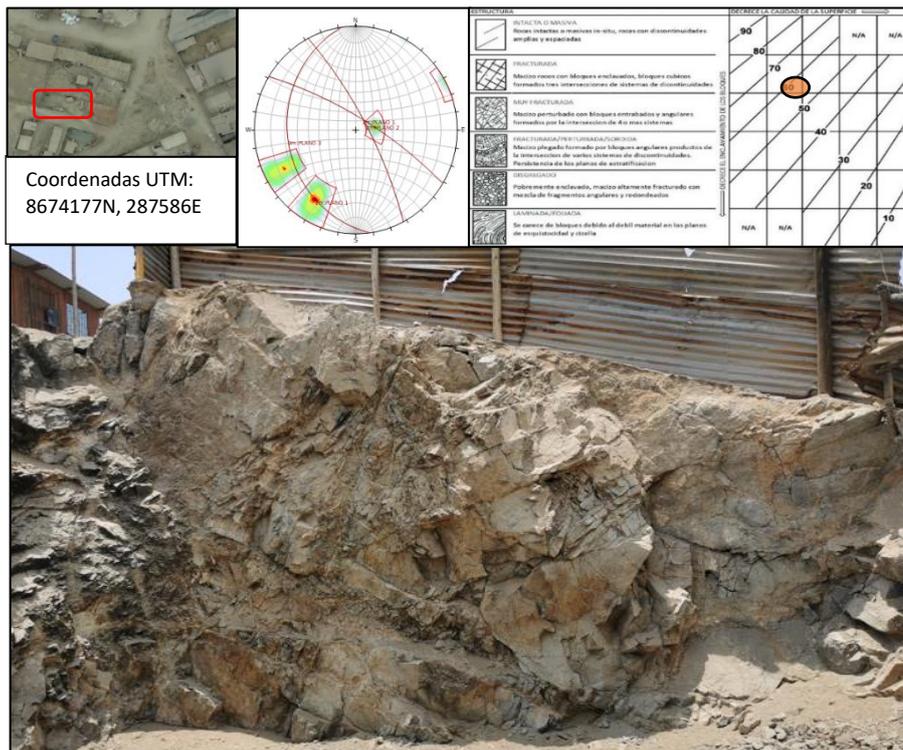
Afloramiento A

Figura N°2-Carecterización del macizo según GSI y orientación de las diaclasas (Psj. Ayacucho)



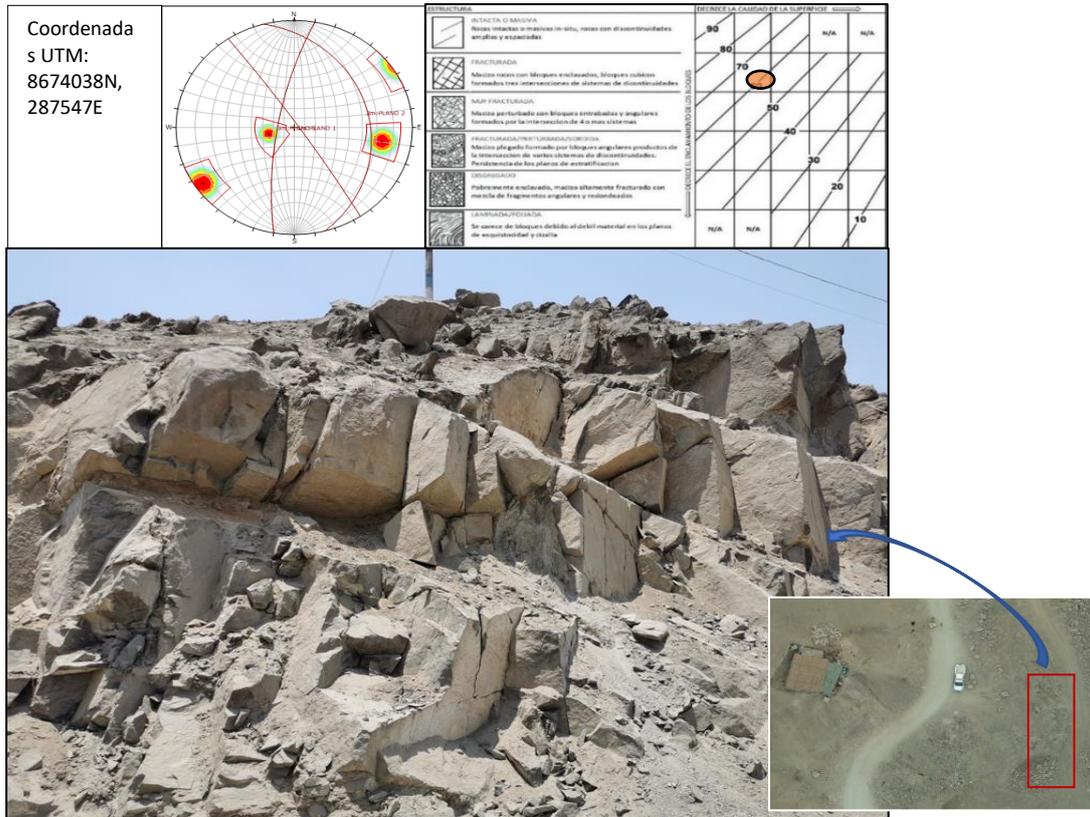
Afloramiento B (Psj. Loreto)

Figura N°3-Carecterización del macizo según GSI y orientación de las diaclasas (Psj. Loreto)



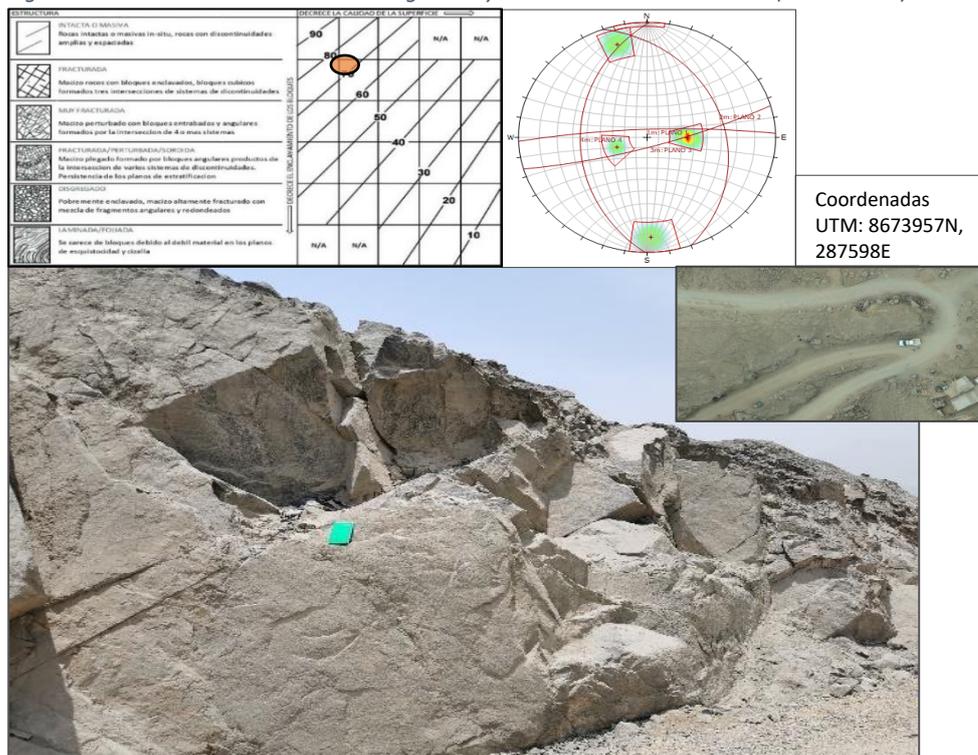
Afloramiento C (Carr. Valle-Basilio)

Figura N°4-Carecterización del macizo según GSI y orientación de las diaclasas (Psj. Ayacucho).



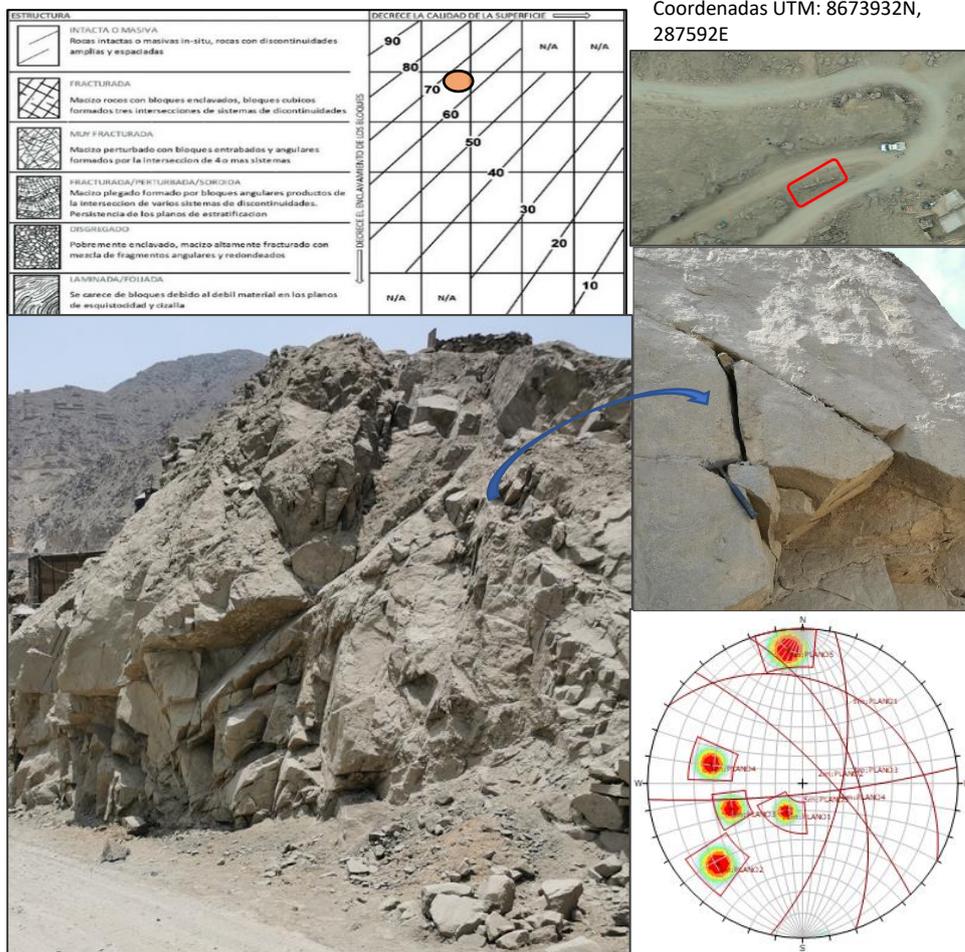
Afloramiento D

Figura N°5-Carecterización del macizo según GSI y orientación de las diaclasas (Los Portales).



Afloramiento E

Figura N°6- Caracterización del macizo según GSI y orientación de las diaclasas (Los Portales), notar fractura por cuña en la fotografía ampliada.



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 1, se presenta el mapa de pendientes, elaborado en base a información obtenida mediante fotogrametría con Drone donde se obtuvo una ortofoto con resolución de 3x3cm por pixel.

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°). 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

3.2.1 Geoformas de carácter agradacional

Resultan del efecto progresivo de los procesos morfodinámicos degradacionales sobre los relieves iniciales originados por la tectónica o sobre algunos paisajes construidos por procesos exógenos agradacionales, estos procesos conducen a la modificación parcial o total de éstos a través del tiempo geológico y bajo condiciones climáticas cambiantes (Villota,2005).

3.2.1.1 Colina en roca intrusiva (CL-ri)

La zona de estudio se encuentra ubicada en una colina, a nivel general, corresponde a relieves complejos con diferentes grados de disección; son de menor altura que una montaña (menor de 300 m desde el nivel de base local) y con inclinación de laderas promedio superior a 16 % (citado por Villota, 2005). Sin embargo, el relieve positivo se incrementa en dirección oeste siendo ya fuera del área de estudio. La colina está conformada por un macizo de tonalita y granodiorita el cual pertenece al Batolito de la costa

3.2.2 Geoformas particulares

3.2.2.1 Colina antropizada

La colina de la zona de estudio contiene incisiones debido a la intervención del hombre a fin de obtener terrenos o espacio óptimo para la edificación o para movilizarse hay carreteras o caminos. 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 granodiorita o tonalita a fin de conseguir terrenos óptimos para la edificación.

3.2.2.2 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.

Además de depósitos antrópicos que se han generado al cortar el talud de forma vertical o los que el hombre ha juntado por fines constructivos.

Ilustración 2-Vista aérea de la colina antropizada y con depósitos antrópicos (Valle Triunfo)



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.

4.1.1 Caída de rocas

Según las visitas en la zona de estudio no se ha reportado por parte de los vecinos la ocurrencia de caída de rocas, no obstante, se identificaron varios sectores donde existen rocas fracturadas en zona de pendiente susceptibles a caerse. En la fotografía se puede observar un afloramiento rocoso ubicado en una parte de la ladera con fuerte pendiente por encima de Valle Triunfo.

Ilustración 3-Rocas afloran en zonas de fuerte pendiente (San Antonio)



El hombre en diversas ocasiones ha colocado rocas formando depósitos en laderas de fuerte pendiente estos depósitos han sido cartografiados en los mapas del anexo (mapas litológicos, geomorfológico y peligros). En el sector Los Portales aparecen grandes bloques de roca que podrían desplazarse mediante un agente detonante (seísmo) ocasionando caídas por rodamiento.

Ilustración 4-Depósito de bloques sueltos de mida heterométrica en zona de alto pendiente, coordenadas 8673939N 287607E)



4.1.2 Derrumbe

En el área de estudio existen diversas zonas del talud de la carretera que sufren por pequeños derrumbes, esto se debe a una heterogeneidad y falta de consolidación de litologías, creando así erosión diferencial. El ejemplo

más claro fue localizado al principio del pasaje Ayacucho en la asociación de Valle Triunfo (ver ilustración n°5). Por encima de la línea discontinua existe un compactado antrópico (carretera sin asfaltar) por debajo está el macizo rocoso el cual se encuentra recubierto por una fina capa de arenas limosas y depósitos antrópicos.

Ilustración 5-Cicatriz y restos de derrumbe en lateral del Psj. Ayacucho (Valle El Triunfo)



Ilustración 6-Zona de pequeños derrumbes en el talud inferior de la carretera (Los Portales)



Tabla 6-Puntos críticos donde ha ocurrido derrumbe

Zonas de derrumbe	Norte	Este
Valle el Triunfo	8674126	287406
Los portales J.J. Poblete	8673901	287555

En el anexo 1, se encuentra el mapa de peligros geológicos donde se ha identificado las zonas donde han ocurrido eventos o se podrían generar por tener condiciones parecidas según observaciones de campo. Para un mejor detalle se ha realizado la susceptibilidad (siguiente ítem).

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).

En este informe 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). El presente mapa se puede observar en el anexo 1.

Tabla 7-Elección y ponderación de los factores condicionantes

Indicador	Niveles					
	Muy Bajo		Bajo	Medio	Alto	Muy Alto
	1 (10%)		2(20%)	3 (30%)	4 (40%)	5 (50%)
Geología				Granodioriata, Tonalita y cualquier parecido plutónico		Depósitos antrópicos
Geomorfología				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

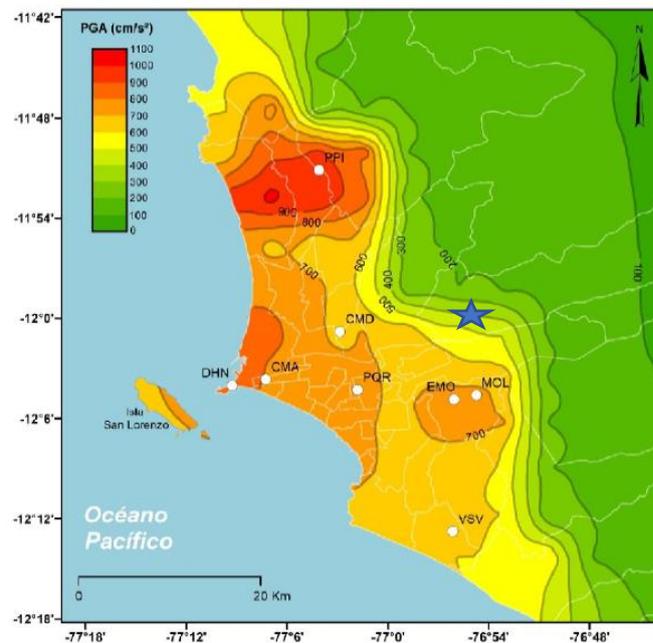
- Pendiente pronunciada de la ladera, entre 25°-45° o incluso >45
- Configuración geomorfológica de la colina en roca intrusiva antropizada.
- Litología conformada por gabrodioritas muy fracturadas, las cuales son susceptibles a caídas, o depósitos antrópicos inconsolidados.

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, en la zona de contacto entre placas a lo largo del margen peruano, existen al menos tres áreas con importante acumulación de energía, siendo una de ellas 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, 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).

Figura N°7-Mapa de aceleración de las ondas sísmicas en cm/s²-PGA, respecto la zona de estudio



5 CONCLUSIONES

- Mediante fotogrametría se ha podido determinar el pendiente de la zona de estudio, siendo el rango entre 25-45° (pendiente muy fuerte a escarpado) el más representativo de la zona.
- Geomorfológicamente, la zona de estudio corresponde a una colina conformada por roca intrusiva. El relieve de la zona ha sido modificado antrópicamente por lo que se han añadido y cartografiado las unidades de colina antropizada y depósitos antrópicos.
- Litológicamente la zona de estudio está conformada por un macizo de granodiorita y tonalita (Mamani et al; 2014), el macizo en ambas laderas (Valle Triunfo-Los Portales) esta fracturado, pero no de forma muy severa, por lo que se puede catalogar como de calidad regular, el GSI estimado según las observaciones se encuentra entre un rango de 60 a 75.
- El mapa de susceptibilidad por movimientos en masa (caída de roca y derrumbes), refleja tres niveles de peligro: muy alto (rojo), alto (naranja) y moderado (amarillo). La zona más grande corresponde a nivel alto, habiendo sectores de nivel muy alto correspondiendo a sectores de alto pendiente con depósitos antrópicos inconsolidados (ver mapa en el anexo1, ejemplo sectores de psj. Ayacucho, sectores de carr. Valle-Basilo entre otros).
- Se han identificado los peligros geológicos que afectan en el área de estudio, corresponden a movimientos de masa de tipo caída de roca y derrumbes. La localización de las zonas donde han ocurrido eventos y existe susceptibilidad de que se generen se puede visualizar en el mapa de peligros en el anexo 1.
- Se establece como factor desencadenante de la caída de rocas o derrumbes en la zona de estudio los seísmos.
- El macizo rocoso formado por roca plutónica 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 tres familias de discontinuidades en ambos sectores de la colina con los siguientes resultados:

Sector	Falla por Cuña (%)	Falla por Volcamiento (%)	Falla planar (%)
Valle Triunfo	36	4	14
Los Portales	7	16	0

6 RECOMENDACIONES

- Evaluar mediante profesionales capacitados de los gobiernos locales o afines, las condiciones de las pircas que sirven como sustento para las viviendas, a fin de prevenir y no generar nuevos peligros o daños.

- Prohibir mediante las autoridades competentes la construcción de nuevas viviendas en las zonas de susceptibilidad muy alta y alta por movimientos de masa (caída de rocas o derrumbes).
- Realizar informes de detalle mediante profesionales capacitados para la elaboración de muros en roca o suelos.
- Incluir para una mejor identificación de los peligros geológicos que existen en el Perú, 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.
- Limpiar los depósitos de rocas sueltas de las zonas de alta pendiente, sobre todo aquellos que exponen a viviendas, de cumplirse el escenario de un sismo de gran magnitud podría ocurrir un desastre.

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
- Segundo Nuñez y Jenny Vásquez, 2009-Zonas Críticas por Peligros Geológicos en Lima Metropolitana (Primer Reporte). INGEMMET, Informe Técnico.

Índice de ilustraciones

Ilustración 1-Muestras diferentes de rocas plutónicas.....	7
Ilustración 2-Vista aérea de la colina antropizada y con depósitos antrópicos (Valle Triunfo) ..	14
Ilustración 3-Rocas afloran en zonas de fuerte pendiente (San Antonio)	15
Ilustración 4-Depósito de bloques sueltos de mida heterométrica en zona de alto pendiente, coordenadas 8673939N 287607E)	15
Ilustración 5-Cicatriz y restos de derrumbe en lateral del Psj. Ayacucho (Valle El Triunfo)	16
Ilustración 6-Zona de pequeños derrumbes en el talud inferior de la carretera (Los Portales). 16	
Ilustración 7-Malla anclada	30

Índice de tablas

Tabla 1-Coordenadas área de estudio	5
Tabla 2-Acceso al área de estudio.....	6
Tabla 3-Coordenadas de muestras de roca, 1-tonalita o granodiorita),2 sin determinar	7
Tabla 4-Puntos de medida de orientación de diaclasas.....	9
Tabla 5-Porcentaje de falla según tipo de fractura	9
Tabla 6-Puntos críticos donde ha ocurrido derrumbe	16

Índice de mapas

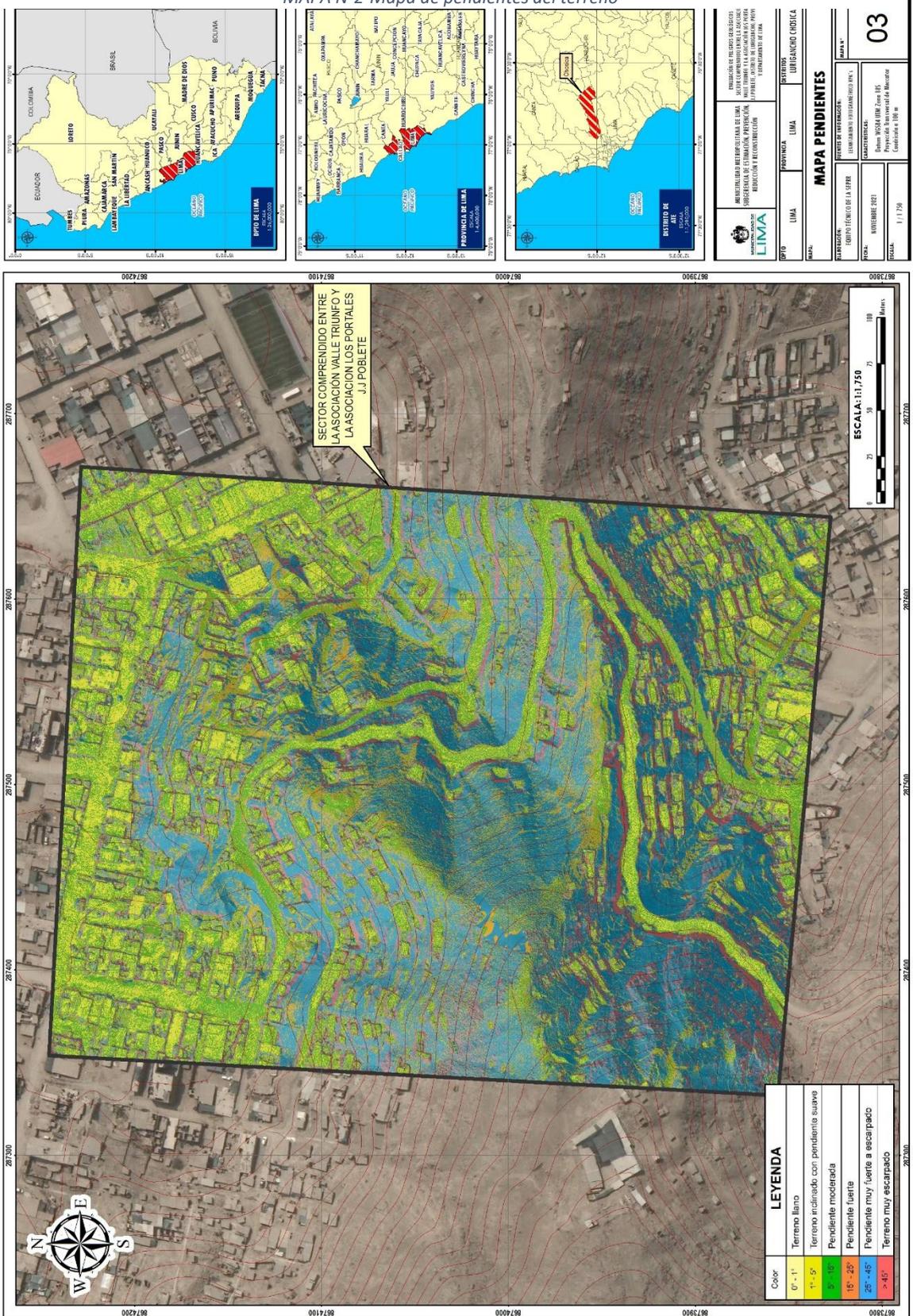
MAPA N°1-Área de estudio	5
MAPA N°2-Mapa de pendientes del terreno	23
MAPA N°3-Mapa Litológico.....	24
MAPA N°4-Mapa geomorfológico.....	25
MAPA N°5-Inventario peligros geológicos	26
MAPA N°6-Susceptibilidad por movimientos en masa	27

Índice de figuras

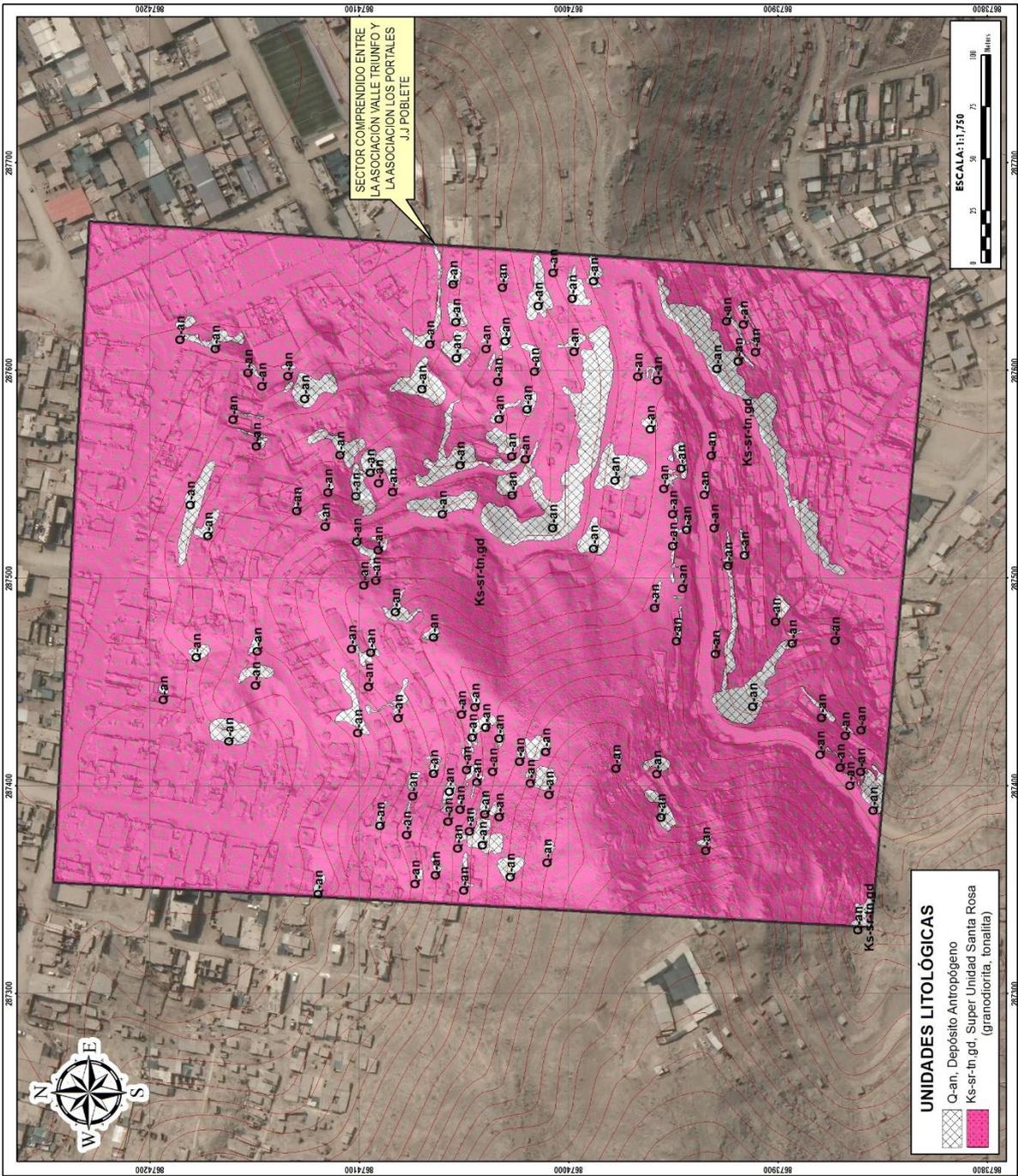
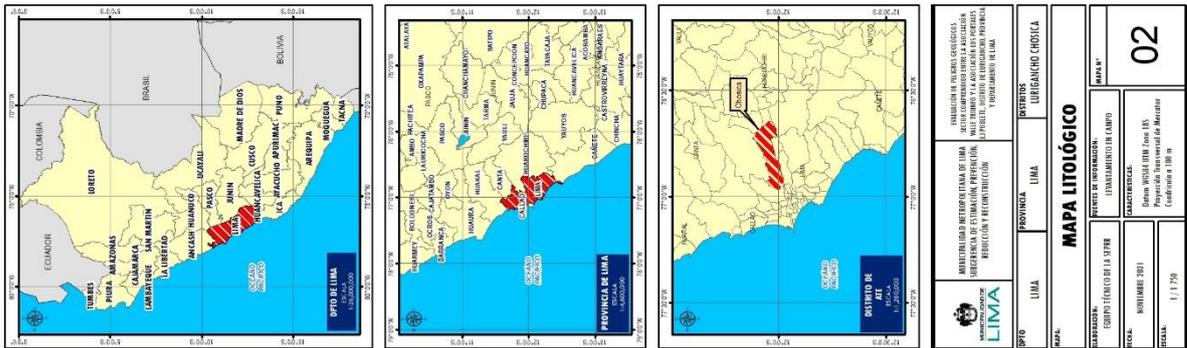
Figura N°1-Gráfico de datos hidrometeorológicos-SENAMHI	6
Figura N°2-Carecterización del macizo (Psj. Ayacucho).....	10
Figura N°3-Carecterización del macizo según GSI y orientación de las diaclasas (Psj. Loreto)...	10
Figura N°4-Carecterización del macizo según GSI y orientación de las diaclasas (Psj. Ayacucho)..	
Figura N°5-Carecterización del macizo según GSI y orientación de las diaclasas (Los Portales). 11	
Figura N°6-Carecterización del macizo según GSI y orientación de las diaclasas (Los Portales), notar fractura por cuña en la fotografía ampliada.	12
Figura N°7-Mapa de aceleración de las ondas sísmicas en cm/s^2 -PGA	18
Figura N°8-Proceso de construcción de medida estructural 1.....	28
Figura N°9- Proceso de construcción de medida estructural 2.....	29
Figura N°10- Proceso de construcción de medida estructural 2.....	29
Figura N°11- Proceso de construcción de medida estructural 2.....	31
Figura N°12-Falla por Cuña (Sector Valle el Triunfo).....	32
Figura N°13-Falla por Volcamiento (Sector Valle el Triunfo)	32
Figura N°14-Falla Planar (Sector Valle el Triunfo)	33
Figura N°15-Falla por Cuña (Sector portales).....	33
Figura N°16-Falla por Volcamiento (Sector Los Portales)	34
Figura N°17-Falla planar (Sector Los Portales).....	34

Anexo 1:

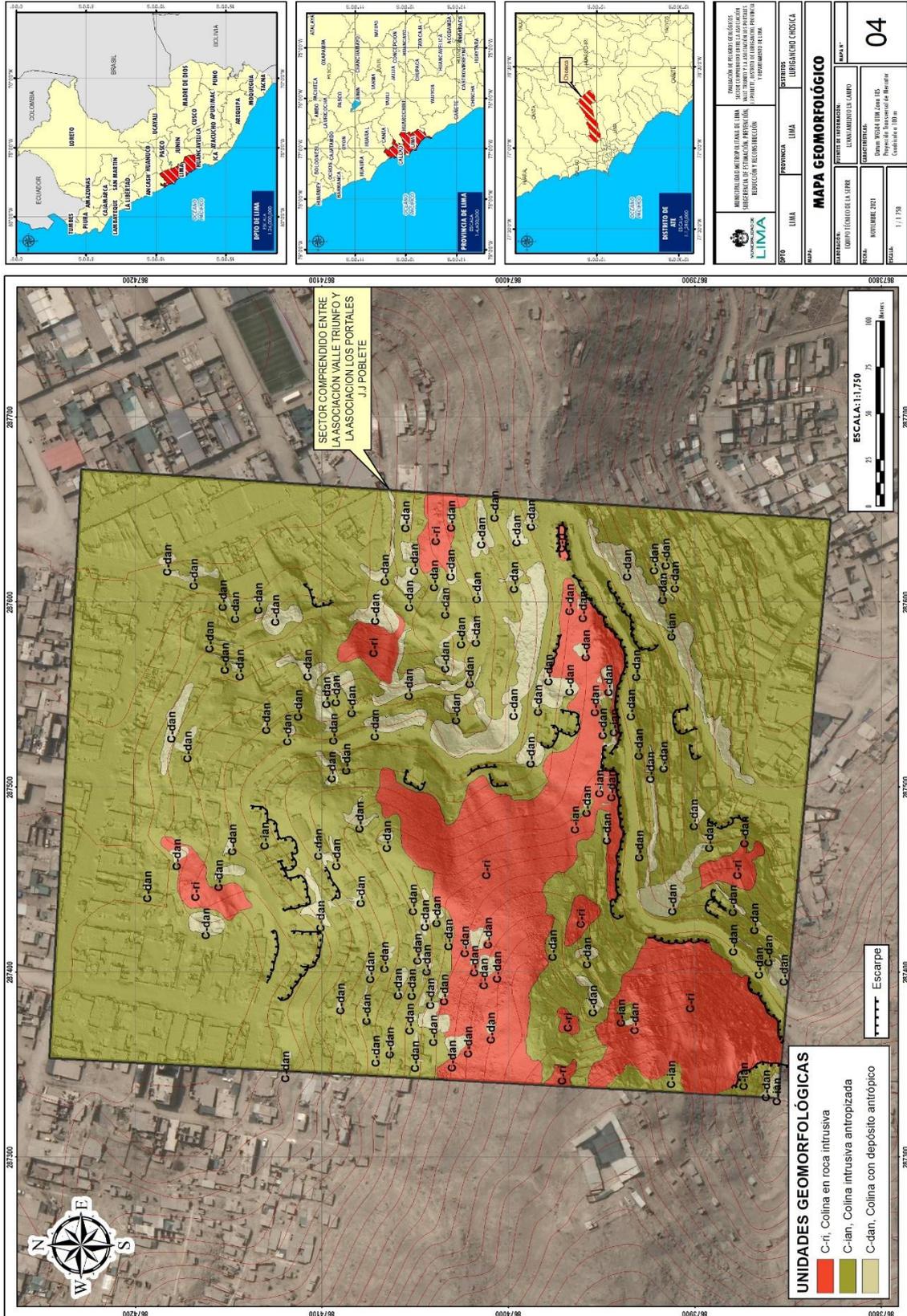
MAPA N°2-Mapa de pendientes del terreno



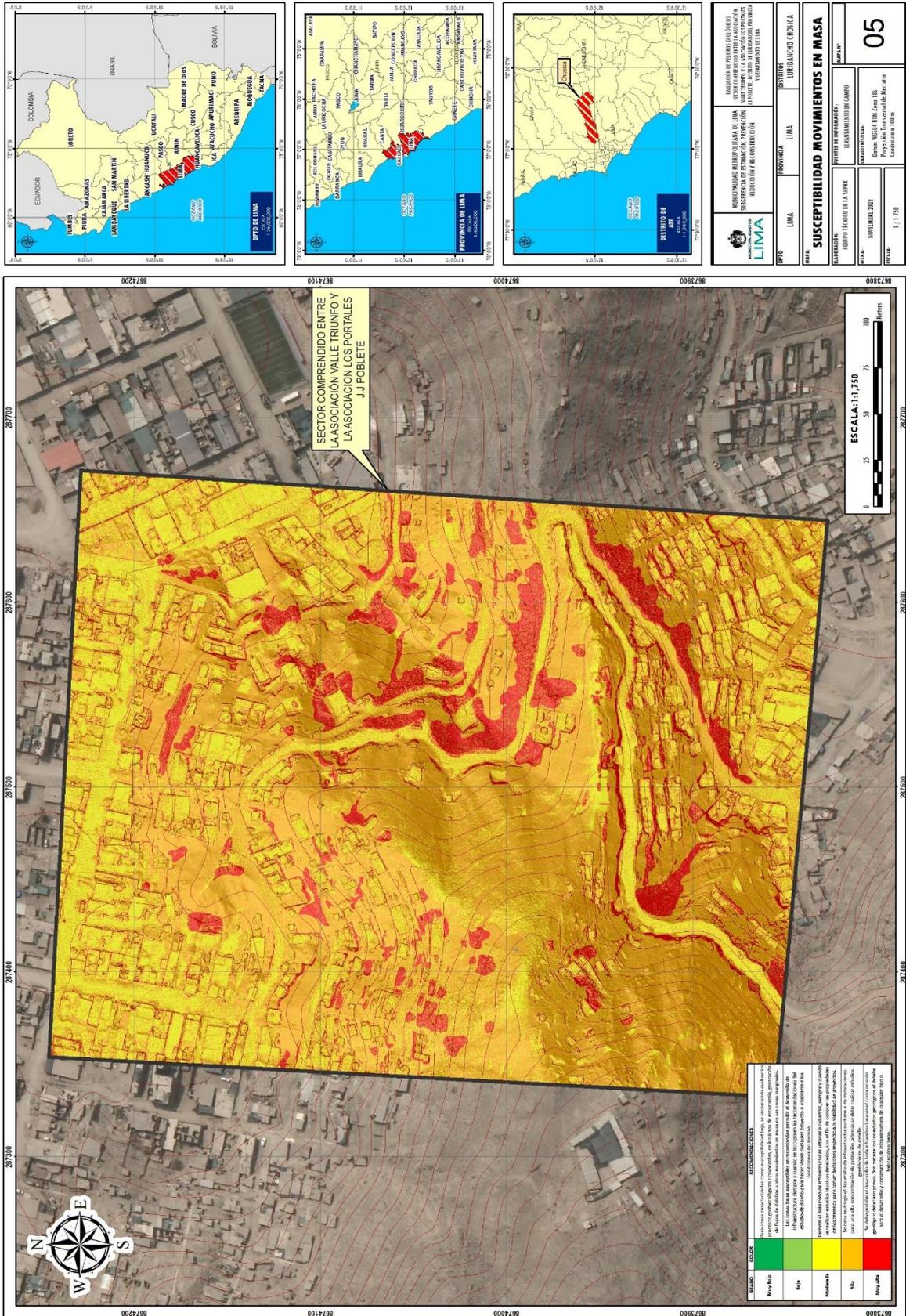
MAPA N°3-Mapa Litológico



MAPA N°4- Mapa geomorfológico



MAPA N°6-Susceptibilidad por movimientos en masa



<p>ONGEOMIN OFICINA NACIONAL DE GEOLOGÍA Y MINERÍA</p>	<p>PROVINCIA: LIMA</p> <p>DISTRITO: LURIGANCHO</p>
<p>SUSCEPTIBILIDAD MOVIMIENTOS EN MASA</p>	
<p>PROYECTO: EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS EN EL SECTOR COMPRENDIDO ENTRE LA ASOCIACIÓN VALLE TRIUNFO Y LA ASOCIACIÓN LOS PORTALES J J POBLETE, DISTRITO DE LURIGANCHO, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE LIMA.</p>	<p>MAPA N°: 05</p>
<p>FECHA: 2021</p>	<p>ESCALA: 1:1,750</p>
<p>PROYECTO: EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS EN EL SECTOR COMPRENDIDO ENTRE LA ASOCIACIÓN VALLE TRIUNFO Y LA ASOCIACIÓN LOS PORTALES J J POBLETE, DISTRITO DE LURIGANCHO, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE LIMA.</p>	<p>FECHA: 2021</p>
<p>PROYECTO: EVALUACIÓN DE PELIGROS GEOLÓGICOS EN EL SECTOR COMPRENDIDO ENTRE LA ASOCIACIÓN VALLE TRIUNFO Y LA ASOCIACIÓN LOS PORTALES J J POBLETE, DISTRITO DE LURIGANCHO, PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE LIMA.</p>	<p>FECHA: 2021</p>

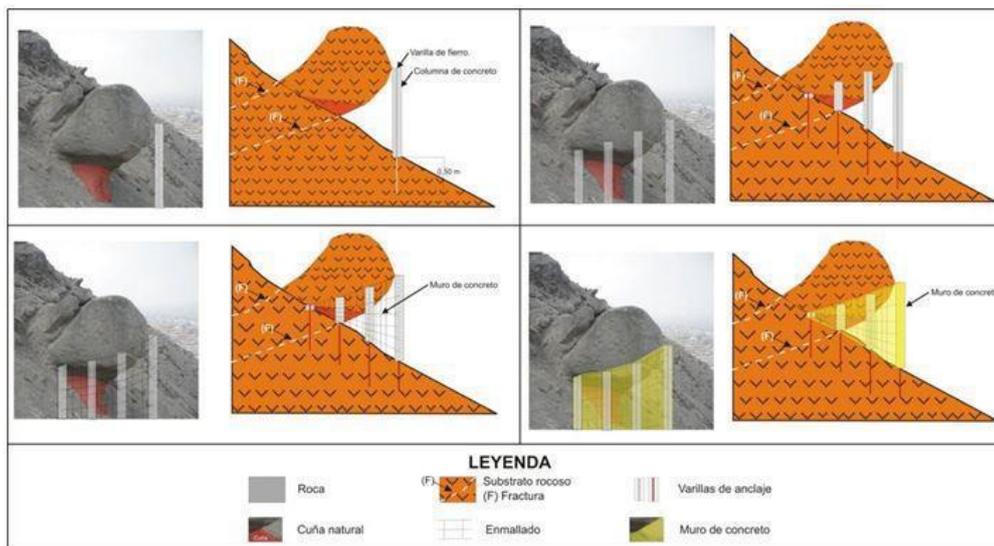
Anexo 2: propuesta de medidas estructurales

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:

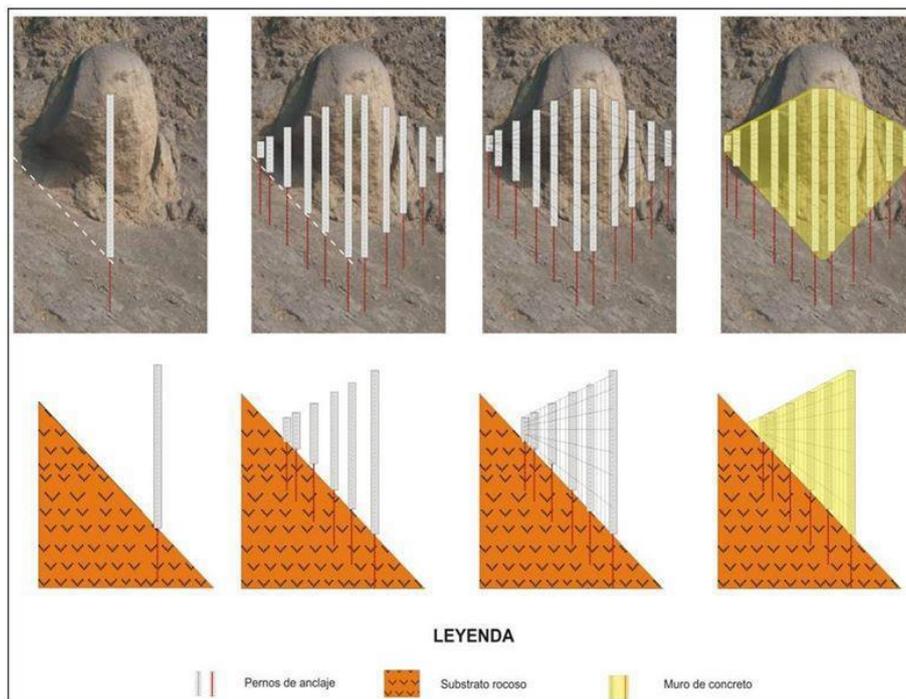
- 1) Construir un muro alrededor del bloque, con una altura que cubra hasta más de la mitad los bloques de mayor dimensión, (ver figuras 2, 3 y 4).
- 2) La base del muro debe estar cimentada sobre roca fresca. Las varillas de fierro que se van a fijar al muro, deberán ser introducidas en el substrato 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.

Figura N°8-Proceso de construcción de medida estructural 1



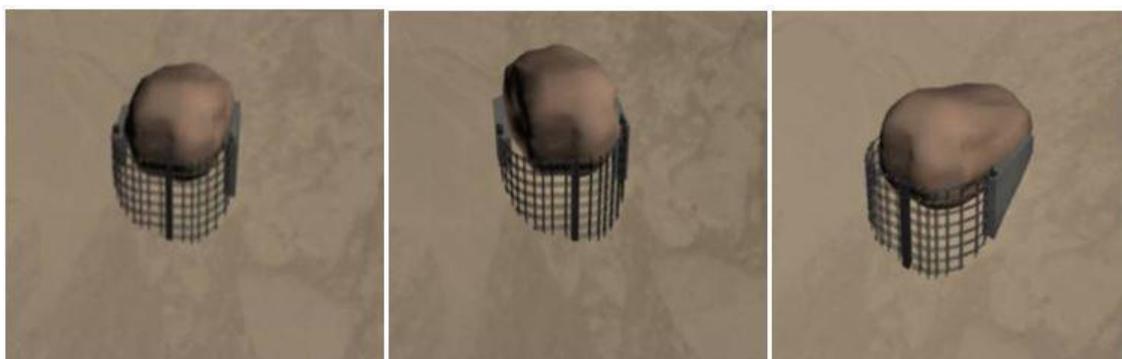
Fuente: Sosa N. & Nuñez M. (2021).

Figura N°9- Proceso de construcción de medida estructural 2



Fuente: Sosa N. & Nuñez M. (2021).

Figura N°10- Proceso de construcción de medida estructural 2



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 7-Malla anclada

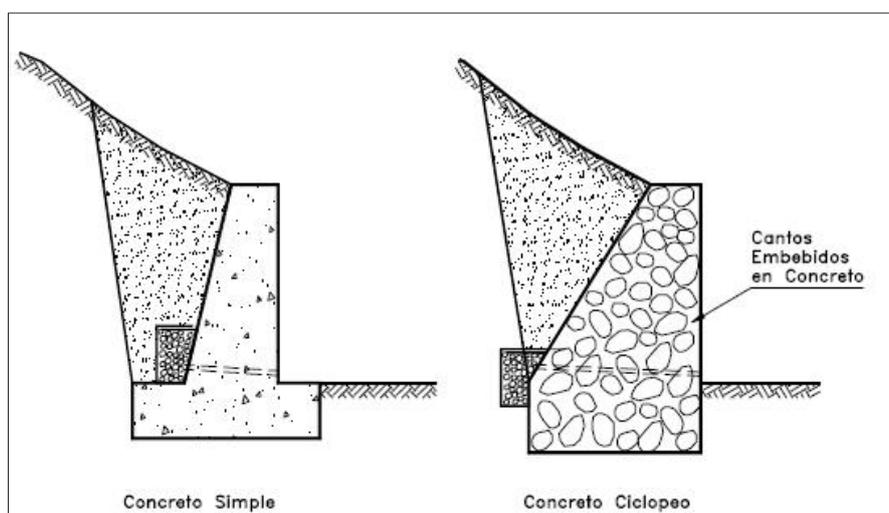


Para taludes antropogénicos

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.

Figura N°11- Proceso de construcción de medida estructural 2



Anexo 3: modelamiento cinemático mediante DIPS

Figura N°12-Falla por Cuña (Sector Valle el Triunfo)

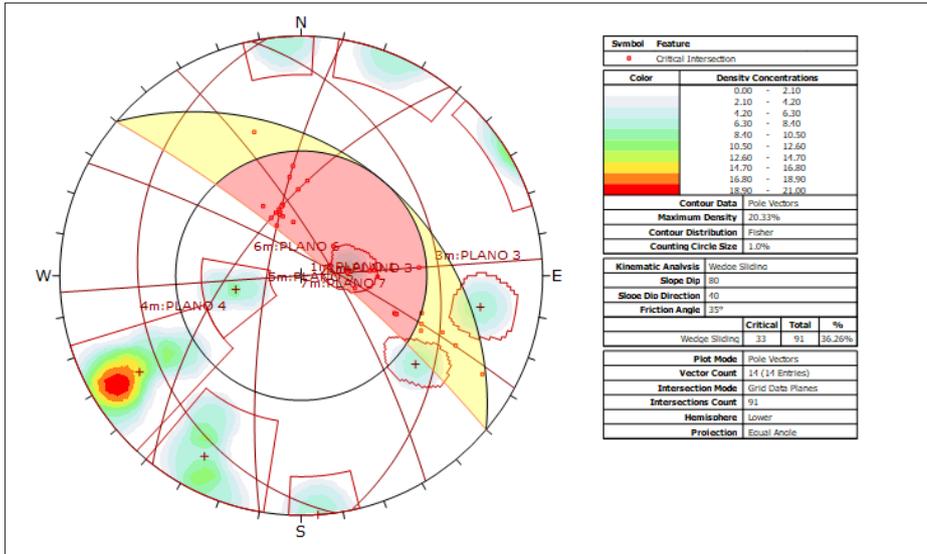


Figura N°13-Falla por Volcamiento (Sector Valle el Triunfo)

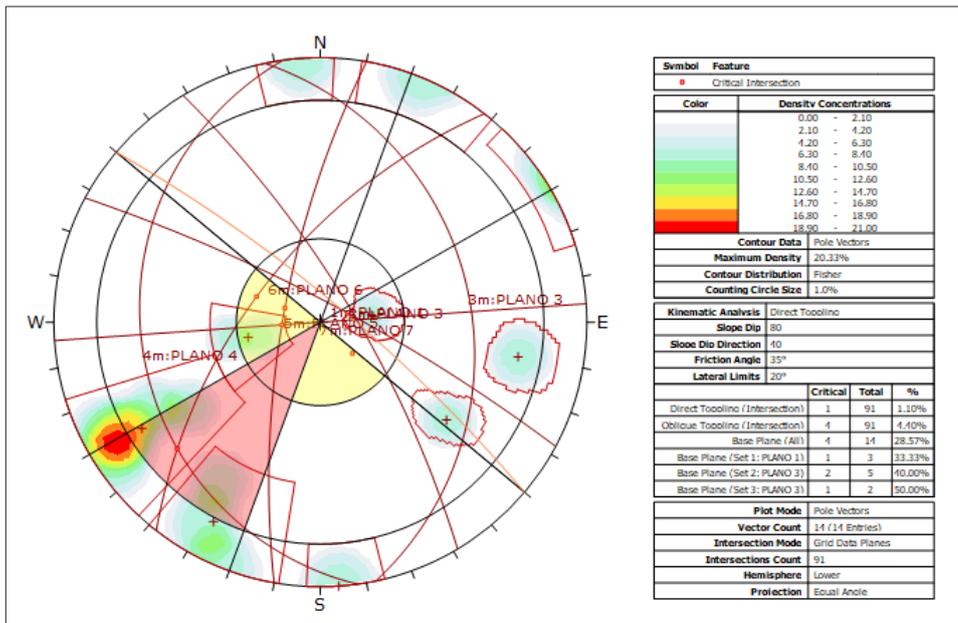


Figura N°14-Falla Planar (Sector Valle el Triunfo)

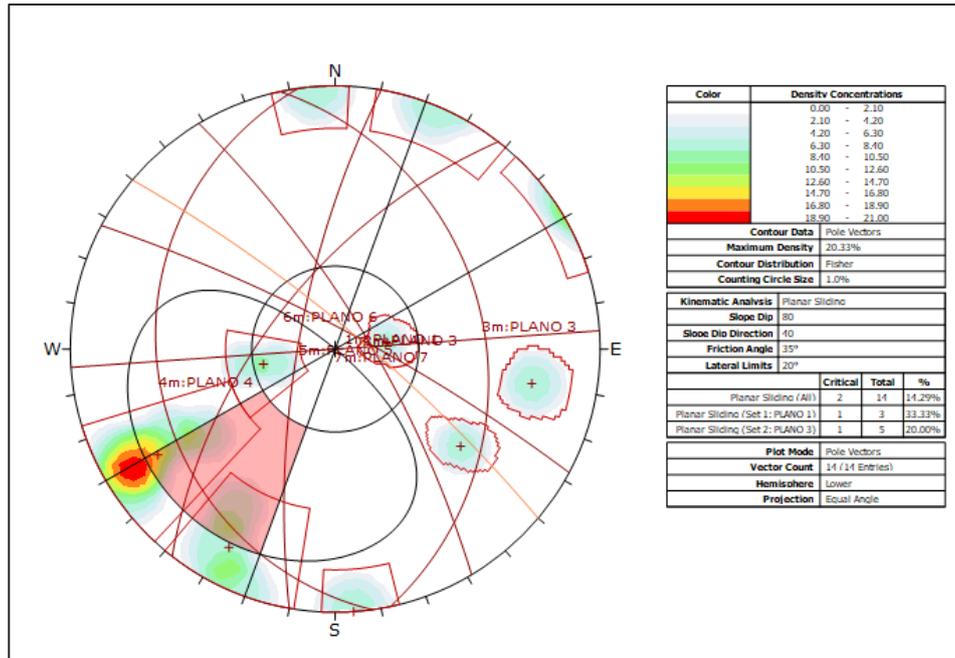


Figura N°15-Falla por Cuña (Sector portales)

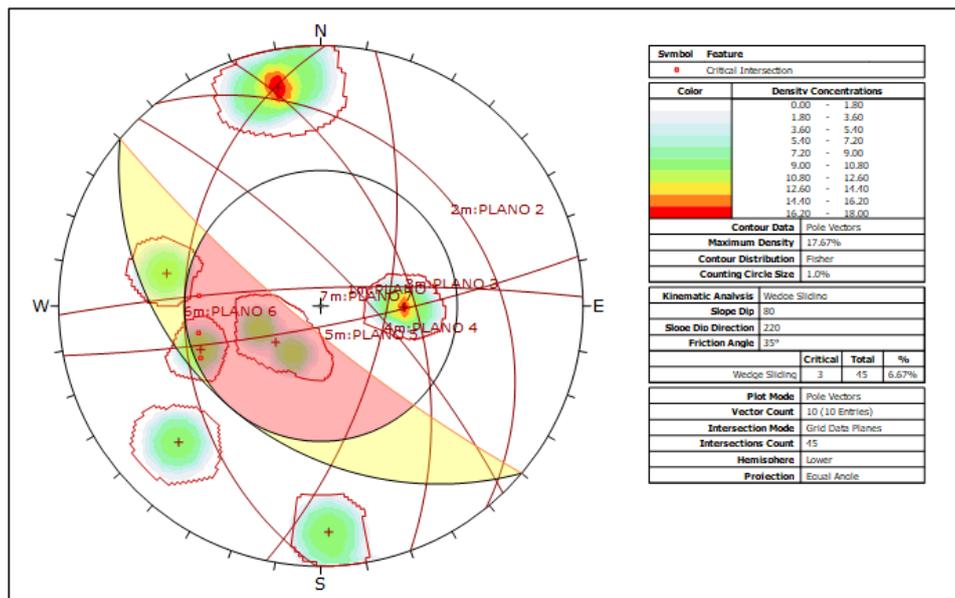


Figura N°16-Falla por Volcamiento (Sector Los Portales)

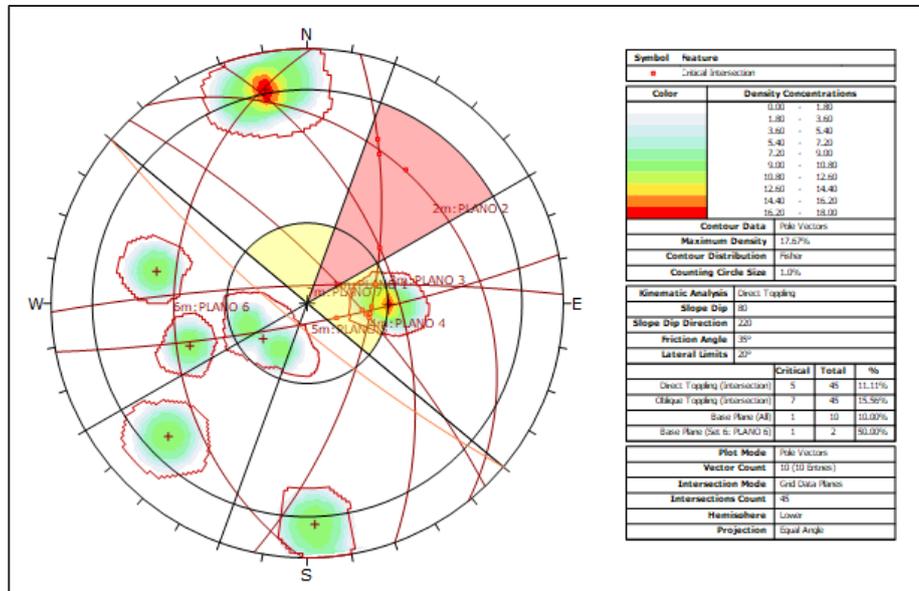
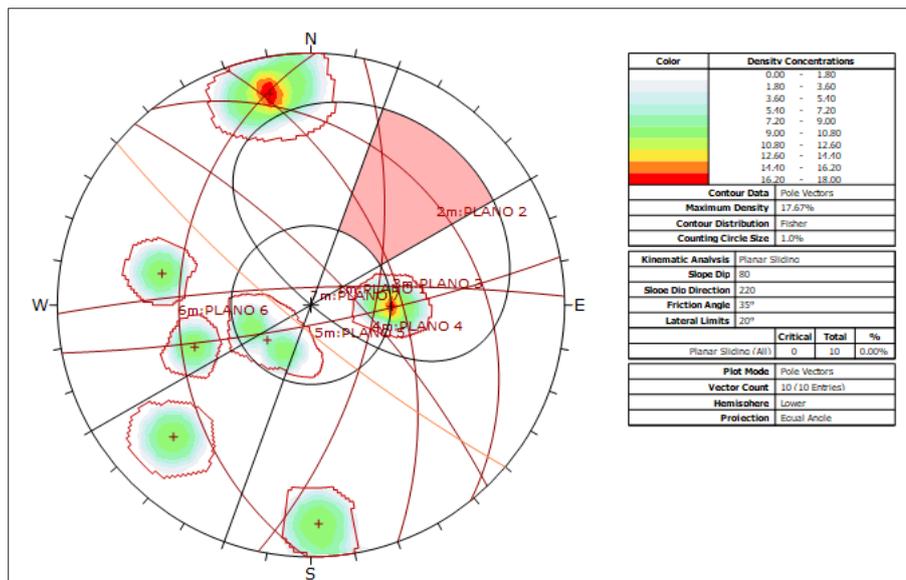


Figura N°17-Falla planar (Sector Los Portales)





MUNICIPALIDAD DE
LIMA

Gerencia de Gestión del Riesgo de Desastres

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